

# KİNOA, KARABUĞDAY VE AMARANT ÖRNEĞİNDE YALANCI TAHILLARIN FONKSİYONEL VE TERAPÖTİK POTANSİYELİ




Sadiye Ayşe ÇELİK<sup>1,a\*</sup> Yasin ÇELİK<sup>2,b</sup>, Servet BİLMEZ<sup>2,c</sup>

<sup>1</sup>Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Tarla Bitkileri Bölümü Tıbbi Bitkiler Anabilim Dalı  
Kampüs, KONYA

<sup>2</sup>Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kampüs, KONYA

\*Corresponding Author:  
E-mail: sacelik@selcuk.edu.tr

(Received 10<sup>th</sup> August 2025; accepted 21<sup>st</sup> November 2025)

a:  ORCID 0000-0002-0765-645X, b:  ORCID 0009-0004-7942-8786, c:  ORCID 0009-0009-3228-4865

**ÖZET.** Yalancı tahıllar, botanik olarak Poaceae (buğdaygiller) familyasına ait olmamalarına rağmen, makro ve mikro besin öğeleri bileşimi açısından gerçek tahıllara benzer besinsel özellikler gösteren bitki türleridir. Kinoa (*Chenopodium quinoa*), karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve amarant (*Amaranthus* türleri), glutensiz yapıları, zengin fonksiyonel bileşen profilleri ve sağlık üzerine olumlu etkileri nedeniyle hem fonksiyonel gıda sektöründe hem de tıbbi beslenme yaklaşımlarında ön plana çıkmaktadır. Bu türler, yüksek biyoyararlanıma sahip proteinler, temel amino asitler, diyet lifi ve fenolik asitler, flavonoidler, tokoferoller ve saponinler gibi çeşitli fitokimyasallar bakımından zengindir. Söz konusu bileşenlerin antioksidan, antiinflamatuar, hipoglisemik ve hipolipidemik etkileri birçok bilimsel çalışmada ortaya koymuştur. Bu bitkilerin oksidatif stresi azaltma, serbest radikal hasarını önleme, bağışıklık sistemini düzenleme ve glukoz metabolizmasını dengeleme gibi süreçlerde destekleyici rol oynadığı bildirilmektedir. Ayrıca düşük glisemik indeksleri, insülin direncinin azaltılmasına katkı sağlamakta ve tip 2 diyabetin önlenmesi ile yönetiminde önemli faydalar sunmaktadır. Kardiyovasküler sağlık açısından ise damar yapısını destekleyici ve kan lipid profilini düzenleyici etkileri dikkat çekmektedir. Bu çalışma kapsamında, kinoa, karabuğday ve amarantın besin bileşimi, fonksiyonel içerikleri ve olası terapötik etkileri güncel literatür eşliğinde değerlendirilmiştir. Bulgular, bu ürünlerin yalnızca alternatif tarım bitkileri değil, aynı zamanda modern tıbbi beslenme stratejilerinde tamamlayıcı bileşenler olarak önemli potansiyele sahip olduğunu göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Yalancı tahıllar, kinoa, karabuğday, amarant, biyoaktif bileşikler, terapötik potansiyel, fonksiyonel gıda

## FUNCTIONAL AND THERAPEUTIC POTENTIAL OF PSEUDOCEREALS: QUINOA, BUCKWHEAT, AND AMARANTH

**ABSTRACT.** Pseudocereals are plant species that, despite not belonging to the Poaceae family, exhibit nutritional characteristics similar to true cereals in terms of macro- and micronutrient composition. Quinoa (*Chenopodium quinoa*), buckwheat (*Fagopyrum esculentum*), and amaranth (*Amaranthus* spp.) have gained significant attention due to their gluten-free nature, rich profiles of functional constituents, and promising health benefits. These crops provide high-quality proteins, essential amino acids, dietary fiber, and a wide variety of phytochemicals such as phenolic acids, flavonoids, tocopherols, and saponins. Numerous studies have demonstrated the antioxidant, anti-inflammatory, hypoglycemic, and hypolipidemic activities of these compounds. Pseudocereals may contribute to reducing oxidative stress, preventing free radical damage, modulating immune responses, and maintaining glucose homeostasis. Their low glycemic index supports improved insulin sensitivity and offers benefits in both the prevention and dietary management of type 2 diabetes. Additionally, their vascular-protective and lipid-regulating properties highlight their potential role in cardiovascular health. This review evaluates the nutritional composition, functional constituents, and

potential therapeutic effects of quinoa, buckwheat, and amaranth based on recent scientific evidence. The findings suggest that these crops should be considered not only alternative agricultural resources but also valuable complementary components within modern medical nutrition strategies, contributing to long-term health promotion and the prevention of chronic metabolic disorders.

**Keywords:** *Pseudocereals, quinoa, buckwheat, amaranth, bioactive compounds, therapeutic potential, functional food*

## GİRİŞ

Küresel ölçekte artan kronik hastalık prevalansı, yaşlanan nüfus ve sağlıklı yaşam bilincinin yaygınlaşması, gıda sistemlerinde yalnızca kalori odaklı değil, aynı zamanda fonksiyonel ve terapötik fayda sağlayan bileşenlere sahip ürünlere olan talebi artırmıştır. Bu değişen paradigma, özellikle glutensiz, yüksek besin değerine sahip, biyolojik olarak aktif bileşiklerce zengin ve sürdürülebilir şekilde üretilen ürünlerin önemini ön plana çıkarmıştır. Bu bağlamda, son yıllarda dikkat çeken ürün gruplarından biri de yalancı tahıllar (pseudocereals) olmuştur.

Yalancı tahıllar, botanik olarak buğdaygiller (Poaceae) familyasına ait olmamakla birlikte, kullanım biçimleri, işleme yöntemleri ve makrobesin içerikleri açısından gerçek tahıllara benzerlik göstermektedirler [1]. Bu grup içinde özellikle kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.), karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve amarant (*Amaranthus* spp.), tarihsel geçmişleri, zengin besin profilleri, fonksiyonel bileşen içerikleri ve tarımsal adaptasyon yetenekleri ile dikkat çekmektedir [2,3].

Bu bitkiler, yüksek kaliteli protein profillerine sahip olup temel amino asitler açısından dengeli bir yapıya sahiptirler; özellikle lizin içeriği açısından gerçek tahıllardan üstündürler [4]. Ayrıca yüksek miktarda diyet lifi, polifenoller, flavonoidler, saponinler, fitosteroller ve E vitamini türevleri gibi fonksiyonel bileşenleri içermeleri, onları sadece beslenme değil aynı zamanda sağlık alanında da önemli kılmaktadır [5]. Bu içerikler sayesinde yalancı tahılların antioksidan, antienflamatuvar, hipoglisemik ve hipolipidemik etkiler gösterdiği çok sayıda in vitro, in vivo ve klinik çalışmada ortaya konmuştur [6]. Dahası, bu bitkiler yalnızca bireysel sağlık açısından değil, aynı zamanda gıda güvencesi ve tarımsal sürdürülebilirlik açısından da stratejik bir öneme sahiptir. Örneğin kinoa, tuzlu ve kurak koşullarda yetişebilen yapısı sayesinde marjinal tarım arazilerinde ekonomik olarak üretilmektedir. Karabuğday, kısa vejetasyon süresiyle yüksek rakımlarda üretim olanağı sunarken; amarant ise kuraklığa dayanıklılığı ve düşük besin gereksinimi ile düşük girdili tarım sistemlerinde alternatif ürün olarak önerilmektedir [7,8]. Bu özellikler, yalancı tahılları hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde iklim değişikliği koşullarına uyum sağlayabilen, düşük çevresel ayak izine sahip ürünler haline getirmektedir [9]. Sonuç olarak, yalancı tahıllar sadece besleyici ve fonksiyonel açıdan değil, aynı zamanda tarımsal üretim sistemlerine entegrasyonu ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri ile olan ilişkileri açısından da çok yönlü olarak değerlendirilmelidir.

Bu derlemede, kinoa, karabuğday ve amarant örneği üzerinden bu bitkilerin besin bileşimi, fonksiyonel özellikleri, terapötik etkileri, klinik beslenme uygulamaları ve tarımsal üretim açısından sürdürülebilirlik potansiyelleri güncel literatür ışığında çok disiplinli bir yaklaşımla analiz edilmiştir.

## BESİN BİLEŞİMİ ve FONKSİYONEL BİLEŞENLER

Yalancı tahıllar, yalnızca enerji kaynağı olmalarının ötesinde, yüksek kaliteli protein içerikleri, esansiyel amino asit dengeleri, diyet lifi düzeyleri ve biyolojik olarak aktif fitokimyasallar sayesinde fonksiyonel gıda kategorisinde değerlendirilmekte ve tıbbi beslenme uygulamalarında giderek daha fazla yer bulmaktadır. Bu bölümde kinoa, karabuğday ve amarant türlerinin temel besin öğeleri ve fonksiyonel bileşenleri karşılaştırılmalı olarak incelenmiştir.

### ***Kinoa (Chenopodium quinoa Willd.)***

Kinoa, tam protein kaynağı olarak kabul edilen ender bitkisel ürünlerden biridir. 100 gram kuru kinoa tohumu, yaklaşık %14–18 oranında protein içerir ve bunlar arasında lizin, metiyonin ve treonin gibi esansiyel amino asitlerin oranı, FAO/WHO'nun önerdiği düzeylerin üzerindedir [8]. Bu özellik, kinoayı hem vejetaryen beslenmede hem de protein yetersizliğinin önlenmesinde değerli kılmaktadır. Kinoa ayrıca yüksek miktarda diyet lifi (yaklaşık %7–10), B vitaminleri (özellikle riboflavin, tiamin ve folat), E vitamini (alfa-, beta-, gamma- ve delta-tokoferoller), magnezyum, çinko, potasyum ve demir gibi mikrobisiner açısından zengindir [3,4]. Fonksiyonel bileşenler açısından değerlendirildiğinde, kinoa özellikle fenolik asitler (ferulik, kafeik, vanilik asit), flavonoidler (kempferol, kersetin), saponinler ve fitosteroller içerir. Bu bileşenler, kinoa tohumlarının antioksidan kapasitesi, serbest radikal tutma özelliği ve anti-inflamatuvar etkileri ile doğrudan ilişkilidir [10,11]. Ayrıca saponin içeriği nedeniyle kinoa tohumları genellikle ıslatma ve yıkama gibi ön işlemlerden geçirilerek acılığının giderilmesi sağlanır.

### ***Karabuğday (Fagopyrum esculentum Moench)***

Karabuğday, gluten içermeyen yapısıyla çölyak hastaları için güvenli bir alternatif oluştururken, aynı zamanda yüksek kaliteli karbonhidrat ve protein yapısıyla dikkat çeker. Yaklaşık %12–15 düzeyinde protein içeren karabuğday, özellikle arginin, lizin ve triptofan gibi esansiyel amino asitler bakımından zengindir [12]. Ayrıca nişasta içeriği düşük olup, dirençli nişasta oranı yüksektir, bu da kan şekeri regülasyonu açısından avantaj sağlar. Karabuğday aynı zamanda rutin (bir flavonoid glikoziti) içeriği ile dikkat çeker. Rutin, kapiller damarların direncini artırıcı, antioksidan ve anti-inflamatuvar etkileri nedeniyle hem gıda hem de farmasötik alanlarda önem taşır [13]. Ayrıca karabuğdayın kabuklarında ve tohum zarında yer alan fenolik asitler (protocatechuic, sinapik, kafeik) ve tanenler de güçlü antioksidan etki göstermektedir. Mineral içeriği bakımından karabuğday; manganez, bakır, fosfor ve magnezyum yönünden zengindir. Yüksek düzeyde çözünür ve çözünmeyen lif içeriği sayesinde gastrointestinal sistem fonksiyonlarını düzenleyici etki gösterir.

### ***Amarant (Amaranthus spp.)***

Amarant türleri, %13–16 oranında protein içermeleri ile beslenme açısından oldukça değerlidir. Özellikle yüksek lizin içeriği, onu tahıllarla birlikte tüketildiğinde protein kalitesini artıran bir tamamlayıcı yapar [14]. Ayrıca, skualen gibi nadir lipofilik bileşenler içermesi, amarantı diğer yalancı tahıllardan ayırır; skualen karaciğer detoksifikasyonunda rol oynayan ve kolesterol biyosentezini baskılayan bir triterpendir. Amarant ayrıca fenolik bileşikler, flavonoidler (örneğin izoramnetin), betasiyaninler, fitik asit ve saponinler içermektedir [6]. Bu bileşenlerin antioksidan, antiproliferatif ve

potansiyel antikanser etkileri olduğu deneysel çalışmalarda gösterilmiştir. Amarant tohumu, yüksek kalsiyum, magnezyum ve demir içeriğiyle özellikle çocuklar, yaşlılar ve anemik bireyler için besinsel açıdan destekleyici olabilir. Ayrıca, içerdiği yağ asitleri arasında linoleik ve oleik asitlerin oranı yüksektir, bu da onu fonksiyonel yağ kaynağı haline getirir [15,16].

**Tablo 1.** Kinoa, Karabuğday ve Amarant Bileşimi [17,18]

İçerik	Kinoa	Karabuğday	Amarant
<b>Protein (% Dw)</b>	14–18	12–15	13–16
<b>Lizin İçeriği</b>	Yüksek	Orta	Yüksek
<b>Glutensiz</b>	Evet	Evet	Evet
<b>Diyet Lifi</b>	Yüksek (%7–10)	Orta-Yüksek	Orta
<b>Fenolik Bileşenler</b>	Kersetin, saponinler	Rutin, tanenler	Betasiyanin, skualen
<b>Mikro Elementler</b>	Mg, Zn, Fe, K	Mn, Cu, Mg, P	Ca, Mg, Fe

## BIYOLOJİK VE TERAPÖTİK ETKİLER

Yalancı tahıllar, yalnızca besin içeriği bakımından değil, aynı zamanda biyolojik olarak aktif bileşenleri sayesinde çeşitli metabolik süreçler üzerinde doğrudan veya dolaylı etkiler göstererek sağlık üzerinde terapötik katkılar sunmaktadır. Kinoa, karabuğday ve amarant, antioksidan, antiinflamatuvar, hipoglisemik, hipolipidemik, antihipertansif ve potansiyel antikanser etkileri ile birçok kronik hastalığın önlenmesi ve yönetiminde fonksiyonel gıda olarak değerlendirilmiştir [4,6].

**Antioksidan Aktivite:** Bu üç bitkinin içerdiği fenolik bileşikler, flavonoidler, betasiyaninler, fitik asit ve E vitamini türevleri gibi bileşenler güçlü antioksidan kapasiteye sahiptir. Örneğin, kinoada bulunan quercetin ve kaempferol, oksidatif strese neden olan serbest radikalleri nötralize ederek hücresel hasarı önleyebilir [4]. Aynı şekilde, karabuğdayın içerdiği rutin, kafeik asit ve protocatechuic asit de antioksidan savunma sistemini destekleyici etki gösterir [13]. Amarantta ise betasiyaninler ve skualen bu işlevi üstlenmektedir [6]. Bu bileşenler, hücre zarlarının stabilizasyonu, lipid peroksidasyonunun engellenmesi, DNA hasarının önlenmesi ve inflamatuvar yanıtın baskılanması gibi çoklu yollarla antioksidatif koruma sağlarlar [5]. Bu nedenle, bu bitkilerin düzenli tüketimi, yaşa bağlı dejeneratif hastalıklar ve kanser gibi oksidatif stresle ilişkili durumlara karşı koruyucu potansiyel taşır.

**Antiinflamatuvar Etki:** Yalancı tahılların içerdiği fitokimyasallar, özellikle NF-κB (nükleer faktör kappa B) yolları üzerinden proinflamatuvar sitokinlerin (örneğin IL-6, TNF-α) üretimini baskılayarak antiinflamatuvar etki göstermektedir [8]. Karabuğdaydan elde edilen flavonoidlerin, inflamatuvar enzimlerden COX-2 ve iNOS aktivitesini inhibe ettiği gösterilmiştir [12]. Bu etkiler, özellikle otoimmün hastalıklar, romatoid artrit ve inflamatuvar bağırsak hastalıkları gibi klinik tablolar için önemlidir.

**Hipoglisemik Etki ve Glukoz Metabolizması:** Yalancı tahılların glisemik indeksleri düşüktür ve içeriklerindeki diyet lifi, rezistan nişasta, magnesium, fenolik bileşikler ve protein kombinasyonu, glukoz emilimini yavaşlatarak postprandiyal glukoz artışını azaltır [3]. Kinoa ve amarant tüketimi, tip 2 diyabetli bireylerde insülin hassasiyetini artırıcı ve HbA1c düzeylerini düşürücü etki göstermiştir [19,20]. Ek olarak, karabuğdayda bulunan d-chiro-inositol türevlerinin, insülin sinyal yolları üzerinde düzenleyici etki yaparak glukoz homeostazına katkı sağladığı ve diyabetin yönetiminde fayda sunduğu literatürde rapor edilmiştir [21].

**Hipolipidemik ve Kardiyovasküler Etki:** Kinoa, amarant ve karabuğday, içeriklerindeki diyet lifi, fitosteroller ve çoklu doymamış yağ asitleri sayesinde kan lipit profili üzerinde olumlu etkiler gösterir. Hayvan modellerinde ve insan çalışmalarında bu bitkilerin toplam kolesterol, LDL kolesterol ve trigliserit düzeylerinde düşüş sağladığı, HDL kolesterolü artırdığı gözlemlenmiştir [22]. Ayrıca, amarantta bulunan skualen, kolesterol biyosentezini inhibe ederek lipit metabolizmasına olumlu katkı sağlamaktadır. Karabuğdayda bulunan rutin, kan damarlarının geçirgenliğini azaltıcı ve endotel fonksiyonunu iyileştirici etki göstererek antihipertansif potansiyel de taşır [13].

**Potansiyel Antikanser Etki:** Kinoa, amarant ve karabuğdayda bulunan antioksidan flavonoidler, serbest radikal temizleyici etkilerinin yanı sıra, bazı çalışmalarda kanser hücre proliferasyonunun baskılanması, apoptozun uyarılması, anjiyogenezin engellenmesi gibi mekanizmalarla antikanser etkiler göstermiştir [19]. Amarantta bulunan betasiyanin ve fenolik bileşiklerin, özellikle kolorektal kanser hücre hatlarında antiproliferatif etki gösterdiği bildirilmiştir [17].

## **KLİNİK ve BESLENME UYGULAMALARI**

Yalancı tahıllar olan kinoa, karabuğday ve amarant, yalnızca sağlıklı bireylerin beslenmesinde değil, aynı zamanda çeşitli metabolik ve sindirim sistemi hastalıklarının önlenmesi, yönetimi ve destekleyici tedavisinde de önemli besinsel araçlar olarak değerlendirilmektedir. Glütensiz yapıları, düşük glisemik indeksleri, yüksek biyoyararlanıma sahip protein içerikleri ve fonksiyonel bileşen zenginlikleri sayesinde bu ürünler, özellikle diyabet, çölyak hastalığı, obezite ve yaşlı bireylerin beslenme gereksinimleri gibi özel durumlarda terapötik potansiyele sahiptir [1,9].

**Diyabet Yönetimi ve Glisemik Kontrol:** Diyabet mellitus, özellikle tip 2 diyabet, günümüzde en yaygın metabolik bozukluklardan biridir ve beslenme tedavisinin temelinde glisemik yükü düşük, lif içeriği yüksek, insülin yanıtını dengeleyen gıdaların kullanımı yer alır. Yalancı tahıllar bu bağlamda önemli avantajlar sunar. Kinoa ve amarant gibi türlerin, yüksek diyet lifi ve rezistan nişasta içerikleriyle glukoz emilimini geciktirdiği, postprandiyal glisemik artışı sınırladığı ve HbA1c seviyelerinde düşüş sağladığı klinik çalışmalarla desteklenmiştir [22,23]. Karabuğdayın içerdiği d-chiro-inositol türevleri, insülin duyarlılığı üzerinde doğrudan etkili olup glukoz homeostazına katkı sağlar [13,33]. Randomize kontrollü bir çalışmada, kinoa temelli bir diyetin 6 hafta süreyle uygulanması sonucu bireylerin açlık glukozu ve insülin düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı iyileşme saptanmıştır [22,25,26]. Ayrıca, bu ürünlerin düşük glisemik indekse sahip olması sayesinde hipoglisemi riski taşmadan glisemik kontrol sağlanabilmektedir.

**Çölyak Hastalığı ve Gluten İntoleransı:** Kinoa, karabuğday ve amarant doğal olarak gluten içermeyen ürünlerdir. Bu nedenle çölyak hastaları ve non-çölyak gluten duyarlılığı

olan bireyler için beslenme programlarında güvenle kullanılabilir [27,28]. Çölyak diyetinde sıklıkla kullanılan pirinç ve mısır gibi tahılların düşük protein kalitesi ve sınırlı mikrobeyin içeriği, yalancı tahılların daha dengeli bir alternatif olarak öne çıkmasına yol açmıştır. Örneğin kinoa'nın protein kalitesi ve amino asit profili, FAO'nun önerdiği insan beslenmesi standartlarını karşılamaktadır [3]. Üstelik, kinoa tüketiminin çölyak hastalarında intestinal mukozanın onarılmasını desteklediği ve bağırsak mikrobiyotasında bifidobakteri sayısını artırdığı bazı öncül çalışmalarda gösterilmiştir [18].

***Obezite ve Kilo Yönetimi:*** Obeziteyle mücadelede hedef, enerji yoğunluğu düşük fakat besleyici değeri yüksek gıdaların tüketiminin artırılmasıdır. Yalancı tahıllar, hem doygunluk hissini uzatan lif yapıları hem de glisemik yanıtı modüle eden içerikleri sayesinde kilo yönetimi programlarında önerilmektedir [28]. Özellikle amarant ve karabuğdayın içerdiği çözünür lif, protein ve fitokimyasallar, ghrelin gibi açlık hormonlarının baskılanmasına, insülin ve leptin düzeylerinin dengelenmesine katkı sağlar [15]. Bazı klinik çalışmalarda, 12 haftalık bir dönemde kinoa tüketiminin vücut kitle indeksi (VKİ) ve bel çevresi ölçümlerinde anlamlı azalma sağladığı bildirilmiştir [23].

***Yaşlı Bireylerde Beslenme Desteği:*** Yaşlılık döneminde artan malnütrisyon riski, kas kaybı (sarkopeni) ve besin emilim bozuklukları, beslenme planlamasında yüksek kaliteli protein kaynaklarına, antioksidan bileşiklere ve düşük glisemik indeksli gıdalara öncelik verilmesini gerekli kılar. Yalancı tahıllar, bu ihtiyaçları karşılayan çok yönlü bileşimleriyle yaşlı bireylerin diyetlerinde önemli bir yere sahiptir. Kinoa'nın içerdiği tam protein profili, karabuğdayın flavonoid zenginliği ve amarantın demir ve kalsiyum içeriği, yaşlılık döneminde ortaya çıkan immün zayıflık, kemik mineral kaybı ve oksidatif stres ile mücadelede destekleyici rol oynar [8,28,29]. Ayrıca, bu türlerin işlenmiş formları (örneğin filizlendirilmiş tohumlar, unu veya lapaları), yaşlı bireyler tarafından daha kolay sindirilmekte ve bağırsak sağlığına olumlu katkılar sunmaktadır.

***Tıbbi Beslenme ve Fonksiyonel Gıda Yaklaşımları:*** Yalancı tahıllar, sadece önleyici sağlık uygulamalarında değil, aynı zamanda destekleyici tıbbi beslenme stratejilerinde de kullanılmaktadır. Özellikle metabolik sendrom, hipertansiyon, kardiyovasküler hastalıklar ve kolorektal kanser gibi kronik hastalıkların diyetle yönetiminde bu bitkilerin fonksiyonel potansiyelleri değerlendirilmektedir [18,22,28]. Bu kapsamda, yalancı tahıllardan elde edilen ekstraktlar, protein izolatları, biyoaktif peptitler ve antioksidan konsantreler fonksiyonel gıda ve medikal beslenme ürünü formülasyonlarında kullanılmaya başlanmıştır. Aynı zamanda glutensiz diyetle sınırlı kalmayan prebiyotik etkili ve antiinflamatuvar destekli özel karışımların bileşeni haline gelmektedirler.

## **TARIMSAL ÜRETİM ve SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK**

Küresel iklim değişikliği, artan nüfus baskısı ve doğal kaynakların tükenme riski, tarımsal üretim sistemlerinde sürdürülebilir alternatiflere olan ihtiyacı gün geçtikçe artırmaktadır. Bu bağlamda, kinoa (*Chenopodium quinoa*), karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve amarant (*Amaranthus* spp.) gibi yalancı tahıllar hem agroekolojik hem de sosyoekonomik sürdürülebilirlik açısından dikkate değer potansiyele sahiptir [2,22,28].

***İklim Değişikliğine Uyum ve Abiyotik Stres Toleransı:*** Yalancı tahıllar, genetik çeşitlilikleri ve morfolojik-plastik yapıları sayesinde kuraklık, yüksek tuzluluk, soğuk, yüksek irtifa koşulları gibi ekstrem çevre faktörlerine karşı yüksek tolerans gösterirler. Özellikle kinoa, tuzlu ve fakir topraklarda bile verimli yetiştirilebilmekte ve deniz seviyesinden 4000 m'ye kadar olan alanlarda adaptasyon gösterebilmektedir [1,30,31].

Amarant da benzer şekilde yüksek sıcaklık toleransı ve kısa yetiştirme süresi nedeniyle yarı kurak bölgelerde alternatif bir yazlık ürün olarak değerlendirilmektedir [16]. Karabuğday ise ılıman iklim kuşağında kısa gelişme süresiyle ikinci ürün olarak yetiştirilebilmesi sayesinde iklim değişikliği karşısında üretim esnekliği sağlar.

**Düşük Girdili Tarım Sistemlerine Uygunluk:** Yalancı tahıllar, kimyasal gübre, pestisit ve sulama gereksinimi açısından düşük girdili üretim sistemlerine yüksek uyum gösterir. Azot ve fosfor kullanım etkinlikleri birçok klasik tahıldan daha yüksektir ve organik tarım sistemlerinde başarıyla yetiştirilebilmektedirler [32]. Kinoa ve amarantın bazı türleri allelopatik özellikler göstererek yabancı ot gelişimini baskılayabilir; bu durum, kimyasal mücadele ihtiyacını azaltmakta ve agroekolojik yönetim stratejilerine katkı sunmaktadır [10].

**Tarımsal Biyoçeşitlilik ve Genetik Kaynakların Korunması:** Yalancı tahıllar, özellikle Güney Amerika (kinoa, amarant) ve Asya (karabuğday) kökenli olmaları nedeniyle genetik kaynak zenginliği ve yerel varyete çeşitliliği açısından kıymetli türlerdir. FAO tarafından desteklenen genetik kaynakların korunması programları kapsamında, kinoanın 3000'den fazla yerel varyetesi tohum bankalarında korunmaktadır [9]. Bu ürünlerin yerel çiftçi çeşitlerinin teşvik edilmesi, ata tohumlarının yaygınlaştırılması ve geleneksel bilgi sistemlerinin sürdürülmesi yoluyla hem tarımsal biyoçeşitlilik korunmakta hem de kültürel sürdürülebilirlik desteklenmektedir [2].

**Arazi ve Su Kullanımı Etkinliği:** Yalancı tahıllar, klasik tahıllara kıyasla birim alanda daha düşük su tüketimiyle üretilebilmeleri ve marjinal topraklarda yetiştirilebilme yetenekleri sayesinde arazi kullanım verimliliğini artırıcı rol oynar [23]. Özellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde kıt su kaynaklarının sürdürülebilir kullanımı açısından bu türlerin yaygınlaştırılması büyük önem arz etmektedir. Örneğin, kinoanın su verimliliği (kg ürün/m<sup>3</sup> su), pirinç ve buğday gibi klasik tahıllara göre daha yüksektir ve tuz stresinde dahi %70'e kadar verim koruyabilmektedir [30]. Bu yönüyle yalancı tahıllar, hem iklim krizine dayanıklı gıda sistemlerinin kurulmasına hem de gıda güvencesinin sağlanmasına katkı sunar.

**Sürdürülebilir Kırsal Kalkınma ve Sosyoekonomik Katkılar:** Yalancı tahıllar, kırsal kesimde alternatif geçim kaynağı oluşturması, özellikle kadın çiftçilerin üretim zincirine entegrasyonu ve geleneksel bilgi sistemlerinin yaşatılması açısından kapsayıcı kalkınma perspektifi sunar. Latin Amerika'da kinoa üretimi, And bölgelerinde küçük ölçekli üreticilerin gelir düzeyini artırmış, kadın istihdamını desteklemiş ve yerel gıda egemenliğini güçlendirmiştir [2,33]. Türkiye gibi geçiş iklimine sahip ülkelerde bu ürünlerin yaygınlaştırılması hem tarımsal ürün çeşitliliğini artırmakta hem de küresel pazarda yer bulabilecek yüksek katma değerli ürünlerin geliştirilmesine olanak sağlamaktadır. Özellikle glutensiz ürün pazarı, fonksiyonel gıda endüstrisi ve organik üretim hatları açısından stratejik fırsatlar sunmaktadır [34].

## TÜRKİYE'DE YALANCI TAHILLARIN ÜRETİMİ ve GELECEĞİ

Türkiye, sahip olduğu farklı agroekolojik bölgeler sayesinde pek çok alternatif bitki türünün yetiştirilebildiği önemli bir tarımsal coğrafyadır. Bu bağlamda, kinoa (*Chenopodium quinoa*), karabuğday (*Fagopyrum esculentum*) ve amarant (*Amaranthus* spp.) gibi yalancı tahıllar, özellikle son on yılda artan beslenme bilinci, glutensiz gıdalara olan talep ve ihracat potansiyeli ile hem araştırmacıların hem de üreticilerin ilgisini çekmektedir [28,34]. Kinoa, 2010'lu yılların başlarında Türkiye'de deneme parsellerinde

yetiştirilmeye başlanmış ve Güneydoğu Anadolu, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu bölgelerinde olumlu adaptasyon sonuçları vermiştir [3,9,35]. Kuraklığa ve tuzluluğa dayanıklılığı, onu özellikle marjinal alanlarda cazip kılmaktadır [36]. Karabuğday üretimi ise Karadeniz Bölgesi başta olmak üzere Yozgat, Tokat ve Erzurum gibi illerde yoğunlaşmakta ve glutensiz ürünlere yönelik artan tüketici talepleri doğrultusunda ekim alanları giderek genişlemektedir [41]. Amarant ise hâlen sınırlı düzeyde üretilmekte olup, genellikle araştırma denemeleriyle sınırlı kalmaktadır. Türkiye’de bu ürünlerin yaygınlaştırılmasının önündeki başlıca engeller arasında sertifikalı tohum teminindeki yetersizlik, çiftçilerin bilgi eksiklikleri, üretim tekniklerine dair eğitim ve yayım eksiklikleri, işleme altyapısının yetersizliği ve sınırlı pazar yapısı yer almaktadır [35,36]. Özellikle kinoada ithal çeşitlerin yerel koşullara tam uyum sağlayamaması verimlilik sorunlarına yol açmaktadır. Ayrıca, bu ürünlerin işlenip fonksiyonel gıdalara dönüştürülmesinde karşılaşılan lojistik ve sanayi altyapı eksiklikleri, üreticiler için ekonomik sürdürülebilirliği zorlaştırmaktadır [37]. Buna karşılık, yalancı tahıllar Türkiye’nin iklim değişikliği karşısında daha dirençli, düşük girdili ve su kaynaklarını daha verimli kullanan tarım sistemlerine geçişi açısından stratejik bir rol üstlenebilecek potansiyele sahiptir. Kinoa ve amarant gibi türlerin özellikle GAP bölgesi ve Konya Ovası gibi yarı kurak alanlarda nadasa bırakılan arazilere entegrasyonu hem üretim desenini çeşitlendirebilir hem de kırsal kalkınmaya katkı sağlayabilir. Ayrıca, fonksiyonel gıda endüstrisiyle entegrasyonu sağlandığında Türkiye, glutensiz ve sağlık odaklı gıdalarda hem iç pazarda hem de ihracatta rekabetçi bir konuma gelebilir. Bu potansiyelin gerçekleştirilmesi için; Ar-Ge yatırımlarının artırılması, ulusal çeşit ıslah programlarının geliştirilmesi, kooperatif ve sözleşmeli üretim modellerinin yaygınlaştırılması, üretici eğitimlerinin artırılması ve organik/iyi tarım uygulamalarıyla bütünleşmiş üretimin teşvik edilmesi büyük önem taşımaktadır [38,39].

## **GELECEK PERSPEKTİFLER ve ARAŞTIRMA ALANLARI**

Yalancı tahıllar olan kinoa, karabuğday ve amarant, mevcut araştırmalarla birlikte fonksiyonel gıda ve sürdürülebilir tarım alanında umut vaat eden türler olarak öne çıkmaktadır. Bununla birlikte, bu potansiyelin tam anlamıyla değerlendirilebilmesi için multidisipliner ve çok yönlü araştırma yaklaşımlarına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu bölümde, geleceğe yönelik başlıca araştırma alanları ve geliştirme fırsatları sistematik olarak ele alınmıştır.

***Biyoteknolojik ve Genomik Gelişim Olanakları:*** Kinoa ve amarant gibi türlerin genetik çeşitliliği oldukça zengin olmasına rağmen, genom düzeyinde karakterizasyon ve fonksiyonel gen çalışmaları halen sınırlı kalmaktadır. Son yıllarda kinoa genomunun çözümlenmesiyle [40], tuz toleransı, besin içeriği regülasyonu, fitokimyasal sentez yolları gibi özellikleri düzenleyen gen bölgelerine yönelik ileri çalışmaların önü açılmıştır. Gelecekte, CRISPR-Cas9 gibi gen düzenleme teknolojileriyle, bitkilerin çevresel streslere dayanıklılığı artırılabilir, anti-nütrisyonel faktörler azaltılabilir ve protein kalitesi geliştirilebilir. Karabuğdayda ise alergenik bileşenlerin azaltılması ve çimlenme-indüklenen biyoaktif madde üretimi gibi biyoteknolojik hedefler önem kazanmaktadır [40].

***Fonksiyonel Ürün Geliştirme ve Endüstriyel Uygulamalar:*** Yalancı tahılların gıda sanayisindeki kullanımı halen sınırlı ürün çeşitliliğine sahiptir. Ancak fermente ürünler, probiyotik katkılı gıdalar, fonksiyonel atıştırmalıklar, bitki bazlı süt alternatifleri gibi yeni nesil ürün segmentlerinde bu türlerin kullanım potansiyeli yüksektir. Özellikle kinoa ve

amaranttan üretilen biyoaktif peptitler, suda çözünebilen lif fraksiyonları ve doğal antioksidan ekstraktlar hem fonksiyonel hem de tıbbi amaçlı ürünlerde doğal katkı maddesi olarak değerlendirilmektedir. Gelecekte bu ürünlerin fonksiyonel gıda (nutraceuticals) sınıfına dahil edilmesiyle birlikte yasal düzenlemeler ve sağlık beyanlarına yönelik bilimsel temellerin de güçlendirilmesi gerekmektedir [1].

***Klinik Araştırmalar ve Terapötik Kanıt Düzeyinin Güçlendirilmesi:*** Fonksiyonel potansiyellerine dair in vitro ve hayvan çalışmaları yaygın olmasına rağmen, yalancı tahılların insan sağlığı üzerindeki etkilerini değerlendiren randomize kontrollü klinik çalışmaların sayısı hâlen yetersizdir. Özellikle tip 2 diyabet, metabolik sendrom, hipertansiyon, inflamatuvar bağırsak hastalıkları, osteoporoz ve bazı kanser türleri üzerine etkilerini inceleyen uzun süreli, çok merkezli insan çalışmaları, terapötik etki beyanlarının desteklenmesi açısından kritik önemdedir [19]. Ayrıca, bireyselleştirilmiş beslenme (personalized nutrition) alanında yalancı tahılların genotipe dayalı etkilerinin değerlendirilmesi de geleceğin önemli araştırma konularından biri olacaktır.

***Tarımsal İslah ve Adaptasyon Araştırmaları:*** Türkiye ve benzeri iklimlerde, yerel üretime uygun yüksek verimli, düşük saponinli, erken olgunlaşan, tuz ve kuraklığa dayanıklı çeşitlerin geliştirilmesi için klasik ıslah yöntemleri yanında moleküler marker destekli seleksiyon da önem taşımaktadır [34]. Ayrıca, iklim senaryolarına dayalı adaptasyon çalışmaları, yalancı tahılların farklı agroekolojik bölgelerdeki üretim başarısını öngörmek için kullanılabilir. Bu çalışmalar, hem iklim değişikliğiyle mücadelede katkı sunacaktır hem de yeni üretim alanlarının belirlenmesinde yol gösterici olacaktır.

***Sürdürülebilir Tarım ve Agroekolojik Sistemlerle Entegrasyon:*** Yalancı tahıllar, marjinal alanların değerlendirilmesi, düşük girdi kullanımı, toprak sağlığına katkı, polikültür sistemlerine entegrasyon gibi özellikleri sayesinde agroekolojik sistemlerde önemli yer tutmaktadır. Bu çerçevede, gelecek araştırmaların;

- Kinoa ve amarantın tarımsal rotasyona katkısı,
- Toprak mikrobiyotası üzerindeki etkileri,
- Karbon ayak izi ve su ayak izi analizleri,
- Sürdürülebilir kırsal kalkınma modelleri gibi konulara odaklanması, iklim dirençli ve çevre dostu üretim stratejilerinin geliştirilmesine katkı sağlayacaktır [2,20].

## **SONUÇ ve TARTIŞMA**

Yalancı tahıllar olarak sınıflandırılan kinoa, karabuğday ve amarant; yüksek biyoyararlanıma sahip protein fraksiyonları, dengeli amino asit profilleri, çözünür ve çözünmeyen diyet lifi bileşenleri ile fenolik asitler, flavonoidler, tokoferoller ve saponinler gibi geniş spektrumlu fitokimyasalları sayesinde hem beslenme bilimi hem de fonksiyonel gıda teknolojileri açısından stratejik öneme sahip bitki türleridir. Güncel literatür, bu türlerin antioksidan, antienflamatuvar, hipolipidemik, hipoglisemik ve potansiyel antiproliferatif etkilerinin moleküler mekanizmalarının NF- $\kappa$ B, AMPK, Nrf2, PI3K/Akt ve PPAR- $\alpha/\gamma$  gibi sinyal yolları üzerinden gerçekleştiğini ortaya koymaktadır. Bu yönüyle yalancı tahıllar, kardiyometabolik hastalıkların önlenmesi, glisemik kontrolün iyileştirilmesi, oksidatif stresin azaltılması ve inflamatuvar yanıtların

baskılanması gibi klinik açıdan kritik süreçlerde tamamlayıcı besinsel bileşenler olarak değerlendirilmektedir.

Tarımsal açıdan incelendiğinde, kinoa, karabuğday ve amarantın geniş genetik varyabiliteye, yüksek morfofizyolojik plastisiteye ve tuzluluk, kuraklık, yüksek ışık şiddeti ve düşük sıcaklık gibi abiyotik stres faktörlerine karşı belirgin adaptasyon kapasitesine sahip olduğu görülmektedir. Bu türlerin düşük girdili tarım sistemleri, organik üretim modelleri ve marjinal toprakların değerlendirilmesi açısından sunduğu avantajlar, iklim değişikliğinin giderek belirginleştiği günümüz koşullarında tarımsal sürdürülebilirlik stratejileri bakımından önemli bir fırsat alanı oluşturmaktadır. Türkiye özelinde kinoa ve karabuğdayda artan adaptasyon çalışmaları olumlu sonuçlar vermekle birlikte, amarantın üretim potansiyeli henüz araştırma seviyesinde kalmakta ve geniş çaplı uygulama alanına ulaşamamıştır. Bununla birlikte, yalancı tahılların üretim ve kullanım zincirinde hâlen çözülmesi gereken sorunlar bulunmaktadır. Sertifikalı tohum materyali eksikliği, bölgesel adaptasyon verilerinin sınırlı olması, işleme ve sanayi entegrasyonundaki altyapı yetersizlikleri, fonksiyonel gıda formülasyonları için standardize ekstrakt ve bileşen üretiminin yeterince gelişmemiş olması bunlar arasında yer almaktadır. Ayrıca klinik açıdan değerlendirildiğinde, mevcut in vitro ve in vivo veriler umut verici olmakla birlikte, terapötik etkinliği doğrulayan uzun süreli, randomize kontrollü insan çalışmaları hâlen yetersizdir. Bu durum, sağlık beyanlarının kanıta dayalı biçimde desteklenmesi için ileri araştırma gereksinimini ortaya koymaktadır.

Sonuç olarak, kinoa, karabuğday ve amarant yalnızca alternatif tahıl benzeri ürünler değil, aynı zamanda fonksiyonel gıda biliminde, kişiselleştirilmiş beslenme yaklaşımlarında ve iklim dirençli tarımsal üretim modellerinde yüksek stratejik değere sahip türlerdir. Bu potansiyelin tam olarak gerçekleştirilebilmesi için genomik, metabolomik ve proteomik düzeyde kapsamlı moleküler karakterizasyon çalışmalarının artırılması; ıslah programlarının hızlandırılması, işleme teknolojilerinin geliştirilmesi; Ar-Ge yatırımlarının fonksiyonel ürün geliştirme süreçleriyle bütünleştirilmesi ve sürdürülebilir üretim modellerine yönelik ulusal politikaların desteklenmesi gerekmektedir. Bu kapsamda, yalancı tahıllar gelecekte hem gıda güvenliği hem de halk sağlığı perspektifinden kritik bileşenler arasında yer almaya adaydır.

**Acknowledgement:** Bu derleme makale, Abant 5. Uluslararası Güncel Akademik Çalışmalar Kongresinde Sunulu özet bildiri olarak sunulmuştur.

## REFERENCES

- [1] 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(2): 106–113.
- [2] Bazile, D., Jacobsen, S. E., & Verniau, A. (2016): The global expansion of quinoa: Trends and limits. *Frontiers in Plant Science*, 7: 622.
- [3] Nowak, V., Du, J., & Charrondièrè, U. R. (2016): Assessment of the nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Food Chemistry*, 193:47–54.
- [4] Tang, Y., Li, X., Zhang, B., Chen, P. X., Liu, R., & Tsao, R. (2015): Characterisation of phenolics, betacyanins and antioxidant activities in seeds of three *Chenopodium quinoa* Willd. genotypes. *Food Chemistry*, 166:380–388.

- [5] Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., & Jacobsen, S. E. (2003): Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International*, 19(1–2):179–189.
- [6] Gamel, T. H., Linszen, J. P. H., Mesallem, A. S., Damir, A. A., & Shekib, L. A. (2005): Effect of seed treatments on the chemical composition and properties of two amaranth species: Starch and protein. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(2): 319–327.
- [7] Bazile, D., Bertero, H. D., & Nieto, C. (Eds.). (2015): State of the art report on quinoa around the world in 2013. FAO & CIRAD. <https://www.fao.org/3/i4042e/i4042e.pdf>.
- [8] Vega-Gálvez, A., 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(15): 2541–2547.
- [9] FAO. (2011): Quinoa: An ancient crop to contribute to world food security. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://www.fao.org/4/aq287e/aq287e.pdf>
- [10] Hariadi, Y., Marandon, K., Tian, Y., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. (2011): Ionic and osmotic relations in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) plants grown at various salinity levels. *Journal of Experimental Botany*, 62(1): 185–193.
- [11] Valenzuela-González, M., Rouzaud-Sández, O., Ledesma-Osuna, A. I., Astiazarán-García, H., Salazar-López, N. J., Vidal-Quintanar, R. L., & Robles-Sánchez, M. (2022): Bioaccessibility of phenolic compounds, antioxidant activity, and consumer acceptability of heat-treated quinoa cookies. *Food Science and Technology*, 42, e43421.
- [12] Christa, K., & Soral-Śmietana, M. (2008): Buckwheat grains and buckwheat products – Nutritional and prophylactic value of their components. A review. *Czech Journal of Food Sciences*, 26(3): 153–162.
- [13] Kim, S. L., Kim, S. K., & Park, C. H. (2004): Introduction and nutritional evaluation of buckwheat sprouts as a new vegetable. *Food Research International*, 37(4): 319–327.
- [14] Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., & Bavec, F. (2009): Nutrition value and use of grain amaranth: potential future application in bread production. *Agricultura*, 6(2): 43–53.
- [15] Písařiková, B., Zralý, Z., Kráčmar, S., Trčková, M., & Herzig, I. (2005): Nutritional value of amaranth (genus *Amaranthus* L.) grain in diets for broiler chickens. *Czech Journal of Animal Science*, 50(12): 568–573.
- [16] Rastogi, A., & Shukla, S. (2013): Amaranth: A new millennium crop of nutraceutical values. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2): 109–125.
- [17] Silva-Sánchez, C., Barba de la Rosa, A. P., León-Galván, M. F., de Lumen, B. O., de León-Rodríguez, A., & González de Mejía, E. (2008): Bioactive peptides in amaranth (*Amaranthus hypochondriacus*) seed. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(4):1233–1240.
- [18] Zevallos, V. F., Herencia, L. I., Chang, F., Donnelly, S., Ellis, H. J., & Ciclitira, P. J. (2014): Gastrointestinal effects of eating quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in celiac patients. *The American Journal of Gastroenterology*, 109(2): 270–278.
- [19] Gu, H., Li, C., Xu, Y., Li, W., Zhang, Y., & Zhang, X. (2021): Phytochemicals for the prevention and treatment of metabolic syndrome: A review of mechanisms and clinical evidence. *Phytomedicine*, 90:153654.
- [20] Jacobsen, S. E. (2017): The scope for adaptation of quinoa in northern latitudes of Europe. *Journal of Agronomy and Crop Science*, 203(6): 603–613.
- [21] Tomotake, H., Shimaoka, I., Kayashita, J., Nakajoh, M., & Kato, N. (2006): Physiological effect of dietary buckwheat protein on lipid metabolism in rats. *Nutrition Research*, 26(2): 61–66.

- [22] Jan, N., Hussain, S. Z., Naseer, B., & Bhat, T. A. (2023): Amaranth and quinoa as potential nutraceuticals: A review of anti-nutritional factors, health benefits and their applications in food, medicinal and cosmetic sectors. *Food Chemistry*, 18: 100687.
- [23] Geerts, S., Raes, D., Garcia, M., Mendoza, J., & Huanca, R. (2008): Crop water use indicators to quantify the flexible phenology of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) in response to drought stress. *Field Crops Research*, 108(2): 150-156.
- [24] Giménez-Bastida, J. A., Zieliński, H., Piskula, M. K., Zielińska, D., & Szawara-Nowak, D. (2017): Buckwheat bioactive compounds, their derived phenolic metabolites and their health benefits. *Molecular Nutrition & Food Research*, 61(7): 1600475.
- [25] Abellán Ruiz, M. S., Barnuevo Espinosa, M. D., García Santamaría, C., Contreras Fernández, C. J., Aldegue García, M., Soto Méndez, F., Guillén Guillén, I., Luque Rubia, A. J., Quinde Ràzuri, F. J., Martínez Garrido, A., & López Román, F. J. (2017): Effect of quinoa (*Chenopodium quinoa*) consumption as a coadjuvant in nutritional intervention in prediabetic subjects. *Nutrición Hospitalaria*, 34(5): 1163–1169.
- [26] Navruz-Varli, S., & Sanlier, N. (2016): Nutritional and health benefits of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Journal of Cereal Science*, 69: 371–376.
- [27] Caeiro, C., Pragosa, C., Carreira Cruz, M., Pereira, C. D., & Pereira, S. G. (2022): The role of pseudocereals in celiac disease: Reducing nutritional deficiencies to improve well-being and health. *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2022: 8502169.
- [28] 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.
- [29] Shukla, S., Bhargava, A., Chatterjee A., Srivastava, A., Singh. S.P. (2007): Genetic variability and heritability of selected traits during different cuttings of vegetable amaranth (*Amaranthus tricolor*). *International Journal of Plant Production*, 1(1): 1–7.
- [30] Adolf, V. I., Jacobsen, S. E., & Shabala, S. (2013): Salt tolerance mechanisms in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.). *Environmental and Experimental Botany*, 92: 43–54.
- [31] Jacobsen, S. E., Monteros, C., Christiansen, J. L., Bravo, L. A., Corcuera, L. J., & Mujica, A. (2005): Plant responses of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to frost at various phenological stages. *European Journal of Agronomy*, 19(1): 47–57.
- [32] Bhargava, A., Shukla, S., & Ohri, D. (2006): *Chenopodium quinoa*—An Indian perspective. *Industrial Crops and Products*, 23(1): 73–87.
- [33] Winkel, T., Bertero, D., Bommel, P., Bourliand, J., Chevarría-Lazo, M., Cortes, G., Cruz, C., Cuéllar, S., Del Castillo, C., Joffre, J., Largo-García, J., León, A., Leoni, A., Loayza, S., Martínez, J., Mendoza, C., Peralta, A., Rojas, M., Santivañez, E., Téllez, O. (2015): The sustainability of quinoa production in southern Bolivia: From misrepresentation to questionable solutions. *Sustainability*, 7(7): 8444–8470.
- [34] Mujica, A., Jacobsen, S. E., & Izquierdo, J. (Eds.). (2001): Quinoa: An Andean crop to conquer the world. *FAO Regional Office for Latin America and the Caribbean*.
- [35] Tan, M., & Temel, S. (2018): Studies on the adaptation of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to Eastern Anatolia region of Turkey. *AGROFOR International Journal*, 2(2): 33-39.
- [36] Geren, H. (2015): Effects of different nitrogen levels on the grain yield and some yield components of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) under Mediterranean climatic conditions. *Turkish Journal of Field Crops*, 20(1): 59–64.
- [37] Kara, O. O. (2024): Fonksiyonel gıda üretiminde yeni yaklaşımlar. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 29(3): 1064–1081.
- [38] Dumanoğlu, Z., Işık, D., & Geren, H. (2016): Kinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.)’da farklı tuz (NaCl) yoğunluklarının tane verimi ve bazı verim unsurlarına etkisi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 53(2): 153–159.
- [39] Özuğur, G., & Hayta, M. (2011): Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36(5): 287–294.

- [40] Jarvis, D. E., Ho, Y. S., Lightfoot, D. J., Schmöckel, S. M., Li, B., Borm, T. J. A., Ohyanagi, H., Mineta, K., Michell, C. T., Saber, N., Kharbatia, N. M., Rupper, R. R., Sharp, A. R., Dally, N., Boughton, B. A., Woo, Y. H., Gao, G., Schijlen, E. G. W. M., Guo, X., Momin, A. A., Negrão, S., Al-Babili, S., Gehring, C., Roessner, U., Jung, C., Murphy, K., Arold, S. T., Gojobori, T., van der Linden, C. G., van Loo, E. N., Jellen, E. N., Maughan, P. J., & Tester, M. (2017): The genome of *Chenopodium quinoa*. *Nature*, 542(7641): 307–312.
- [41] Gülpınar A.R., Erdoğan Orhan İ., Kan A., Şenol F.S., Çelik S.A., Kartal M. (2012): Estimation of in vitro neuroprotective properties and quantification of rutin and fatty acids in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) cultivated in Turkey. *Food Research International*, 46(2): 536-543.