

MODERN ÇAĞIN ANTİK TAHILLARI: PSÖDOTAHILLAR VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Kadriye Elif İMRE¹, Funda IŞIK²

Öz

Bu derleme çalışması psödotahıllardan amarant, kinoa, karabuğday ve chia tohumunun besin ögesi kompozisyonu ve sağlık etkilerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır. "Sıfır açlık" sürdürülebilir kalkınma hedefinin gerçekleştirilmesi ve besin güvencesinin sağlanması için FAO'nun "Geleceğin Akıllı Besinleri" olarak tanımladığı besleyici, iklime dayanıklı ve üretimin düşük olduğu topraklarda büyüme kapasitesi olan psödotahılların ekiminin yaygınlaştırılması önemli bir yaklaşım olabilir. Psödotahıllar gerçek tahıllara alternatif olarak kabul edilir. Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Amarant (*Amarantus* spp.) ve chia (*Salvia hispanica* L.) psödotahıllara örnektir. Psödotahıllar; amino asitler, antioksidanlar, flavonoidler, polifenoller, mineraller, vitaminler, lignanlar, diyet posası, doymamış yağ asitleri gibi birçok biyoaktif bileşenden zengin besinlerdir. Psödotahıllar besin ögesi ve biyoaktif bileşen içeriği nedeniyle anti-inflamatuvar, antikarsinogenik, antimikrobiyal, antioksidan, glutensiz, antidiyabetik, immün modülatör, prebiyotik, antihipertansif, antiageing etkiler gösterir.

Anahtar Kelimeler: Besin içeriği, Besin güvencesi, Psödotahıllar, Sağlık etkileri

¹: Arş. Gör. Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kastamonu, Türkiye, keimre@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-6272-8791

²: Arş. Gör. Kastamonu Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Kastamonu, Türkiye, fisik@kastamonu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9077-0636

Makale gönderim tarihi: 28.03.2023

Makale kabul tarihi: 18.12.2023

Künye Bilgisi: İmre, KE., Işık, F. (2024). Modern Çağın Antik Tahılları: Psödotahıllar ve Sağlık Üzerine Etkileri. *Selçuk Sağlık Dergisi*, 5(1), 98 - 116.

Ancient Grains of The Modern Age: Pseudocereals and Its Effects on Health

Abstract

The objective of this review is to assess the nutritional value and potential health benefits of the pseudocereals amaranth, quinoa, buckwheat, and chia seeds. In order to achieve the "zero hunger" sustainable development goal and to ensure nutritional security, it may be an important approach to expand the cultivation of pseudocereals that are nutritious, climate-resistant and capable of growth in lands with low production, which FAO defines as "Smart Foods of the Future". Pseudocereals are considered an alternative to true grains. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd), buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.), Amaranth (*Amaranthus* spp.) and chia (*Salvia hispanica* L.) are examples of pseudocereals. Pseudocereals are rich in many bioactive components such as amino acids, antioxidants, flavonoids, polyphenols, minerals, vitamins, lignans, dietary fiber, unsaturated fatty acids. Pseudocereals have benefits that are anti-inflammatory, anticarcinogenic, antimicrobial, antioxidant, gluten-free, antidiabetic, immune-modulatory, prebiotic, antihypertensive, and antiaging because of the nutrients and bioactive components they contain.

Keywords: Nutrient content, Food security, Pseudocereals, Health effects.

GİRİŞ

Gıda güvencesi, Gıda ve Tarım Örgütü (FAO) tarafından, tüm insanların her zaman, aktif ve sağlıklı bir yaşam için beslenme ihtiyaçlarını ve besin tercihlerini karşılayan yeterli, güvenli ve besleyici besine fiziksel ve ekonomik olarak erişebildiği durum olarak tanımlanmıştır (FAO, 1996). Gıda güvencesizliği ekonomik, tarımsal, çevresel ve sosyal değişimlerden etkilenen çok faktörlü küresel bir sorundur (Balakrishnan ve Schneider, 2022:9). Tahıllar çok eski zamanlardan beri insan nüfusunun ihtiyacını karşılamada önemli bir rol oynamıştır. Mısır, buğday ve pirinç gibi tahıllar besin tüketiminin yaklaşık %80'ini oluşturmaktadır. Öte yandan, psödotahıllar temel mikro besin öğelerinden doğal olarak zengindir, ancak bugüne kadar tarımsal faktörler (verimli üretim, büyüme), sosyal (düşük itibar; farkındalık eksikliği), teknolojik (genetik faktörler, tohumların işlenmesi) ve ekonomik (pazarlama kısıtlamaları) çeşitli faktörlerden ötürü modern gıda sistemine dahil edilememiştir (Pirzadah ve Malik, 2020:2).

Küresel Hedefler olarak da bilinen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, 2030 yılına kadar küresel yoksulluğu ortadan kaldırmayı, sürdürülemez tüketim kalıplarını sona erdirmeyi, sürdürülebilir ve kapsayıcı ekonomik büyümeyi, sosyal kalkınmayı ve çevreyi korumayı kolaylaştırmayı amaçlayan 17 amaç altında toplanan 169 hedefi içeren evrensel bir eylem çağrısı olarak 2015 yılında Birleşmiş Milletler tarafından kabul edilmiştir (United Nations, 2015). Sürdürülebilir kalkınma hedeflerinde biri olan "sıfır açlık" hedefine ulaşılabilmesi için sınırlı doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımı önemli bir konudur. Gıda güvencesizliği ile ilgili sorunları ele almaya yönelik önemli bir yaklaşım, FAO'nun "Geleceğin Akıllı Besinleri" olarak tanımladığı besleyici, iklime dayanıklı ve üretimin düşük olduğu topraklarda yetiştirme kapasitesi olan mahsullerin ekimini yaygınlaştırmak olabilir. Bu besinlerin arasında psödotahıllar da yer almaktadır (Chrungoo ve Chettry, 2021:15). Psödotahıllar, fonksiyonel gıda endüstrisine gizli açlık sorunuyla mücadele etme fırsatı sunarken, aynı zamanda gelir elde etmek için yollar da sağlar (Pirzadah ve Malik, 2020:4). Bunun yanında agronomik özellikleri (bitki boyu, hasat indeksi, toplam biyokütle, başak başına tane sayısı, başak uzunluğu, bin tohum ağırlığı ve başak başına tane ağırlığı), olumsuz koşullara ekolojik adaptasyon kabiliyetleri ve yüksek besin değerleri nedeniyle psödotahıllar ekonomik, sosyal, ekolojik, besinsel ve işlevsel açıdan önem taşımaktadır (Morales vd., 2021:1540).

Tahıl tanelerine benzeyen tohumlara sahip olan kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench.), amarant (*Amarantus* spp) ve chia (*Salvia hispanica* L.) psödotahıl olarak bilinir ve gerçek tahıllara alternatif olarak kabul edilirler (Bekkering ve Tian, 2019:1289; Thakur vd., 2021:42).

Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), tetraploid (n=4) ve halofitik (tuz seven, tuzlu ortamda gelişen) bir bitkidir. Kinoa, Dicotyledoneae sınıfı, Chenopodiaceae familyası, *Chenopodium* cinsi ve kinoa

türlerinin bir parçasıdır. Kinoa ekimi, MÖ 5000'den MÖ 3000'e uzanan Güney Amerika And Dağları bölgesine özgüdür. İnkaya uygarlığı tarihi boyunca kinoayı kutsal bir besin olarak kabul etmiştir. Ancak kinoanın rolü, İspanyol sömürge döneminde değişmiştir. Son yıllarda kinoa üretimi istikrarlı bir şekilde artmaya başlamış ve uluslararası kinoa yılı ilan edilen 2013 yılında kinoa üretimi ve tüketimi katlanarak artmıştır (Angeli vd., 2020:2).

Karabuğdayın iki türü olan yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve Tatar karabuğdayı (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) MÖ 6000 ortalarından itibaren Çin'in güneybatısında ortaya çıkmıştır. Daha sonra, güney Himalayaları Kafkasya ve Avrupa'ya bağlayan ticaret yolları aracılığıyla MÖ 3000 civarında Avrupa'ya yayılmıştır (Hunt vd., 2018:500).

Amaranthus spp. Hindistan'ın tropikal ve subtropikal bölgelerinde yetişen *Amaranthus spinosus* L. gibi bazı türler dışında Orta ve Güney Amerika'ya özgüdür. Amarant, Orta Amerika'daki Maya ve Azteklerin temel besin maddesidir, ancak Avrupa kolonizasyonundan sonra tüketimi oldukça azalmıştır. Amarant üretimi FAO tarafından resmi olarak kaydedilmese de ana üreticiler arasında Çin, Hindistan, Rusya ve Kenya ile birlikte birkaç Güney Amerika ülkesi bulunmaktadır (Graziano vd., 2022:159).

Chia tohumunun botanik adı *Labiatae* familyasının *Salvia* kategorisine ait *Salvia hispanica* L.'dir. Chia, Kolomb öncesi dönemlerde Mezoamerika'da temel bir besin maddesi ve tıbbi bir bitki olarak kullanılmıştır (Zettel ve Hitzmann, 2018:47). Uzun bir sürenin ardından son yıllarda yeniden keşfedilen chia, günümüzde tohumluk olarak yetiştirilmekte ve fonksiyonel besin ve yem olarak kullanılmaktadır (Jamshidi vd., 2019:11).

Türkiye'de psödotahtıl üretimi sınırlıdır. Bununla birlikte, son yıllarda psödotahtılların üretimine yönelik bir artış gözlenmektedir. Özellikle küçük ve orta ölçekli çiftçilere destek ve teşviklerle psödotahtıl üretiminin yaygınlaştırılması hedeflenmektedir (TÜBER, 2022). Türkiye'de psödotahtılların tüketimi ile ilgili net bir veri bulunamamıştır. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması'nda Türkiye'deki psödotahtılların tüketimine dair bir veri bulunmamaktadır (TBSA, 2017). Bu derleme çalışması psödotahtıllardan amarant, kinoa, karabuğday ve chia tohumunun besin ögesi kompozisyonu ve sağlık etkilerinin değerlendirilmesini amaçlamaktadır.

1. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

1.1. Psödotahtılların Besin Ögesi Kompozisyonu

Psödotahtıllar; amino asitler, antioksidanlar, polifenoller, mineraller, vitaminler, lignanlar, diyet posası, doymamış yağ asitleri gibi birçok biyoaktif bileşenden zengin besinlerdir (Pang vd., 2018:18). Psödotahtıllar, makro ve mikro besin içerikleri ve insan sağlığını korumadaki rolleri nedeniyle "fonksiyonel besin" olarak kabul edilebilir (Morales vd, 2021:1541). Psödotahtılların enerji ve besin ögesi içerikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1: Psödotahılların Besin Ögesi Kompozisyonu*

İsim	Bilimsel ismi	Nem (%)	Karbonhidrat (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Posa (%)	Kül (%)	Enerji (kkal)
Chia	Salvia hispanica	5,8	42,12	30,37	16,54	34,4	3,20	486
Kinoa	Chenopodium quinoa	13,28	64,16	6,07	14,12	7,0	3,27	368
Karabuğday	Fagopyrum esculentum	10	72	2,36	13,27	6,77	2,23	343
	Fagopyrum tataricum		71	2,91	12,81	6,92	2,38	
Amarant	A. cruentus	12	63,1-70,0	5,6-8,1	13,8-21,5	3,1-4,2	3,0-3,8	371
	A. hypochondriacus		67,9	6,1-7,3	15,0-16,6	4,9-5,0	3,3-3,4	
	A. caudatus		63,7-76,5	5,8-10,9	13,1-21,0	2,7-4,9	2,5-4,4	

* (Bonafaccia vd. 2003; Mlakar vd., 2009; Tien vd., 2018; USDA, 2019; Vrancheva vd., 2019)

Psödotahıllar gluten içermemesi nedeniyle çölyak hastalarının kullanımı için güvenlidir. Özellikle psödotahıllardan yapılan glutensiz ekmekler önemli ölçüde daha yüksek protein, yağ, posa ve mineral içeriğine sahiptir (Alvarez-Jubete vd., 2009:251)

Psödotahıllar zengin bir posa kaynağıdır. Psödotahılların posa içeriği tahılların posa içeriğinden daha fazla iken, meyve ve sebzelerin posa içeriğine benzerdir (Zhu, 2020:248). Tahılların posa içeriği çeşitlerine, botanik bileşenlerine (perikarp, endosperm ve rüşeym) ve geçirdikleri işleme koşullarına (fırınlama, ekstrüzyon vb.) bağlı olarak değişir. Tahıl tanelerinde baskın olarak bulunan selüloz olmayan diyet polisakaritleri arabinoksilanlardır. Arabinoksilanları selüloz ve β -glukanlar izler. Psödotahıllarda ise pektinler kantitatif olarak baskındır (Ciudad-Mulero vd., 2019:122). Yüksek çözünür posa içeriği ile bağırsak hareketini düzenlemeye, hiperkolesterolemiyi, hipertansiyonu ve kardiyovasküler hastalıkları kontrol etmeye yardımcı olur (Shahbaz vd., 2022:9).

Amino asit bileşimi ve biyoyararlanımı, bitkisel protein kaynaklarının protein kalitesini etkileyen önemli faktörlerdir. Psödotahıllar, birincil olarak lizin eksikliği, ikincil olarak treonin ve triptofan eksikliği olan yaygın tahıllardan daha fazla lizin, metionin ve sistein içermesi ile iyi bir amino asit dengesine sahiptir (Motta vd., 2019:61). Psödotahıllar yüksek kaliteli protein içeriği ile düşük proteinli vegan/vejetaryen diyeti gibi diyetleri ve düşük kaliteli protein içeren omnivor diyetleri desteklemek için iyi bir alternatiftir (Morales vd., 2021:1541). Ayrıca psödotahılların, kronik hastalıkların tedavisinde etkinliği kanıtlanmış olan peptitlerin elde edilmesinde kullanılabilir alternatif bir tam protein kaynağı olduğu düşünülmektedir (Usman vd., 2022:300).

Psödotahıllar, diğer tahıl tanelerine kıyasla zengin lipid kaynaklarıdır. Psödotahıllarda doymamış yağ asitleri yüksek miktarlarda bulunur. Kinoa %71.0-84.5, amaranth %61.0-87.3 ve karabuğday %80.1-80.9 oranında doymamış yağ asitleri içerir (Langyan vd., 2023). Amarant, karabuğday ve kinoa

linoleik asit baskınken, chia tohumunda α -linolenik asit temel doymamış yağ asididir (Czerwonka ve Bialek, 2023:1).

Amarant, kinoa ve karabuğday tohumları E vitamini kaynaklarıdır. Amarant riboflavin; kinoa riboflavin, tiamin ve folik asit; karabuğday tiamin, riboflavin ve piridoksin kaynağıdır. Amarant, kinoa ve karabuğday gibi psödotahıllar genellikle kalsiyum, magnezyum, demir ve çinko açısından iyi kaynaklardır (Alvarez-Jubete vd., 2010:111). Psödotahıllar, çölyak hastaları ve yetersiz mineral alımı olan diğer popülasyonlar için yetersiz mineral içeriğine sahip olan glutensiz ürünlerin yerine geçebilecek iyi bir alternatiftir (Morales vd., 2021:1540).

Psödotahılların sağlığa olan olumlu etkilerinin yanı sıra yüksek miktarlarda tüketimi olumsuz etkilere de neden olabilmektedir. Psödotahıllar çeşitli besin bileşenlerine bağlanarak bunların sindirimini, emilimini veya kullanımını engelleyebilen ve yüksek miktarlarda tüketilmesi halinde insan sağlığına zararlı olabilecek fitik asit, saponinler ve tanenler gibi bileşikler içerir (Thakur vd., 2021:42). Bitkiler çevresel değişikliklere, özellikle toksik elementlerin etkisini içeren stres faktörlerine karşı çok hassastır. Arsenik (As), kadmiyum (Cd), cıva (Hg) ve kurşun (Pb), antropojenik faaliyetlerin yanı sıra doğal süreçler nedeniyle çevrede yaygın olarak bulunmaktadır. Bu kirleticilerin düşük seviyelerine maruz kalmak bile birikme yeteneklerinden dolayı zararlı olabilir (Jaishankar vd., 2014). Psödotahılların tahıl tüketimine bağlı olarak toksik elementlere maruziyet ile ilgili çalışmalar sınırlıdır. Polonya pazarında bulunan psödotahılların As, Cd, Pb ve Hg gibi ağır metal içerikleri ile ilgili yapılan bir çalışmada Avrupa mevzuatındaki limitlere göre psödotahılların tüketiminin güvenli olduğu sonucuna varılmıştır (Bielecka vd., 2022). Slovak Cumhuriyeti Gıda Kanunu'nda (Sağlık Bakanlığı Kararnamesi No. 2/1994) izin verilen maksimum element miktarlarına göre psödotahılların ağır metal içeriğini değerlendirilen bir çalışmada, en düşük ağır metal içeriğine sahip tahılın kinoa olduğu ve kinoayı karabuğday ve amarantın takip ettiği belirlenmiştir. Mikro elementlerin hiçbirinin içeriği, psödotahıl türlerinin hiçbirinde belirlenen güvenli limiti aşmamıştır (Nörbová vd., 2022).

1.2. Psödotahılların Biyoaktif Bileşenleri

Psödotahıllardaki biyoaktif bileşenler genel olarak fenolik asitler, flavonoidler (flavonoller, flavonlar, izoflavonlar, flavanonlar ve antosiyanidinler), lignanlar ve stilbenler olmak üzere dört grupta toplanmaktadır (Pang vd., 2018:216). Psödotahıllarda tanımlanan başlıca biyoaktif bileşenler Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2: Psödotahılların Biyoaktif Bileşenleri*

Psödotahıllar	Biyoaktif Bileşikler
	Flavonoidler İzokuersetin Rutin Nikotiflorin

Amarant	Karetonoidler Zeaksantin B-Karoten Lutein Betaline Amarantin Betasiyaninler
Kinoa	Flavonoidler Kuersetin Kaempferol Mirisetin İzorhamnetin Fenolik Bileşikler Ferulik Asit-4-Glikozit Betalainler Betanin
Karabuğday	Flavonoidler: Rutin (Kuersetin-3-Rutinosid) Fenolik Bileşenler P-Hidroksil Benzoik Siringik Asit Vanilik Asit Gallik Asit Protokatekuik Asit Ferulik Asit P –Kumarik Asit
Chia	Flavonoidler: Kuersetin Kaempferol 3-O-glikozid Epikateşin Rutin Fenolik Bileşenler p- Kumarik asit Kafeik Asit Klorojenik Asit

* (Thakur vd., 2021; Sofi vd., 2022; Skrovankova ve Mlcek, 2020)

Kinoa ve amarantın dış katmanları biyoaktif fitokimyasallar içermektedir. Bu bileşikler hidrofilik veya lipofilik olmakla birlikte, mikroorganizmalara ve böceklere karşı kimyasal bir savunma aracı olarak işlev görürler. Yapılan çalışmalarda kinoada 23 farklı fenolik bileşik (ferulik asit, vanilik asit ve bunların türevleri) ve flavonoid (kuarsetin kaempferol ve bunların glikozitleri) tanımlanmıştır (Tang vd., 2015:506; Tang vd., 2016:1714). Amarantın ise filizlerinde ve tohumlarında rutin, p-hidroksibenzoik asit, gallik ve vanilik asitler gibi çeşitli biyoaktif bileşenler içerdiği bildirilmiştir (Mudgil vd., 2019:211).

Nitrojen içeren pigmentler olarak bilinen betalainler, psödotahtılarda bol miktarda bulunmaktadır. Bunlar tirozinden üretilerek L-3,4-dihidroksifenilalanine (L-DOPA) dönüştürülmektedir. L-DOPA, parkinson hastalığını erken evrelerinde bazı motor semptomları etkili bir şekilde tedavi etmesi nedeniyle

altın standart tedavi olarak kullanılmaktadır. Betaninler, düşük yoğunluklu lipoproteinlerin (LDL) oksidasyonunun ve inhibisyonu yolu ile kardiyovasküler hastalıkların gelişiminin yanı sıra DNA hasarının önlenmesinde de etkili bileşenlerdir (Pang vd., 2018:218).

Flavonoidler, bitkisel besinlerde doğal olarak bulunan antioksidanlar olarak kabul edilmektedir. Çeşitli karabuğday türleri, farklı konsantrasyonlarda flavonoid içermektedir. Tatar karabuğday, yaygın karabuğdayla karşılaştırıldığında dört kat daha fazla flavonoid içeriğine sahiptir ve acı tadı, daha yüksek flavonoid içeriği ile ilişkilendirilmektedir (Sofi vd., 2022:6). Yapılan bir çalışmada, psödotahılların 12,4 – 678,1 mg gallik asit eşdeğeri (GAE)/100g arasında değişen serbest fenolik bileşik içerdiği bildirilmiştir. Karabuğday ürünleri, 146,8 – 678,1 mg GAE/100 g arasında yüksek miktarda fenolik bileşik içerirken, kinoa ve amarant ürünlerinde ise minimum 226,1 mg GAE/100g fenolik bileşik bulunmuştur. Bu ürünlerin antioksidan aktivitesi, serbest fenol içeriği ile paralel olarak yüksektir. CUPRAC yöntemi kullanılarak, en yüksek toplam antioksidan kapasite karabuğday ürünlerinde saptanmış, kinoa ve amarant ürünlerinin antioksidan kapasitesi karabuğdaya kıyasla daha düşük bulunmuştur (Skrovankova vd., 2020:367). Psödotahıllarda bulunan ve kolesterol seviyelerini düşürücü, antiinflamauar ve analjezik özelliklere sahip β -sitosterol, insan vücudu tarafından üretilmediği için önemli bir fitosteroldür (Kreft vd., 2006:510). Önemli bir oligomerik flavonoid sınıfı olan proantosiyaniidinler (PA'lar), tahıl ve psödotahıl tanelerinde yaygındır. Diyetle yer alan tahıllar ve psödotahıllar ile PA'ların alımı, insanlarda birçok kronik hastalığın önlenmesi ile ilişkili bulunmuş ve bazı çalışmalarda anti-inflamatuar, antioksidan, antikanserojen ve antidiyabetik aktivitelere sahip olduğu bildirilmiştir (Zhu, 2019:1528, Alwosais vd., 2021:184, Carnier vd., 2018:1010, Kim vd., 2006:197). Mudgil vd., (2019), kinoa ve amarant protein izolatlarından kimotripsin, bromelain ve proteaz gibi enzimlerle farklı zaman aralıklarında hidroliz işlemi kullanılarak hazırlanan hidrolizatların anti-bakteriyel, antioksidan ve antihemolitik özellikleri gibi biyoaktif özelliklerini araştırdıklarında ve bu hidrolizatların iyi bir biyoaktif peptit kaynağı olarak kullanılabileceğini göstermişlerdir (Mudgil vd., 2019:209).

Kinoa tohumlarında 3,96–12,01 mg/kg lutein, 0,31 - 5,37 mg/kg zeaksantin ve 0,26–1,07 mg/kg β -karoten karotenoidleri bulunmaktadır. Amarant tohumları sırasıyla 0,14–0,30 mg/kg zeaksatin ve 3,55–4,44 mg/kg lutein olmak üzere diğer psödotahıllara kıyasla daha düşük miktarda zeaksantin ve lutein içermektedir (Tang vd., 2017:16). Tokotrienoller ve tokoferoller, E vitamini homologlarıdır ve α , β , γ ve δ gibi dört tokoferol izoformunun, amarant ve kinoaada bulunduğu gösterilmiştir. Amarant tohumlarında en bol bulunan tokoferoller 1,40–31,6 mg/kg α -tokoferol, 0,53–43,86 mg/kg β -tokotrienol, 0,06–8,69 mg/kg γ -tokotrienol olarak bildirilmiştir (Tang vd., 2015:505). Kinoa tohumlarında çok az miktarlarda α ve β tokotrienol bulunduğu saptanmıştır (Tang vd., 2015:505).

1.3. Psödotahılların Sağlığa Etkileri

Günümüzde “altın tahıllar” ya da “geleceğin insanları için geçmişin besinleri” olarak adlandırılan psödotahtahılların besin ögesi ve biyoaktif bileşen içeriğinin anti-inflamatuvar, antikarsinojenik, antimikrobiyal, antioksidan, antidiyabetik, immün modülatör, prebiyotik, antihipertansif, antiageing özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir. Psödotahtahılların fenolik içerikleri ile bağırsak-karaciğer aksı üzerinden obezite, diyabet, hipertansiyon, kanser, alzheimer, kronik obstrüktif akciğer hastalığı, kanser, polikistik over sendromu, osteoporoz, kardiyovasküler hastalıklar, böbrek yetmezliği gibi hastalıkları modüle edebileceği klinik çalışmalarla gösterilmiştir (Skrovankova vd., 2020:368; Kim vd., 2006:196; Tenore vd., 2018:42).

1.3.1. Hipokolesterolemik Etkileri

Psödotahtahılların, hipokolesterolemik aktiviteleri geniş çapta araştırılmaktadır. Psödotahtahılların fenolik bileşenlerinin ve omega-3 yağ asidi [alfa linolenik asit (ALA)] içeriğinin, hidroksi-metil glutaril koenzim A (HMGCoA) redüktaz enzim aktivitesini bozarak kolesterol sentezinin sınırlayıcı basamağı olan 3-hidroksi 3-metil glutaril koenzim A'nın mevalonata dönüşümünü inhibe ettiği gözlemlenmiştir (Shahbaz vd., 2022:9). Karabuğday proteinlerinin lipit düşürücü aktivitesi, safra asidi salgılarını uyarma yetenekleriyle bağlantılıdır (Kayashita vd., 1997:1596). Kadın gündüz bakım merkezi çalışanlarında yapılan bir çalışmada, iki hafta boyunca diyetlerine 16.5 mg rutin eşdeğeri/gün karabuğday ve karabuğday eklenmiş ürünlerin tüketiminin, toplam kolesterol içeriğini %4-13,56, kan glikozunu %14,5, trigliseritleri %4,85 ve LDL'yi %9,05 azalttığı belirlenmiştir (Wieslander vd., 2011:129). Yakın tarihli randomize kontrollü bir çalışmada günlük 15 gr kinoa bisküvi (60 gr kinoa unu/100 gr) kinoa bisküvi tüketen 50-75 yaş aralığındaki sağlıklı yetişkinlerde, vücut ağırlığında, beden kütle indeksinde (BKİ) ve serum LDL kolesterol konsantrasyonlarında anlamlı azalmalar olduğu görülmüş, kinoa tüketiminin erişkinlerde kardiyovasküler hastalıkların (KVH) riskinin azalmasına katkıda bulunabileceği ifade edilmiştir (Pourshahidi vd., 2020:3318). Sağlıklı 18-45 yaş grubundaki 22 kişide 30 gün boyunca sürdürülen bir çalışmada, düzenli olarak günlük 9.75 g kinoa/tahıl barı tüketilmesinin trigliserit, LDL ve toplam kolesterolü düşürmenin yanı sıra kan glikoz seviyelerinde, kan basıncı ve vücut ağırlığında da azalmaya neden olduğu saptanmıştır (Farinazzi-Machado vd., 2012:241). Coelho vd., (2018:104) chia proteini hidrolizatlarının fonksiyonel besinlerde ve nutrasötiklerde hipokolesterolemik ajanlar olarak kullanılabilirliğini göstermişlerdir. Başka bir çalışmada, dislipidemili bireylerde 2 g chia proteini/100 g tüketimi ile LDL kolesterolünün azaldığı bulunmuş ve bu besinin birincil KVH'lerin durdurulmasında klinik önemi olan yeni bir alternatif tedavi olarak kullanılabilirliğinin altı çizilmiştir (Tenore vd., 2018:42). Bu konu ile ilgili yapılan hayvan çalışmalarına bakıldığında ise, yapılan bir çalışmada hamsterlerin diyetlerine %24 Tatar karabuğday proteini eklenmesinin serum, safra kesesi ve karaciğerdeki kolesterol seviyelerini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur (Zhang vd., 2017:1900). Yakın tarihli bir çalışmada, chia alımının farelerde

hepatiti tamamen veya kısmen önlediği ve toplam kolesterol seviyesini azalttığı gözlenmekle birlikte chianın hipolipitemik ve hepatoprotektif etkilerinin, içeriğindeki fenolik bileşiklerden ve omega-3 yağ asitlerinden (ALA) kaynaklandığı bildirilmiştir (Fernandez-Martinez vd., 2019:9). Hiperkolestrolemi indüklenmiş tavşanlarda yapılan bir çalışmada ise 150 mg/kg günlük amarantın, LDL ve trigliserit konsantrasyonlarını azaltarak antiaterosklerotik etkisi olduğu görülmüştür (Kabiri vd., 2010:357). Shin vd., (2004:13) amarantın skualen içeriğinin, steroidlerin dışkı yoluyla atılımını artırarak hipokolesterolemik bir etki gösterdiğini bildirmişlerdir.

1.3.2. Antikanserojen Etkileri

Antioksidan bakımından zengin psödotahtılların tüketiminin, DNA'yı oksidatif hasardan koruyarak kanser gelişimini önleyebileceği düşünülmektedir. Psödotahtıl tüketiminin antikanserojen etki mekanizmaları; karabuğday fenollerinin DNA onarımı için enzim aktivitesi uyarımını inhibe etmesi; karabuğday peptitlerinin antianjiogenez, proliferasyon ve metastazı inhibe etmesi ve matriks metalloproteinleri down regüle etmesi; chia proteini hidrolizatlarının hücre döngüsünü durdurması ve apoptozu uyarması, hücre proliferasyonunu inhibe etmesi olarak açıklanmaktadır (Carnier vd., 2018:1010, Kim vd., 2006:197, Shahbaz vd., 2022:9, Ramkisson vd., 2020:636, Wu vd., 2011:33). Yapılan çalışmalarda karabuğday gibi psödotahtılların düzenli tüketimi, belirli kanserlerin gelişme riskinin daha düşük olmasıyla ilişkilendirilmiştir (Ramkisson vd., 2020:636; Shen vd., 2008:277; Leung vd., 2007:764). Gheldof vd., (2003:1502), karabuğday çiçeklerinden elde edilen balın insan kan serumunda antioksidatif potansiyeli arttırdığını bulmakla birlikte, in vitro çalışmalarda belirtildiği gibi diğer sakkarik analoglara kıyasla serum lipoproteinleri oksidatif süreçlere karşı daha etkili bir şekilde korumaya yardımcı olduğunu bildirilmişlerdir. Karabuğdayın, bazı kanser türlerine (meme kanseri, lösemi ve hepatom) karşı antiproliferatif potansiyele ve mantar önleyici özelliklere sahip bir peptit içerdiği de gösterilmiştir (AQCGAQQGGATCPGG) (Leung vd., 2007:12, Li vd., 2017:188, Li vd., 2014:470, Wu vd., 2011:33). Sıçanlarda yapılan bir çalışmada ise, chia unu takviyesinin kanser hücrelerinin sıçanlarda tek bir kaval kemiğine doğrudan lokalize enjeksiyonu ile geliştirilen Walker 256 modelinde tümör taşıma etkilerini engellemediği gösterilmiştir (Carnier vd., 2018:1010). Bu konu ile ilgili insanlarda ve hayvanlarda yapılan klinik araştırma sayısı sınırlı olmakla birlikte daha çok in vitro hücre çalışmaları yapıldığı gözlemlenmiştir. İn vitro hücre çalışmalarına bakıldığında, karabuğday ile yapılan bir çalışmada, karabuğdayın etanolik ekstraktlarının in vitro ortamda hidroksi radikalının neden olduğu DNA hasarına karşı önleyici etki gösterdiği bulunmuştur (Cao vd., 2008:926). Başka bir in vitro çalışmada, amarant tohumlarının Ehrlich-Lette asit tümör (EAC) hücreleri üzerinde güçlü antioksidan ve antiproliferatif aktivitelere sahip olduğu, bu etkilerin EAC hücrelerinin mitokondriyal aracılı apoptozu ile geliştiği gözlenmiştir (Barrio ve Anon, 2010:78). Yakın tarihli bir çalışmada, kinoa tohumlarından elde edilen kinonin proteinlerinin glioblastoma hücrelerini kemoterapik ajanlara karşı

daha duyarlı hale getirdiği, kinoanın kanser tedavisinde adjuvan olarak kullanılabilceği gösterilmiştir (Rotondo vd., 2021:13). Benzer şekilde başka bir çalışmada, kinoa proteinlerinin α -amilaz, α -glukosidaz ve dipeptidil peptidaz-IV gibi enzimleri inhibe ederek kolon tümör hücreleri üzerinde antiproliferatif ve antioksidatif potansiyele sahip olduğu gösterilmiştir (Vilcacundo vd., 2018:405).

1.3.3. Antidiyabetik Etkileri

Psödotahılların, diğer tahıllarla göre daha yüksek diyet posası ve fenolik içeriğe sahip olmaları ile düşük glisemik indeksli tahıllar olmaları nedeniyle kan glikoz regülasyonu, insülin direnci, Tip 2 diyabet gibi hastalıkların önlenmesi ve tedavisindeki potansiyel etkilerini araştıran çalışma sayısı gün geçtikçe artmaktadır (Thakur vd., 2021:42). Yakın tarihli bir çalışmada, 42 tip 2 diyabetli yetişkinin 12 hafta boyunca 40 g/gün chia tohumu tüketmesi sonucu, kontrol grubu ile karşılaştırıldığında chia tüketen diyabetli bireylerde sistolik kan basıncında anlamlı azalma olduğu, açlık kan glikozu, insülin, hemoglobinA1c düzeylerinde anlamlı değişiklik olmadığı bulunmuştur (Alwosais vd., 2021:184). Fazla kilolu ve obez bireylerde 50 g/gün kinoa tüketiminin trigliseritler ve serbest yağ asitlerinde (SYA) önemli bir azalmaya yol açtığını bildirmiştir. Yüksek SYA seviyeleri, insülin yoluyla glikozun düzenlenmesini bozar ve trigliserit düzeylerinin artmasına neden olmaktadır. Bu nedenle, düzenli kinoa tüketiminin, SYA'nın baskılanmasına yardımcı olarak, insülin duyarlılığı, kan glikozu ve trigliserit seviyelerinde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir. Aynı oranlarda buğday unu ya da karabuğday unundan yapılan (50 g karbonhidrat) ekmek tüketiminin tip 2 diyabetli hastalarda iştah ve metabolizmaya etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, beyaz buğday ekmeği tüketen hastalara göre karabuğdaydan yapılan ekmek tüketiminin tokluk hissini azalttığı, insülin ve plazma glikoz düzeylerinin beyaz ekmek tüketen gruba göre daha düşük olduğu gözlenmiştir (Lan vd., 2013:12). Gabriel vd., (2016:569), sağlıklı ve diyabetik bireylerde kinoa ve karabuğday bazlı kahvaltının kan glikoz seviyeleri üzerindeki etkisini araştırdıkları in vivo çalışmalarında, psödotahıl bazlı kahvaltının kan glikoz seviyelerini dengelemek için yüksek bir potansiyele sahip olduğunu göstererek, diyabetik hastaların sağlıklı bir yaşam sürmeleri için günlük diyet planlarına bu tür tahılları eklemelerini önermişlerdir.

Literatürde konu ile ilgili deneysel hayvan çalışmaları da bulunmaktadır. Günde 310 g/kg kinoa tohumuyla beslenen Wistar sıçanlarında yapılan bir çalışmada, kan glikozunda %10, toplam serum kolesterolde %26, trigliseritlerde %11 ve LDL'de %57 azalma olduğu saptanmıştır (Pasko vd., 2010:335). Sıçanlarda, düzenli chia tüketiminin glisemik profilde iyileşme, daha iyi sindirilebilirlik, daha düşük kolesterol seviyeleri ve karaciğer yağlanması azalma sağladığı bulunmuştur (da Silva vd., 2016:228). Amaran tahlı ve yağının, antidiyabetik potansiyelleri açısından incelendiği bir çalışmada, streptozotosin kaynaklı diyabet indüklenen sıçanlarda amaran tahlı ve yağının takviyesinin,

serum insülin seviyelerini arttırdığı ve serum glikoz seviyelerini anlamlı düzeyde düşürdüğü görülmüştür (Kim vd., 2006:197).

1.3.4. Hepatoprotektif Etkileri

Psödotahtılların fitokimyasallar, tekli/çoklu doymamış yağ asitleri, antioksidanlar, mineraller ve posa bakımından zengin besinler olması nedeniyle antioksidan, antiinflamatuvar ve lipit düşürücü etkileri olduğu ve bu nedenle potansiyel hepatoprotektif ajanlar olabilecekleri düşünülmektedir (Pang vd., 2018:218). Yakın tarihli bir çalışmada, 8 hafta boyunca izokalorik diyetle birlikte zengin ALA, diyet posa ve antioksidan içeriği ile bilinen 25 g/gün öğütülmüş chia takviyesi yapılan non-alkolik yağlı karaciğer hastalarında (NAYKH) vücut ağırlığında %1,4, toplam kolesterolde %2,5, yüksek yoğunluklu olmayan lipoprotein kolesterolde (non-HDL) %3,2 ve dolaşımdaki SYA'da %8 azalma olduğu gözlenmiştir. Ayrıca katılımcıların %52'sinde NAYKH'de gerileme olduğu gözlenmiştir (Medina-Urrutia vd., 2020:19). Konu ile ilgili insanlarda yapılan klinik çalışma sayısı sınırlı olmakla birlikte deneysel hayvan çalışmaları daha fazladır. Sıçanlarda yapılan bir çalışmada, sodyum arsenit ile birlikte amarant takviyesi yapıldığında amarantın hepatoprotektif etki gösterdiği bulunmuştur (Pamela vd., 2015:737). Sıçanlarla yapılan başka bir çalışmada ise, 14 gün boyunca her 72 saatte bir karbon tetraklorür (CCl₄) ile birlikte 400 mg/kg amarant ekstresi verilmesinin, yüksek hepatoprotektif etki gösterdiği saptanmıştır (Zeashan vd., 2008:3419). Yüksek fruktozlu diyetin neden olduğu hiperlipidemi ve karaciğer hasarına karşı karabuğday takviyesinin etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada ise sıçanlarda karabuğdayın hepatik steatoz, oksidatif hasar ve yüksek yağlı diyete bağlı hiperglisemi için koruyucu ve iyileştirici etkilere sahip olduğu bildirilmiştir (Hu vd., 2015:3763). Farelerde yapılan in vivo bir araştırmada, kinoa tohumunun CCl₄'ün neden olduğu karaciğer hasarına karşı hepatoprotektif etkiye sahip olduğunu gözlenmiştir (Saxena vd., 2017:273).

2. SONUÇ

Global besin endüstrisinde işlenmiş, yüksek enerjili ve doymuş-trans yağ asidi içeriği yüksek besinlerin üretiminin hız kesmeden artış göstermesine karşın, başta gelişmiş ülkeler olmak üzere kişilerde hareketsizliğin artması ile oluşan yaşam tarzı - diyet enerjisi dengesindeki bozulmalar nedeniyle ortaya çıkan obezite, diyabet, ateroskleroz, inme, kalp problemleri, hipertansiyon ve bazı kanser türleri de dahil olmak üzere bulaşıcı olmayan kronik hastalıklar (BOH), kırılabilirliği ve erken yaşta ölümleri arttırmaktadır. Son yıllarda beslenme kaynaklı BOH oluşumunu önlemek ve azaltmak amacıyla fonksiyonel özelliklere sahip yeni besin kaynaklarına yönelik eğilim artmaktadır. Psödotahtılların ise biyoaktif peptitler, diyet posası, tekli/çoklu doymamış yağ asitleri gibi makro besin öğeleri ile birlikte, polifenoller gibi sekonder bileşiklerin de zengin kaynakları olmaları nedeniyle hipokolesterolemik, antikanser, antiinflamatuvar ve antidiyabetik etkileri ile sağlığın korunması ve yaşam kalitesinin

arttırılması için büyük bir potansiyele sahip olduğu düşünülmektedir. Bu besinlerin bir bütün olarak ya da tahıllarla kombinasyon halinde temel beslenme rutinine eklenmesi konusunda yaş ve cinsiyete göre, çeşit, sıklık ve miktar olarak otoriterler tarafından yapılmış genel tüketim önerileri olmamakla birlikte, bu besinlerin diyetle eklenmesi ile gelişmesi beklenen olumlu sağlık etkilerinin yanı sıra psödotahıllarla ilgili endüstriyel yaklaşım konusunda aşılması gereken zorluklar ve keşfedilmesi gereken potansiyel etkiler söz konusudur. Gelişmemiş ya da gelişmekte olan ülkelerde psödotahılların maliyetinin ve satış fiyatlarının yüksek olması, bu ülkelerin diyetlerine psödotahılların eklenmesini zorlaştırmaktadır. Bununla birlikte psödotahıllar, diyetleri çoğunlukla yoğun enerji içeriğine sahip gelişmiş ülkelerde, besin kaynaklı beslenme yetersizliği ile mücadele için geliştirilebilecek potansiyeli yüksek bir pazar sunmaktadır. Piyasada bulunan glutensiz besinler, saf nişastalardan ve yapay katkı maddelerinden hazırlanmakta ve çölyak hastası ya da gluten alerjisi olan bireylerin düzgün büyüme ve gelişmesi için gerekli olan besin öğeleri açısından yetersiz kalmaktadır. Glutensiz diyetlere psödotahılların dahil edilmesi ve bunların besin endüstrisi tarafından ticarileştirilmesi, yalnızca buğday veya glutene bağlı rahatsızlıklardan muzdarip hastalarda temel besin öğesi eksikliğini hafifletmekle kalmamakta, aynı zamanda psödotahılların tanınması ve kullanımının yaygınlaşmasına da yardımcı olmaktadır. Psödotahılların kronik hastalıkların önlenmesi üzerindeki etki mekanizmalarını araştıran birçok in vivo ve vitro çalışma yapılmıştır; ancak psödotahılların söz konusu alanlarda daha etkin bir şekilde kullanılabilmesi için sağlık üzerine etkilerini doz-yanıt-süre bazında araştıran kanıt düzeyi yüksek daha fazla klinik çalışmaya ihtiyaç bulunmaktadır.

Destekleyen Kuruluş

Çalışmayı maddi olarak destekleyen kişi/kuruluş yoktur.

Çıkar Çatışması

Yazarların herhangi bir çıkar dayalı çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2009). Nutritive value and chemical composition of pseudocereals as gluten-free ingredients. *Int J Food Sci Nutr*, 60 Suppl 4, 240-257. <https://doi.org/10.1080/09637480902950597>
- Alvarez-Jubete, L., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2010). Nutritive value of pseudocereals and their increasing use as functional gluten-free ingredients. *Trends in Food Science & Technology* 21, 106-113. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2009.10.014>
- Alwosais, E. Z. M., Al-Ozairi, E., Zafar, T. A., & Alkandari, S. (2021). Chia seed (*Salvia hispanica* L.) supplementation to the diet of adults with type 2 diabetes improved systolic blood pressure: A randomized controlled trial. *Nutr Health*, 27(2), 181-189. <https://doi.org/10.1177/0260106020981819>

- Angeli, V., Miguel Silva, P., Crispim Massuela, D., Khan, M. W., Hamar, A., Khajehei, F., Graeff-Honninger, S., & Piatti, C. (2020). Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): An overview of the potentials of the "golden grain" and socio-economic and environmental aspects of its cultivation and marketization. *Foods*, 9(2). <https://doi.org/10.3390/foods9020216>
- Balakrishnan, G., & Schneider, R. G. (2022). The role of amaranth, quinoa, and millets for the development of healthy, sustainable food products-a concise review. *Foods*, 11(16). <https://doi.org/10.3390/foods11162442>
- Barrio, D. A., & Anon, M. C. (2010). Potential antitumor properties of a protein isolate obtained from the seeds of *Amaranthus mantegazzianus*. *European Journal of Nutrition*, 49(2), 73-82. <https://doi.org/10.1007/s00394-009-0051-9>
- Bekkering, C. S., & Tian, L. (2019). Thinking outside of the cereal box: breeding underutilized (pseudo)cereals for improved human nutrition. *Front Genet*, 10, 1289. <https://doi.org/10.3389/fgene.2019.01289>
- Berti, C., Riso, P., Brusamolino, A., & Porrini, M. (2005). Effect on appetite control of minor cereal and pseudocereal products. *British Journal of Nutrition*, 94(5), 850-858. <https://doi.org/10.1079/Bjn20051563>
- Bielecka, J., Markiewicz-Żukowska, R., Puścion-Jakubik, A., Grabia, M., Nowakowski, P., Soroczyńska, J., & Socha, K. (2022). Gluten-Free Cereals and Pseudocereals as a Potential Source of Exposure to Toxic Elements among Polish Residents. *Nutrients*, 14(11), 2342.
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., & Kreft, I. (2003). Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 80, 9-15.
- Cao, W., Chen, W. J., Suo, Z. R., & Yao, Y. P. (2008). Protective effects of ethanolic extracts of buckwheat groats on DNA damage caused by hydroxyl radicals. *Food Research International*, 41(9), 924-929. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2007.10.014>
- Carnier, M., Silva, F. P., de Miranda, D. A., Hachul, A. C. L., Rischitelli, A. B. S., Neto, N. I. P., Boldarine, V. T., Seelaender, M., do Nascimento, C. M. O., & Oyama, L. M. (2018). Diet supplemented with chia flour did not modified the inflammatory process and tumor development in wistar rats inoculated with Walker 256 cells. *Nutrition and Cancer-an International Journal*, 70(7), 1007-1016. <https://doi.org/10.1080/01635581.2018.1502329>
- Chungoo, N. K., & Chetry, U. (2021). Buckwheat: A critical approach towards assessment of its potential as a super crop. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*, 81(1), 1-23.
- Ciudad-Mulero, M., Fernandez-Ruiz, V., Matallana-Gonzalez, M. C., & Morales, P. (2019). Dietary fiber sources and human benefits: The case study of cereal and pseudocereals. *Adv Food Nutr Res*, 90, 83-134. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2019.02.002>
- Coelho, M. S., Soares-Freitas, R. A. M., Areas, J. A. G., Gandra, E. A., & Salas-Mellado, M. D. (2018). Peptides from chia present antibacterial activity and inhibit cholesterol synthesis. *Plant foods for human nutrition*, 73(2), 101-107. <https://doi.org/10.1007/s11130-018-0668-z>

- Czerwonka, M., & Bialek, A. (2023). Fatty acid composition of pseudocereals and seeds used as functional food ingredients. *Life (Basel)*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/life13010217>
- da Silva, B. P., Dias, D. M., Moreira, M. E. D., Toledo, R. C. L., da Matta, S. L. P., Della Lucia, C. M., Martino, H. S. D., & Pinheiro-Sant'Ana, H. M. (2016). Chia seed shows good protein quality, hypoglycemic effect and improves the lipid profile and liver and intestinal morphology of wistar rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 71(3), 225-230. <https://doi.org/10.1007/s11130-016-0543-8>
- FAO. (1996). Declaration on world food security. World Food Summit, FAO, Rome.
- Farinazzi-Machado, F. M. V., Barbalho, S. M., Oshiiwa, M., Goulart, R., & Pessan, O. (2012). Use of cereal bars with quinoa (*Chenopodium quinoa* W) to reduce risk factors related to cardiovascular diseases. *Ciencia E Tecnologia De Alimentos*, 32(2), 239-244. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000040>
- Fernandez-Martinez, E., Lira-Islas, I. G., Cario-Corts, R., Soria-Jasso, L. E., Perez-Hernandez, E., & Perez-Hernandez, N. (2019). Dietary chia seeds (*Salvia hispanica*) improve acute dyslipidemia and steatohepatitis in rats. *Journal of Food Biochemistry*, 43(9). <https://doi.org/ARTN e12986>
10.1111/jfbc.12986
- Gabrial, S. G., Shakib, M. R., & Gabrial, G. N. (2016). Effect of pseudocereal-based breakfast meals on the first and second meal glucose tolerance in healthy and diabetic subjects. *Open Access Maced J Med Sci*, 4(4), 565-573. <https://doi.org/10.3889/oamjms.2016.115>
- Gheldof, N., Wang, X. H., & Engeseth, N. J. (2003). Buckwheat honey increases serum antioxidant capacity in humans. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(5), 1500-1505. <https://doi.org/10.1021/jf025897t>
- 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>
- Hu, Y. Y., Zhao, Y., Ren, D. Y., Guo, J. J., Luo, Y. Y., & Yang, X. B. (2015). Hypoglycemic and hepatoprotective effects of D-chiro-inositol-enriched tartary buckwheat extract in high fructose-fed mice. *Food & Function*, 6(12), 3760-3769. <https://doi.org/10.1039/c5fo00612k>
- Hunt, H. V., Shang, X., & Jones, M. K. (2018). Buckwheat: a crop from outside the major Chinese domestication centres? A review of the archaeobotanical, palynological and genetic evidence. *Veg Hist Archaeobot*, 27(3), 493-506. <https://doi.org/10.1007/s00334-017-0649-4>
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B.B., Beeregowda, K.N. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdiscip. Toxicol.* 2014, 7, 60–72.
- Jamshidi, A. M., Amato, M., Ahmadi, A., Bochicchio, R., & Rossi, R. (2019). Chia (*Salvia hispanica* L.) as a novel forage and feed source: A review. *Italian Journal of Agronomy*, 14(1), 1-18. <https://doi.org/10.4081/ija.2019.1297>
- Kabiri, N., Asgary, S., Madani, H., & Mahzouni, P. (2010). Effects of *Amaranthus caudatus* l. extract and lovastatin on atherosclerosis in hypercholesterolemic rabbits. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(5), 355-361. <Go to ISI>://WOS:000275890800002

- Kayashita, J., Shimaoka, I., Nakajoh, M., Yamazaki, M., & Kato, N. (1997). Consumption of buckwheat protein lowers plasma cholesterol and raises fecal neutral sterols in cholesterol-fed rats because of its low digestibility. *Journal of Nutrition*, 127(7), 1395-1400. <https://doi.org/DOI.10.1093/jn/127.7.1395>
- Kim, H. K., Kim, M. J., Cho, H. Y., Kim, E. K., & Shin, D. H. (2006). Antioxidative and anti-diabetic effects of amaranth (*Amaranthus esculantus*) in streptozotocin-induced diabetic rats. *Cell Biochemistry and Function*, 24(3), 195-199. <https://doi.org/10.1002/cbf.1210>
- Kreft, I., Fabjan, N., & Yasumoto, K. (2006). Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry*, 98(3), 508-512. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.081>
- Lan, S. Q., Meng, Y. N., Li, X. P., Zhang, Y. L., Song, G. Y., & Ma, H. J. (2013). Effect of consumption of micronutrient enriched wheat steamed bread on postprandial plasma glucose in healthy and type 2 diabetic subjects. *Nutrition Journal*, 12. <https://doi.org/Artn.6410.1186/1475-2891-12-64>
- Langyan, S., Khan, F. N., & Kumar, A. (2023). Advancement in Nutritional Value, Processing Methods, and Potential Applications of Pseudocereals in Dietary Food: A Review. *Food and Bioprocess Technology*, 1-20.
- Leung, E. H., & Ng, T. B. (2007). A relatively stable antifungal peptide from buckwheat seeds with antiproliferative activity toward cancer cells. *J Pept Sci*, 13(11), 762-767. <https://doi.org/10.1002/psc.891>
- Li, Y., Duan, S., Jia, H., Bai, C., Zhang, L., & Wang, Z. (2014). Flavonoids from tartary buckwheat induce G2/M cell cycle arrest and apoptosis in human hepatoma HepG2 cells. *Acta Biochim Biophys Sin (Shanghai)*, 46(6), 460-470. <https://doi.org/10.1093/abbs/gmu023>
- Li, F. H., Zhang, X. L., Li, Y., Lu, K. K., Yin, R., & Ming, J. (2017). Phenolics extracted from tartary (*Fagopyrum tartaricum* L. Gaerth) buckwheat bran exhibit antioxidant activity, and an antiproliferative effect on human breast cancer MDA-MB-231 cells through the p38/MAP kinase pathway. *Food & Function*, 8(1), 177-188. <https://doi.org/10.1039/c6fo01230b>
- Medina-Urrutia, A., Lopez-Urbe, A. R., El Hafidi, M., Gonzalez-Salazar, M. D. C., Posadas-Sanchez, R., Jorge-Galarza, E., Del Valle-Mondragon, L., & Juarez-Rojas, J. G. (2020). Chia (*Salvia hispanica*)-supplemented diet ameliorates non-alcoholic fatty liver disease and its metabolic abnormalities in humans. *Lipids Health Dis*, 19(1), 96. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01283-x>
- 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, 43-53.
- Morales, D., Miguel, M., & Garcés-Rimon, M. (2020). Pseudocereals: a novel source of biologically active peptides. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 61(9), 1537-1544. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1761774>
- Motta, C., Castanheira, I., Gonzales, G. B., Delgado, I., Torres, D., Santos, M., & Matos, A. S. (2019). Impact of cooking methods and malting on amino acids content in amaranth, buckwheat and quinoa. *Journal of Food Composition and Analysis*, 76, 58-65. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.10.001>

- Mudgil, P., Omar, L. S., Kamal, H., Kilari, B. P., & Maqsood, S. (2019). Multi-functional bioactive properties of intact and enzymatically hydrolysed quinoa and amaranth proteins. *Lwt-Food Science and Technology*, 110, 207-213. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.04.084>
- Ňorbová, M., Vollmannová, A., Harangozo, L., Franková, H., Čeryová, N., Jančo, I., & Fandrová, A. (2022). Risk Elements, Antioxidant Activity and Polyphenols in Pseudocereal Grains. *Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality*, 6(1).
- Pamela, E. A. I., A. O. Oyeronke, A. G. Michael, O. A. Ayodeji, A. , & O. Solomon, a. M. A. A. (2015). Hepatoprotective effect of *Amaranthus hypochondriacus* seed extract on sodium arsenite-induced toxicity in male Wistar rats. *Journal of Medicinal Plants Research*, 9(26), 731–740.
- Pang, Y. H., Ahmed, S., Xu, Y. J., Beta, T., Zhu, Z. W., Shao, Y. F., & Bao, J. S. (2018). Bound phenolic compounds and antioxidant properties of whole grain and bran of white, red and black rice. *Food Chemistry*, 240, 212-221.
- Pasko, P., Zagrodzki, P., Barton, H., Chlopicka, J., & Gorinstein, S. (2010). Effect of quinoa seeds (chenopodium quinoa) in diet on some biochemical parameters and essential elements in blood of high fructose-fed rats. *Plant Foods for Human Nutrition*, 65(4), 333-338. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0197-x>
- Pirzadah, T. B., & Malik, B. (2020). Pseudocereals as super foods of 21st century: Recent technological interventions. *Journal of Agriculture and Food Research*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2020.100052>
- Pourshahidi, L. K., Caballero, E., Osses, A., Hyland, B. W., Ternan, N. G., & Gill, C. I. R. (2020). Modest improvement in CVD risk markers in older adults following quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) consumption: a randomized-controlled crossover study with a novel food product. *Eur J Nutr*, 59(7), 3313-3323. <https://doi.org/10.1007/s00394-019-02169-0>
- Ramkisson, S., Dwarka, D., Venter, S., & Mellem, J. J. (2020). In vitro anticancer and antioxidant potential of *Amaranthus cruentus* protein and its hydrolysates. *Food Science and Technology*, 40, 634-639. <https://doi.org/10.1590/fst.36219>
- Rotondo, R., Ragucci, S., Castaldo, S., Oliva, M. A., Landi, N., Pedone, P. V., Arcella, A., & Di Maro, A. (2021). Cytotoxicity effect of quinoin, type 1 ribosome-inactivating protein from quinoa seeds, on glioblastoma cells. *toxins*, 13(10). <https://doi.org/ARTN 68410.3390/toxins13100684>
- Saxena, S., L. Shahani, and P. Radee, and P. Bhatnagar. . (2017). Hepatoprotective effect of *Chenopodium quinoa* seed against CCL4-induced liver toxicity in Swiss albino male mice. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 10(11), 273.
- Shahbaz, M., Raza, N., Islam, M., Imran, M., Ahmad, I., Meyyazhagan, A., Pushparaj, K., Balasubramanian, B., Park, S., Rengasamy, K. R. R., Gondal, T. A., El-Ghorab, A., Abdelgawad, M. A., Ghoneim, M. M., & Wan, C. (2022a). The nutraceutical properties and health benefits of pseudocereals: a comprehensive treatise. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/10408398.2022.2071205>
- Shen, M., Chapman, R. S., He, X. Z., Liu, L. Z., Lai, H., Chen, W., & Lan, Q. (2008). Dietary factors, food contamination and lung cancer risk in Xuanwei, China. *Lung Cancer*, 61(3), 275-282. <https://doi.org/10.1016/j.lungcan.2007.12.024>

- Shin, D. H., Heo, H. J., Lee, Y. J., & Kim, H. K. (2004). Amaranth squalene reduces serum and liver lipid levels in rats fed a cholesterol diet. *British Journal of Biomedical Science*, 61(1), 11-14. <https://doi.org/Doi.10.1080/09674845.2004.11732639>
- Skrovankova V. D., Mlcek J. (2020). Polyphenols and antioxidant activity in pseudocereals and their products. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 14, 365-370.
- Sofi, S. A., Ahmed, N., Farooq, A., Rafiq, S., Zargar, S. M., Kamran, F., Dar, T. A., Mir, S. A., Dar, B. N., & Khaneghah, A. M. (2022). Nutritional and bioactive characteristics of buckwheat, and its potential for developing gluten-free products: An updated overview. *Food Science & Nutrition*, 1-21. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3166>
- Tang, Y., Li, X. H., Chen, P. X., Zhang, B., Hernandez, M., Zhang, H., Marcone, M. F., Liu, R. 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>
- 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). <https://doi.org/ARTN.160076710.1002/mnfr.201600767>
- Tang, Y., Zhang, B., Li, X., Chen, P. X., Zhang, H., Liu, R., & Tsao, R. (2016). Bound phenolics of quinoa seeds released by acid, alkaline, and enzymatic treatments and their antioxidant and alpha-glucosidase and pancreatic lipase inhibitory effects. *J Agric Food Chem*, 64(8), 1712-1719. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.5b05761>
- Tenore, G. C., Caruso, D., Buonomo, G., D'Avino, M., Ciampaglia, R., & Novellino, E. (2018). Plasma lipid lowering effect by a novel chia seed based nutraceutical formulation. *Journal of Functional Foods*, 42, 38-46. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.01.007>
- Thakur, P., Kumar, K., & Dhaliwal, H. S. (2021). Nutritional facts, bioactive components and processing aspects of pseudocereals: A comprehensive review. *Food Bioscience*, 42. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101170>
- Tien, N. N. T., Trinh, L. N. D., Inoue, N., Morita, N., & Hung, P. V. (2018). Nutritional composition, bioactive compounds, and diabetic enzyme inhibition capacity of three varieties of buckwheat in Japan. *CEREAL CHEMISTRY*, 95(5), 615-624. <https://doi.org/10.1002/cche.10069>
- Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Nakajoh, M., & Kato, N. (2002). Physicochemical and functional properties of buckwheat protein product. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(7), 2125-2129. <https://doi.org/10.1021/jf011248q>
- Türkiye Beslenme Rehberi (TÜBER). (2022). Sağlık Bakanlığı, Halk Sağlığı Genel Müdürlüğü, Sağlık Bakanlığı Yayın No:1031, Ankara 2022.
- Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA). (2019). Sağlık Bakanlığı Yayın No: 1132. Ankara 2019.
- United Nations. (2015). General Assembly Resolution A/RES/70/1. Transforming Our World, the 2030 Agenda for Sustainable Development.

<https://sdgs.un.org/sites/default/files/publications/21252030%20Agenda%20for%20Sustainable%20Development%20web.pdf>. (Erişim Tarihi:12 Haziran 2023)

- USDA. (2011). National Nutrient Database for Standard Reference Release 28. Basic report 12006, seeds, Chia seeds, dried. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/170554/nutrients>. (Erişim Tarihi:12 Haziran 2023).
- Usman, M., Patil, P. J., Mehmood, A., Rehman, A., Shah, H., Haider, J., Xu, K., Zhang, C., & Li, X. (2022). Comparative evaluation of pseudocereal peptides: A review of their nutritional contribution. *Trends in Food Science & Technology*, 122, 287-313. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.02.009>
- Vilcacundo, R., Miralles, B., Carrillo, W., & Hernandez-Ledesma, B. (2018). In vitro chemopreventive properties of peptides released from quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) protein under simulated gastrointestinal digestion. *Food Research International*, 105, 403-411. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.11.036>
- Vrancheva, R., Krystev, L., Popova, A., & Mihaylova, D. (2019). Proximate nutritional composition and heat-induced changes of starch in selected grains and seeds. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 31(9), 718-724. <https://doi.org/10.9755/ejfa.2019.v31.i9.2011>
- Wieslander, G., Fabjan, N., Vogrincic, M., Kreft, I., Janson, C., Spetz-Nystrom, U., Vombergar, B., Tagesson, C., Leanderson, P., & Norback, D. (2011). Eating buckwheat cookies is associated with the reduction in serum levels of myeloperoxidase and cholesterol: A double blind crossover study in day-care centre staffs. *Tohoku Journal of Experimental Medicine*, 225(2), 123-130. <https://doi.org/10.1620/tjem.225.123>
- Wu, S. C., & Lee, B. H. (2011). Buckwheat Polysaccharide Exerts Antiproliferative Effects in THP-1 Human Leukemia Cells by Inducing Differentiation. *Journal of Medicinal Food*, 14(1-2), 26-33. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.1252>
- Zeashan, H., Amresh, G., Singh, S., & Rao, C. V. (2008). Hepatoprotective activity of *Amaranthus spinosus* in experimental animals. *Food and Chemical Toxicology*, 46(11), 3417-3421. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2008.08.013>
- Zettel, V., & Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica* L.) in food products. *Trends in Food Science & Technology*, 80, 43-50. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.011>
- Zhang CN, Zhang R, Li YM, Liang N, Zhao YM, Zhu HY, et al. (2017). Cholesterol-lowering activity of tartary buckwheat protein. *J Agr Food Chem*, 65(9):1900-6.
- 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>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116819>.