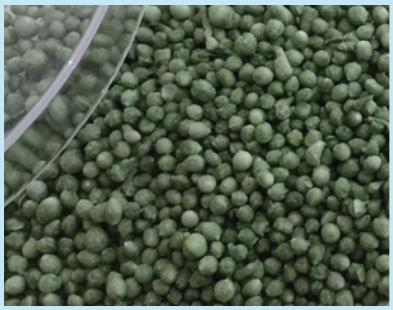
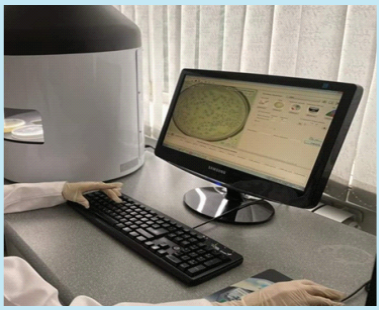
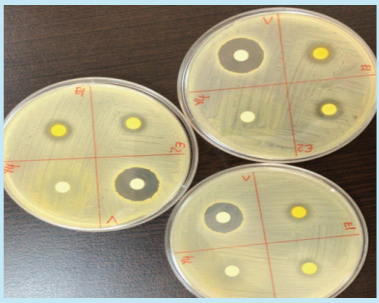
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA YENİ YAKLAŞIMLAR

Prof. Dr. Hülya GÜL
Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT




İKSAD
Publishing House

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ALANINDA YENİ YAKLAŞIMLAR

EDİTÖRLER

Prof. Dr. Hülya GÜL
Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT

YAZARLAR

Prof. Dr. Bedia ŞİMŞEK
Prof. Dr. Canan Ece TAMER
Prof. Dr. Hülya GÜL
Prof. Dr. Laura MAMAYEVA
Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU
Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR
Prof. Dr. Yasin TUNCER
Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN
Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
Doç. Dr. Banu ÖZDEN TUNCER
Doç. Dr. Cüneyt TUNÇKAL
Doç. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU
Doç. Dr. Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE
Doç. Dr. Tuğba KÖK TAŞ
Dr. Öğr. Üyesi Arzu KART
Dr. Öğr. Üyesi Azime ÖZKAN KARABACAK
Dr. Öğr. Üyesi Bilge ERTEKİN FİLİZ
Dr. Öğr. Üyesi Didem AKPINAR KANKAYA
Dr. Öğr. Üyesi Gülay BAYRAMOĞLU
Dr. Öğr. Üyesi Leyla EREN KARAHAN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN
Dr. Öğr. Üyesi Özge Duygu OKUR
Dr. Öğr. Üyesi Sultan ACUN
Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT
Öğr. Gör. Dr. Mehmet ÇELEBİ
Dr. Burak GENİŞ
Dr. Togzhan BORANBAYEVA
Öğr. Gör. Ali Emrecan ATA
Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAN
Öğr. Gör. Halis KABLAN
Arş. Gör. Özüm ÖZOĞLU
Gıda Yük. Müh. Şeyma ULUTÜRK
Gıda Yük. Müh. Şifa ÇALIŞKAN
Gıda Müh. Özgün ÖZİNARLI
Gıda Müh. Senanur DURGUT
Gıda Müh. Aysun KULUÇLU

İKSAD
Publishing House

Copyright © 2022 by iksad publishing house
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, distributed or transmitted in any form or by any means, including photocopying, recording or other electronic or mechanical methods, without the prior written permission of the publisher, except in the case of brief quotations embodied in critical reviews and certain other noncommercial uses permitted by copyright law.
Institution of Economic Development and Social Researches Publications®
(The Licence Number of Publicator: 2014/31220)
TURKEY TR: +90 342 606 06 75
USA: +1 631 685 0 853
E mail: iksadyayinevi@gmail.com
www.iksadyayinevi.com

It is responsibility of the author to abide by the publishing ethics rules. The first degree responsibility of the works in the book belongs to the authors.
Iksad Publications – 2022©

ISBN: 978-625-8246-56-8
Cover Design: İbrahim KAYA
November / 2022
Ankara / Türkiye
Size = 16x24 cm

İÇİNDEKİLER

EDİTÖRDEN
ÖNSÖZ
Prof. Dr. Hülya GÜL
Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT.....1

BÖLÜM 1
SÜT TEKNOLOJİSİ ALANINDA YENİ YAKLAŞIMLAR: SÜT VE ÜRÜNLERİNDE YANIT YÜZEY YÖNTEMİYLE OPTİMİZASYON UYGULAMALARI
Öğr. Gör. Dr. Mehmet ÇELEBİ
Prof. Dr. Bedia ŞİMŞEK.....3

BÖLÜM 2
FERMENTASYONDAN SORUMLU MİKROORGANİZMALAR ÜZERİNE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLERİN ETKİSİ
Arş. Gör. Özüm ÖZOĞLU
Gıa Müh.Senanur DURGUT
Prof. Dr. Canan Ece TAMER
Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU.....33

BÖLÜM 3
GIDA SANAYİNDE KOMBUCHA BİYOSELÜLOZUNUN DEĞERLENDİRME OLANAKLARI
Prof. Dr. Canan Ece TAMER
Doç. Dr. Arzu AKPINAR BAYİZİT
Dr. Öğr.Üyesi Azime ÖZKAN KARABACAK
Gıda Müh. Senanur DURGUT
Doç. Dr. Cüneyt TUNÇKAL
Dr. Öğr. Üyesi Gülay BAYRAMOĞLU
Doç. Dr. Perihan YOLCI ÖMEROĞLU
Doç. Dr. Senem KAMİLOĞLU BEŞTEPE
Prof. Dr. Ömer Utku ÇOPUR.....67

BÖLÜM 4
YALANCI TAHILLAR VE YENİLİKÇİ TAHIL ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANIMLARI
Dr. Öğr. Üyesi Sultan ACUN
Prof. Dr. Hülya GÜL
Gıda Yük. Müh. Şeyma ULUTÜRK.....125

BÖLÜM 5
DEVE SÜTÜ: BİLEŞİMİ, ÜRÜNLERİ VE SAĞLIK ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ
Dr. Togzhan BORANBAYEVA
Prof. Dr. Laura MAMAYEVA…….....173

BÖLÜM 6
GIDA ENDÜSTRİSİNDE BİYOSENSÖR TEKNOLOJİSİNİN KULLANIMI
Arş. Gör. Özüm ÖZOĞLU
Doç. Dr. Evrim GÜNEŞ ALTUNTAŞ
Doç. Dr. Aytekin UZUNOĞLU
Prof. Dr. Mihriban KORUKLUOĞLU.....223

BÖLÜM 7
POSTBİYOTİKLER VE GIDA ENDÜSTRİSİNDE POTANSİYEL UYGULAMALARI
Dr. Öğr. Üyesi Didem AKPINAR KANKAYA
Dr. Burak GENİŞ
Doç. Dr. Banu ÖZDEN TUNCER
Prof. Dr. Yasin TUNCER.....257

BÖLÜM 8
GIDA GÜVENLİĞİNDE BİYOKONTROL AJANI OLARAK BAKTERİYOFAJ VE FAJ LİZİNLERİNİN KULLANIMI
Dr. Burak GENİŞ
Dr. Öğr. Üyesi Didem AKPINAR KANKAYA
Doç. Dr. Banu ÖZDEN TUNCER
Prof. Dr. Yasin TUNCER.....299

BÖLÜM 9
AFLATOKSİNLERİN DETOKSİFİKASYON YÖNTEMLERİNDEKİ SON GELİŞMELER
Doç. Dr. Adnan BOZDOĞAN.....341

BÖLÜM 10
KİTOSAN BAZLI FİLM ve KAPLAMALARIN TAZE MEYVELERİN RAF ÖMRÜNÜN ARTIRILMASI ÜZERİNE ETKİSİ
Gıda Yük. Müh. Şifa ÇALIŞKAN
Doç. Dr. Perihan YOLCİ ÖMEROĞLU.....373

BÖLÜM 11
MİKROENKAPSÜLASYON VE FARKLI GIDALARI PROBİYOTİKLEŞTİRME UYGULAMALARI
Gıda Müh. Aysun KULUÇLU
Doç. Dr. TUĞBA KÖK TAŞ.....403

BÖLÜM 12
GIDA ENDÜSTRİSİNDE KİLLER MAYALARIN KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Arzu KART.....449

BÖLÜM 13
GIDA KURUTMA PROSESLERİNDE KALİTEYİ ARTTIRMAYA YÖNELİK UYGULANAN GELENEKSEL VE YENİLİKÇİ TEKNOLOJİLER
Gıda Müh. Özgün ÖZİNARLI
Dr. Öğr. Üyesi Bilge ERTEKİN FİLİZ.....479

BÖLÜM 14
FONKSİYONEL GIDA KAYNAĞI OLARAK TAHIL VE PSEUDO-TAHIL DİYET LİFLERİ
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN
Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAN
Dr. Öğr. Üyesi Leyla EREN KARAHAN.....515

BÖLÜM 15
PROBİYOTİK ve PREBİYOTİKLERİN FONKSİYONEL BİLEŞEN OLARAK SÜT ÜRÜNLERİNDE KULLANIMI
Dr. Öğr. Üyesi Leyla EREN KARAHAN
Öğr. Gör. Ali Mücahit KARAHAN
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet KÖTEN.....559

BÖLÜM 16
SÜT TEKNOLOJİSİNDE YENİLİKÇİ BİR BİLEŞEN: SPİRULİNA PLATENSİS
Dr. Öğr. Üyesi Özge Duygu OKUR……...589

BÖLÜM 17
GIDA TEKNOLOJİSİNDE ALTERNATİF BİR YAKLAŞIM: ÜÇ BOYUTLU (3D) YAZICI TEKNOLOJİSİ
Dr. Öğr. Üyesi Özge Duygu OKUR.....629

BÖLÜM 18
GIDALARDAKİ FENOLİK BİLEŞENLERİN GÜNCEL EKSTRAKSİYON YÖNTEMLERİ
Dr.Öğr. Üyesi Sultan ACUN…….....659

BÖLÜM 19
GIDALARA YÖNELİK DERİN ÖĞRENMEYE DAYALI NESNE TESPİT UYGULAMASI ÖRNEĞİ
Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT.....705

BÖLÜM 20
GIDALARDA GÖRÜNTÜ İŞLEME ÇALIŞMALARINA YÖNELİK GÜNCEL YAKLAŞIMLAR
Dr. Öğr. Üyesi Tolga HAYIT.....723

BÖLÜM 21
İKAME GIDALAR VE SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ
Öğr. Gör. Ali Emrecan ATA……...743

BÖLÜM 22
ÇÖVEN EKSTRAKTININ GIDALARDA KULLANIMI VE SAPONİNLER
Öğr. Gör. Halis KABLAN…….....775

ÖNSÖZ

Gıda, canlıların yaşamlarını sürdürebilmeleri için hava ve su ile birlikte gerekli olan en temel ihtiyaçlarındandır. Bir taraftan hızla artan dünya nüfusunun gıda ihtiyacını karşılayabilmek diğer taraftan küresel ısınma, kuraklık gibi iklim değişikliklerinden çok fazla etkilenen gıda üretimini arttırabilmek için gıda sektöründe sürdürülebilir, yenilenebilir ve yeni üretim teknolojilerinin geliştirilmesi zorunluluk haline gelmiştir. Bu bağlamda günümüz dünyasında, tüketici bilinci ve güvenilir gıda arzına yönelik talebin artması Gıda Mühendisliği Alanına düşen sorumluluğu da arttırmıştır. Gıda Mühendisleri bilgi ve deneyimlerini; kısıtlı kaynakların daha etkin ve adaletli bir şekilde kullanılabilmesi, güvenli, fonksiyonel, sağlıklı, ulaşılabilir, çevreye duyarlı, sürdürülebilir gıda ürünlerinin geliştirilmesi ve üretilmesi amacıyla kullanmak durumundadırlar. Hızla gelişen ve değişen günümüz dünyasında sürdürülebilir kalkınmanın bir gereği olarak gıda sektörünün ve Gıda Mühendisleri'nin geleneksel gıda teknolojilerinin yanısıra yeni gıda teknolojilerinin, yeni gıda ürünlerinin tasarlanması, geliştirilmesi ve uygulamaya aktarılmasında inovasyona gitmeleri daha da önemli bir hale gelmiştir.

Bu kitapta, Gıda Mühendisliği alanındaki yenilikleri, güncel teknolojileri ve yeni yaklaşımları kapsayan hepsi birbirinden değerli toplam 22 bölüm yer almaktadır. Kitabımıza katkı sağlayan kıymetli akademisyenlere, meslektaşlarımıza ve akademik yolculuğun başında olan sevgili yüksek lisans ve doktora öğrencilerine ayrıca kitabın

basımını büyük bir gayret ve titizlikle gerçekleştiren İksad Yayınevine içtenlikle teşekkür ederiz.

Prof. Dr. Hülya GÜL

Dr. Öğr. Üyesi Fatma HAYIT

BÖLÜM 4

YALANCI TAHILLAR VE YENİLİKÇİ TAHIL ÜRÜNLERİNİN GELİŞTİRİLMESİNDE KULLANIMLARI

Dr. Öğr. Üyesi Sultan ACUN[1], Prof. Dr. Hülya GÜL[2],
Gıda Yüksek Mühendisi Şeyma ULUTÜRK[3]

[1] Amasya Üniversitesi, Suluova Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Amasya, Türkiye, sultan.acun@amasya.edu.tr, ORCID ID:0000-0003-1954-6102
[2] Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, hulyagul@sdu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-6791-817X
[3] Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Isparta, Türkiye, uluturk.seyma@outlook.com, ORCID ID:0000-0001-7060-5337

1.Giriş

Poaceae (Gramineae) familyasına ait olan bitkilerin tohumları olarak adlandırılan "tahıllar" geçmişten günümüze kadar insanlık tarihinin en önemli besin kaynaklarındandır. Yaygın olarak yetiştirilen ve dünyadaki ulusların siyasi, ekonomik ve sosyal tarihlerini şekillendiren başlıca tahıllar mısır, buğday ve çeltiktir. Bu üç tahıldan elde edilen gıda ürünleri dünya nüfusunun kalori ihtiyacının yaklaşık yarısını karşılar. Bunların dışında sorgum, arpa, çavdar, yulaf, tritikale ve darı çeşitleri de tahıllar grubunda yer alır.

Buğday, arpa, çavdar, yulaf gibi tüm tahıl türleri monokotiledon (tek çenekli) sınıfında yer alırken, Türkçe'de "yalancı tahıllar" veya "tahıl benzerleri" olarak bilinen kinoa, amarant gibi bitkiler *Amaranthaceae, Polygonacea,* ve *Chenopodiaceae* gibi birkaç familyaya ayrılan dikotiledon (çift çenekli) bitkiler sınıfındandırlar (Schoenlechner, 2016). İngilizce Amerikan Mirası sözlüğünde tahıl benzeri ürünler; "ot ailesine ait olmayan, ancak ekmek ve diğer temel gıdalar için un olarak kullanılan meyve ve tohumları üreten bitki" olarak tanımlanmaktadır (Mir ve ark., 2018). Tahıl benzerleri arasında en çok bilinen ve üretileni amarant (*Amaranthus* sp.), kinoa (*Chenopodium quinoa Willd*), chia (*Salvia hispanica L.*) ve karabuğdaydır (*Fagopyrum* sp.). Bu tanelerin kimyasal bileşenleri ve fonksiyonları gerçek tahıllara benzediği ve tahıllar gibi kullanılabilen nişasta açısından zengin taneler oldukları için birçok araştırmacı tarafından "yalancı tahıllar" veya "tahıl benzerleri" olarak adlandırılırlar (Schoenlechner, 2016; Mir ve ark., 2018; Köten ve ark., 2022).

Günümüzde Güney Amerika'daki And Bölgesi'nde yetiştirilen amarant ve kinoa, Kolomb öncesi kültürlerde üretilen temel iki üründür. İspanyol fethinden sonra, bu iki ürünün üretimi baskılanarak küçük ölçekte üretilmiştir. Son yıllarda sağlıklı beslenmenin öneminin artmasıyla beraber besinsel ve fonksiyonel özellikleri tanınan bu ürünlere ilgi artmış ve buna bağlı olarak daha yaygın şekilde üretilmeye başlanmıştır (Mir ve ark., 2018). Buna rağmen amarant üretimi diğer ürünlere oranla daha azdır. Amarant üretiminin çok düşük olması nedeniyle FAO (Food and Agriculture Organization) verilerinde üretimi hala listelenmemektedir. Üretimi çoğunlukla ABD, Çin, Avrupa ve Latin Amerika ülkelerinde ticari olarak sürdürülmektedir (Mir ve ark., 2018; Anonim, 2022a). Amarantın aksine, kinoa üretimi yıldan yıla artış göstermektedir. 2019 yılında yaklaşık 161 bin ton üretilen kinoa, 2020 yılında 175 bin ton civarında üretilmiştir (Anonim, 2022a).

Polygoneaceae familyasından tek yıllık bitki olan karabuğdayın en çok üretimi yapılan türleri yaygın karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench) ve tatar karabuğdayıdır (Tatary Buckwheat *Fagopyrum tartaricum* Gaerth) (Hayıt ve Gül, 2015; Köten ve ark., 2022). Orta Asya karabuğdayın çıkış merkezi olarak kabul edilmiş ve göçebe halk tarafından Orta ve Doğu Avrupa'ya taşınmıştır. 13. Yüzyılda Almanya, Avusturya ve İtalya'da önem kazanan karabuğdayın üretimi, bu bölgede diğer tahılların yaygınlaşması nedeniyle azalmıştır. Gluteniz beslenmenin önem kazandığı günümüzde ise karabuğdayın değeri tekrar anlaşılmış ve üretimi

önemli oranda artmıştır (Mir ve ark., 2018). 2020 yılında, dünya çapında karabuğday üretimi yaklaşık 1.7 milyon tondur (Anonim, 2022a). Çin ve Rusya en büyük üreticiler arasındadır ve yaygın karabuğday olarak bilinen tür Çin'in kuzeyinde yetiştirilirken, Tatar karabuğdayı çoğunlukla Çin'in güneybatısında üretilmektedir (Hayıt ve Gül, 2015; Mir ve ark., 2018).

"Süper gıda" olarak da adlandırılan ve *Lamiaceae* familyasından olan chia (*Salvia hispanica* L.), tek yıllık otsu bir bitkidir (Erdoğdu ve Geçgel, 2019). Meksika ve Guatemala kökenli chia kolomb öncesi dönemde mayalar ve aztekler tarafından yetiştirilmiştir (Kaur ve Bains, 2020). FAO verilerinde amarant gibi hala listelenmeyen chia Avustralya, Güney Amerika ve Meksika'da yaygın olarak yetiştirilmektedir (Khodaman ve ark, 2022).

Son yıllarda yüksek besin öğeleri ve farklı fonksiyonel özellikleri ile yalancı tahıllar yeni gıda ürünlerinin özellikle glutensiz gıda ürünlerinin geliştirilmesi ve çeşitlendirilmesi amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadırlar. Bu bölümde, çölyak hastaları için gluten bulunduran ürünlere alternatif olarak sunulan ve sağlıklı beslenme konusunda bilincin artmasıyla diğer tüketiciler tarafından da daha fazla talep edilen karabuğday, kinoa, amarant ve chianın fırın ürünlerinde ve glutensiz ürünlerde kullanımı ve bu ürünlerin reolojik, teknolojik, duyusal ve besinsel kaliteleri üzerine etkileri hakkında bilgi verilmiştir.

2.Karabuğday ve Kullanım Alanları

Karabuğday, *Polygonaceae* familyasına ait *Fagopyrum* türünden tek yıllık çift çenekli bir bitkidir (Zhang ve ark., 2012). Buğday, arpa ve pirinç gibi ekimi fazla yapılan tahıl çeşitlerinden farklılık gösteren karabuğday, tahıl gruplarıyla benzer ve farklı özellikleri bulunan tahıl benzeri (pseudo-cereal) grubunda yer alır. Karabuğdayın tür ve çeşidine göre tane rengi, şekli ve büyüklüğü değişebilir. Karabuğday taneleri keskin hatlara sahip olan üçgen şeklindedir (Kreft ve ark., 2022). Tane kabuğu ise parlak, gri, siyah ya da mat kahverenginde olabilir.

Karabuğday kronik rahatsızlıkların giderilmesinde olumlu etkileri olan besleyici bir gıda olarak bilinir ve ekolojik anlamda oldukça uyumludur. Sert iklim ve zorlu toprak şartlarındaki bölgeleri de içine alacak şekilde birçok alanda yetişebilir (Zhang ve ark., 2012). Karabuğday üretimi 2020 yılında en fazla olan ülkeler sırasıyla Rusya (892 bin ton), Çin (503 bin ton), Ukrayna (97 bin ton), Amerika (86 bin ton) ve Brezilya (65 bin ton)'dır (Anonim, 2022a). Türkiye'de ise 2021 yılında TUİK (Türkiye İstatistik Kurumu) verilerine göre 1.413 ton karabuğday üretimi yapılmış, 986 ton ile Yozgat en çok üretim yapılan il olmuştur (Anonim, 2022b).

Karabuğday, tür ve çeşidine göre değişmekle birlikte %67.8-70.1 karbonhidrat ve %8.5-19 protein içerir (Karahan ve Kılınççeker, 2020). Proteinlerin %12.5'i albümin, %64.5'i globulin, %2.9'u prolamin ve %8'i glutelindir (Ikeda ve ark., 1991). Yapısında, gluten alerjisine neden olduğu düşünülen glutelin ve prolamin fraksiyonlarını

düşük miktarda içermesi çölyak hastaları için karabuğdayı değerli bir kaynak haline getirmektedir (Karahan ve Kılınççeker, 2020). Karabuğdayda toplam yağ miktarı %1.7-4.0 arasındadır. Bu değerin %40'ını çoklu doymamış yağ asitleri meydana getirirken, toplam yağ asitlerinin %80'ini doymamış yağ asitleri oluşturmaktadır (Léder ve ark., 2010). Karabuğdayın kabuğu toplam ve çözünebilir diyet lif açısından oldukça zengindir. Yaygın karabuğday tanesi ve ununda diyet lif miktarı sırasıyla %27.38 ve %6.77, Tartar karabuğday tohumunda ise bu oranlar sırasıyla %25.98 ve %6.29 arasındadır (Karahan ve Kılınççeker, 2020).

Karabuğdaydan elde edilen unun yapısında ana unsurların yanı sıra rutin, kuersetin, orientin, viteksin, isoviteksin ve isoorientin gibi flavonoidler, fitosteroller, fagopirinler, D-kiroinositol, myoinositol, fenilpropanoid glikozidler, serbest ve bağlı fenolik asitler ve proantosiyanidinler gibi terapötik (tedavi edici özellikte) bileşenler de oldukça fazladır. Bu bileşenlere sahip olması karabuğdaya, besleyici ve sağlıklı tahıl içerikli ürünlerin geliştirilmesine yönelik geniş bir kullanım alanı sağlar (Chai ve ark., 2016). Bu özellikleri nedeniyle karabuğday yemek ve pilav çeşitlerinde kullanılabildiği gibi şarap, alkol, sirke, çay, ekmek, kek, krep, erişte, kahvaltılık tahıl, makarna, bisküvi, pankek, dondurma külahı, kanseri önlemek için alınan ilaçlar, kapsül, diş macunu, merhem ve sakız gibi ürünlerin üretiminde de kullanılmaktadır (Atalay ve ark., 2013).

Karabuğdayda %54.5 oranında bulunan nişasta granülleri oval, yuvarlak ya da çokgen şeklinde olup 2-15µm arasında değişir. Daha

fazla su absorbe edebilen ve bu nedenle daha çok şişebilen karabuğday nişastasının, çirişlenme stabilitesi daha yüksektir (Sluková ve ark., 2017). Bu durum karabuğday unu ile üretilen jellerin daha dayanıklı olmasını sağlar ve ilave edildiği tahıl ürünlerinde kabul edilebilirliği arttırır (Karahan ve Kılınççeker, 2020).

Ekmek üretiminde hamurun elastik-plastik özellik kazanmasında en önemli faktör glutendir. Buğday unundan yapılan ekmeklerde gluten ile oluşan bağlar karabuğday ununda gözlemlenmez bunun yerine hamur içerisinde jel yapıları meydana gelir. Bu nedenle farinograf analizinde hamurun yoğurmaya karşı gösterdiği direnç düşüktür (Sluková ve ark., 2017). Karabuğday unu ile elde edilen hamur kalitesinin iyileştirilmesi için düşük seviyelerde transglutaminaz enzimi, askorbik asit ve %15'e varan oranda vital gluten ilave edilebilir (Zheng ve ark. 2022).

Karabuğday ununun buğday ununa ilave edilmesiyle hazırlanan hamurlarda karabuğday ununun partikül büyüklüğü ve ilave edilme oranı hamurun reolojik özellikleri üzerine etkilidir. Küçük partiküller halinde öğütülen karabuğday unu, buğday ununa ilave edildiğinde hamur mukavemeti önemli oranda etkilenmezken; büyük partiküller halinde ilave edilen karabuğday unu hamur mukavemetinin artmasına neden olur (Coţovanu ve Mironeasa 2022a).

Karabuğday unu ilave edilen ekmeklerin, besleyici değeri artarken teknolojik özellikleri gerilemektedir. Tek başına karabuğday unu ile yapılan ekmekler düşük hacimli ve sert yapıya sahiptir. Çünkü karabuğday ununda bulunan dirençli nişasta gibi bazı kimyasal

bileşikler hamur yapısını bozarak düşük viskoelastik özelliklere sahip sert bir hamur oluşumuna neden olurlar (Coţovanu ve Mironeasa, 2022b). Ayrıca karabuğday unu gluten içermediği için buğday unu ile karıştırıldığı zaman mevcut olan gluten ağlarının arasına girerek bu ağın kırılmasına yol açar böylece hem hamur hem de ekmek niteliklerinin gerilemesine neden olur. Bu tarz ekmeklerin içinde büyük gözenekler oluşur. Daha düşük hacimli, daha sert ve daha yapışkan ekmekler elde edilir (Coţovanu ve ark., 2021). Bu ekmeklerin kalite özelliklerinin iyileştirilebilmesi için kazeinat, transglutaminaz, askorbik asit gibi katkıların kullanılması önerilmektedir (Zheng ve ark. 2022).

Erişte ve makarnaların kalite kriterleri belirlenirken pişme kaybı, optimum pişme süresi ve hacim artışı gibi faktörler ölçülmektedir. Makarnanın kaliteli olabilmesi için pişme kaybının az, hacim artışının fazla olması beklenir. Karabuğday nişastasının kristaller oluşturması, üretilen makarnalarda pişirme kaybının artmasına neden olmaktadır. Makarnaların yüzeyinde yer alan jelatinleşmiş nişastaların çözünmesi nişastanın kristal yapısından kaynaklanmaktadır (Puligundla ve Lim, 2021). Bu kristallenmenin azaltılması amacıyla 70 °C sıcaklıkta %30 nemde gelişmiş ekstrüzyon pişirme yöntemiyle modifiye edilmesi gerekir (Guo ve ark., 2021). Ekstrüzyon işlemi nişastaların birbirine yapışmasını sağlar ve hamurun bütün bir yapı oluşturmasına yardımcı olarak pişirme kayıplarını azaltır.

Karabuğday kullanılarak hazırlanan bisküvilerde önemli olan faktör ekmek ve makarnada olduğu gibi ince partiküller halinde öğütülmüş

olmasıdır. Küçük partiküller hamurun homojen olmasını sağlayarak bisküvilerin eşit yayılmasına yardımcı olur. Ancak yine de karabuğday kullanılarak üretilen bisküvilerin çapları düşüktür ve yapısal olarak serttir (Brites ve ark., 2018). Bisküviler oda sıcaklığında depolandığında, su aktivitesinin artmasına bağlı olarak yumuşarlar ancak zamanla nişasta retrogradasyonu yapının sertleşmesine neden olabilir. Ekmek, kek gibi yumuşak kalması istenen ürünlerde bu durum depolamada sorun oluştursa da bisküvi için avantaj bile sayılabilir. Depolamada oluşan bir diğer önemli sorun ise ürün rengin koyulaşmasıdır (Brites ve ark., 2018; Pestorić ve ark., 2019).

Kek üretiminde karabuğday kullanılması ürünün besin bileşimini arttırırken pişirme sırasındaki ısı artışı, nem kaybının artmasına ve ürünün sertleşmesine neden olur (Srivastava ve ark., 2018; Farzana ve ark., 2021). Ayrıca kekin yüksek sıcaklıklarda pişirilmesi ürünün spesifik hacminde de azalmalara yol açar. Yüksek sıcaklıktaki pişirme ürünün üst yüzeyinde sert bir kabuk oluşturarak yapıyı sıkıştırır ve hacminin azalmasına yol açar (Srivastava ve ark., 2018).

Ekmek, kek, bisküvi, tarhana ve yufka gibi tahıl ürünlerinde ilave olarak kullanılan karabuğday zengin besin bileşimi sayesinde ürünün besin değerini arttırır. Bunun yanında yapısındaki fenolikler ve antioksidan maddeler nedeniyle ürünlerin fonksiyonel özellik kazanmasını sağlar. Ancak ürünlerin teknolojik kalitelerine olan olumsuz etkisi ve duyusal özellikleri nedeniyle belirli bir orana kadar ilave edilebilir. Ekmek için %25, bazlama için %20, yufka için %30,

bisküvi için %40 oranında karabuğday kullanılmasının uygun olduğu belirlenmiştir (Srivastava ve ark., 2018; Pestorić ve ark., 2019; Coţovanu ve ark. 2021; Zheng ve ark. 2022).

2.1 Karabuğdayın glutensiz gıdalarda kullanılması

Yapısında gluten bulundurmayan karabuğday, daha çok çölyak hastalarının öğünlerinde yer almasına rağmen yüksek besin bileşimi nedeniyle sağlıklı beslenmek isteyen bireylerin de diyetlerinde günden güne daha fazla yer bulmaktadır (Terpinic ve ark., 2016).

Karabuğday ununun hazırlanan glütensiz kurabiyeler duyusal olarak daha fazla kabul görmektedir ve bunda karabuğday ununun hoş kokusu ve tadı önemli bir etkendir. Glutensiz bisküvilerde karabuğday ununun pirinç unu ile %20-30 oranında ikame edilmesi bisküvilerin sertlik ve kırılganlıklarının azalmasına ve şekilsel deformasyonlarına neden olmasına rağmen genel kabul edilebilirlikleri yüksek bulunmuştur. (Hadnađev ve ark., 2013).

Karabuğday unu içeren glutensiz ekmeklerde kaliteyi arttırmak amacıyla glutenin özelliklerini taklit eden tara gam, ksantan gam (Vidaurre-Ruiz ve ark., 2019), keçiboynuzu zamkı, fesleğen tohumu, tere tohumu, metil selüloz, hidroksipropil metilselüloz gibi polimerik maddeler eklenebilir (Salehi, 2019).

Glutensiz ürünlere artan talep nedeniyle üreticiler, ürün çeşitliliğinin arttırılması amaçlamaktadır. Ürün kalitesini iyileştirmek ve besin değerini arttırmak amacıyla yapılan çalışmaların sayısı da buna bağlı olarak her geçen gün artmaktadır. Tablo 1'de karabuğday kullanılarak

üretilen glutensiz ekmek, noodle, kek gibi ürünlerle ilgili yapılan çalışmalar ve ürün kalitesi üzerine etkisi özetlenmiştir.

Tablo 1. Glutensiz Ürünlerde Karabuğday Unu Kullanımı ve Ürün Kalitesine Etkileri

Ürün	Üründeki etkisi	Kaynak
Glutensiz ekmek	Karabuğday ilavesi ile üretilen glutensiz ekşi mayalı ekmeklerde karabuğdayın toplam kalite puanı üzerinde ve duyusal özellik anlamında olumlu etkisi görülmüştür. Karabuğday ve ekşi mayanın bir arada kullanımı ekmeğin daha az ufalanması ve daha esnek bir yapı kazanmasına etki etmiştir.	Diowskz ve ark.,202)
Glutensiz ekmek	Karabuğday ilave edilen ekmeklerde kontrol grubuna kıyasla daha yüksek protein, kül, ham lif, çoklu doymamış yağ içeriği ve antioksidan aktivite değerleri tespit edilmiştir. Glutensiz ürünlerde karabuğdayın sağlıklı bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.	Coronel ve ark., 2021
Glutensiz noodle	Ekstürüde karabuğday unu ile üretilen glutensiz noodle örneklerinde molekül ağırlığı ve amilopektin içeriği önemli seviyede azalırken, karabuğday unundan yapılan noodle örneklerinde buğday ununa benzer bir çekme mukavemeti gözlemlenmiştir.	Xing ve ark., 2022
Glutensiz noodle	Karabuğday ve ekstrüde edilmiş karabuğdaydan üretilen noddle örneklerinde sadece karabuğday ile hazırlananlara göre daha düşük kırılma oranı, daha yüksek sertlik, esneklik ve duyusal puanlar elde edilmiştir. Orta dinamik viskoziteli ekstürüde karabuğday unu daha iyi pişirme özelliklerine sahipken gluten ağının oluşumuna katkı sağlamıştır.	Wang ve ark.,2019
Glutensiz makarna	Karabuğday ununun makarna formülasyonunda yer alması ürünün diyet lif ve protein içeriğinde artışa neden olmuştur. Karabuğday ununun mısır, pirinç gibi unlarla uygun bir formülasyonda kullanılmasının glutensiz makarna üretimi için önemli olduğu vurgulanmıştır.	Arcangelis ve ark., 2020
Glutensiz kek	24-48 saat çimlendirilmiş karabuğday ile üretilen muffinlerde glisemik indeksi azaltırken 96 saat ve daha uzun sureli çimlendirme ise glisemik indeksi arttırmıştır. Çimlenmiş karabuğdayın oranındaki artışa bağlı olarak muffinlerde özgül hacmin artış gösterdiği bildirilmiştir.	Bhinder ve ark., 2022

3.Kinoa ve Kullanım Alanları

Kinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) kazayağıgiller (*Chenopodiaceae*) familyasından tek yıllık ve çift çenekli bir bitkidir. Tuza, kurağa ve soğuğa dayanıklı olan kinoa geniş pH aralığındaki topraklarda ve 4000 m yüksekliğe kadar olan sahalarda yetişebilir (Algosaibi ve ark., 2017). Kinoa tanelerinin şekli yuvarlaktır ve ortalama 1.5-4 mm çapa sahiptirler. Kinoa genotipleri salkım şekli ve rengi bakımından farklılık gösterebilir. Bu bitkilerden elde edilen tohumların da renkleri çok geniş bir skalada değişmektedir. Kinoa türlerinin renklerinde görülen bu farklılık içeriğinde bulunan betalainlerden kaynaklanmaktadır (Escribano ve ark., 2017).

Güney Amerika bölgesine özgü bir bitki olan kinoa, çevresel etmenlere karşı ortaya koyduğu dirençten kaynaklı olarak farklı iklimsel şartlara kolaylıkla uyum sağlayabilir (Ruiz ve ark., 2014). Ekvador, Bolivya ve Peru gibi ülkeler başlıca üretici ülkelerdir (Anonim, 2022a). Bunun yarı sıra Hindistan, Kanada, Kuzey Afrika gibi ülkelerde de üretilebilmektedir (Tan ve Temel, 2019). Türkiye'de ise kinoa üretimi FAO ve TUİK verilerinde listelenmemektedir (Anonim, 2022a; Anonim 2022b).

Kinoa tohumlarının protein içeriği oldukça yüksektir. Kinoada proteinlerin büyük kısmını globülin ve albüminler oluşturur ve prolaminlerden daha fazladırlar. Kinoa tohumları yapısında hiç prolamin bulundurmadığı için özellikle çölyaklı bireyler gibi gluten intoleransı olan kişiler için besleyici, hazırlanması kolay, ekonomik ve lezzetli bir besin kaynağıdır. Karbonhidrat miktarı ise kuru maddede

%67-74 arasında değişiklik gösterir (Jancurová ve ark., 2009). Karbonhidrat miktarının büyük bölümünü nişasta %58.1- 64.2 meydana getirir (Repo- Carrasco, 2011). Kinoa, buğday nişastasına oranla daha düşük jelatinizasyon entalpisine; daha yüksek viskoziteye ve su bağlama kapasitesine sahiptir (Dağ ve Özkan, 2019). Buna bağlı olarak retrogradasyon ve donma sırasında stabilitesini koruması, modifiye nişastaların ikamesi olarak kullanılabilmesini mümkün kılar (Repo-Carrasco ve ark., 2003). Kinoa tohumunun yağ içeriği %4.5-8.75 arasında değişmekle birlikte, bu yağ linoleik asit (%52) ve oleik asit (%24) açısından zengindir (Iglesias-Puig ve ark., 2015). Mineral ve vitamin açısından zengin olan kinoada kalsiyum, potasyum, magnezyum, çinko fosfor ve demir gibi mineraller; B, C ve E vitaminleri, folik asit, tiamin, riboflavin gibi vitaminler yüksek oranda bulunurlar ve günlük ihtiyacın büyük kısmını karşılarlar (Sevindik ve ark., 2021).

Makro ve mikro gıda bileşenlerinin yanı sıra, kinoa sağlık üzerine faydası kanıtlanan antioksidan maddeler ve fenolik maddeleri de yapısında bulundurur (Dağ ve Özkan, 2019; Sevindik ve ark., 2021). Tohum rengi fenolik madde miktarı hakkında bilgi verir. Kırmızı renkli kinoaların, siyah ve beyaz renkte olanlara göre fenolik madde miktarı daha yüksektir (Çelik ve Tunçgil, 2020). Yapısında yaygın görülen biyoaktif bileşikler ise saponin, kateşin, betalainler ve fitosterollerdir (Sevindik ve ark., 2021).

Sağlık üzerine birçok faydası olan kinoada saponinler, fitik asit, tanenler, nitratlar, oksalatlar ve tripsin inhibitörleri gibi beslenme

karşıtı faktörler de bulunur (Satheesh ve Fanta, 2018). Tohumu kuş, böcek saldırılarına karşı koruyan ve tohumun en dış katmanında bulunan saponin acımsı tat vermesi nedeniyle sorun oluşturan en önemli bileşendir. Evde ve sanayide saponinden kurtulabilmek için ıslatma-kurutma, ekstrüzyon, kavurma, fermantasyon, çimlendirme, tohum kabuğunun soyulması, alkali suyla tohumun yıkanması gibi işlemler uygulanmaktadır (Dağ ve Özkan, 2019; Çelik ve Tunçgil, 2020; İlkay ve Mutlu, 2020). Hatta günümüzde tatlı kinoa ya da saponinsiz kinoa olarak anılan ve saponin oranı %0.11'in altına düşürülerek satılan kinoa çeşitleri bulunmaktadır (Dağ ve Özkan, 2019; Çelik ve Tunçgil, 2020; Sevindik ve ark., 2021).

FAO tarafından gıda güvenliğine katkı sağlayan mucize besin olarak tanımlanan kinoa günümüzde açlığa çare olarak gösterilmektedir (Dağ ve Özkan, 2019; Sevindik ve ark., 2021). Ana yemeklerden, atıştırmalık aperatif yiyeceklere kadar çok farklı biçimlerde ürünlerin içerisinde yer alır. Kinoa tohumları un şeklinde öğütülerek makarna, ekmek ve diğer fırıncılık ürünlerde buğday veya diğer tahıllardan elde edilen unlar ile bir arada kullanılabilir. Tane yapısındaki kinoa pilavlarda ve pirinç gibi yemeklerde; çimlendirme işlemi uygulanan tohumlar, kinoa filizi olarak soğuk yemeklerde ve salatalarda; yaprakları ıspanak gibi sebze şeklinde kullanılmaktadır (Tan ve Yöndem, 2013; Demir, 2018). Aynı zamanda kahvaltılık gevrek şeklinde de beslenmede yerini almaktadır (Valencia-Chamorro, 2003).

Kinoa aynı zamanda fırın ürünlerinin üretiminde buğday unu ile ikame edilerek unun zenginleştirilmesi amacıyla kullanılabilmektedir.

Özellikle ekmeğin kinoa ile zenginleştirilmesi besleyiciliğini arttırmanın yanısıra ürün kalitesini de olumlu yönde etkiler. Glutensiz ekmeklere fermente edilerek ilave edilen kinoa hamuru ekmeklerin hacimlerinin ve spesifik hacimlerinin artmasına yardımcı olur (Yeşil ve Levent, 2022a). Yüksek oranda kinoa ilavesi gluten ağlarının kırılmasına neden olarak ekmek hacminin azalmasına yol açar. Özellikle kepekli olarak öğütülen kinoa unu ekmek içini sertleştirir ve ekmek hacmini de azaltır. Bu nedenle ekmek üretiminde kinoa katkısının %25'i geçmesi istenmez (Iglesias-Puig ve ark., 2015; Suárez-Estrella ve ark., 2020).

Kinoa ununun buğday unu ile karıştırılmasıyla tüketicilere katma değer sağlarken üretilen hamurun kalitesinin değişmesine yol açar. Öğütme sırasında elde edilen partikül büyüklüğü ilave edildiği hamurun kalitesini önemli oranda etkiler. Örneğin küçük partiküller (<180µm) hamura ilave edildiğinde su absorbsiyonu artar, nişasta jelatinizasyon hızı ve retrogradasyon hızı azalır. Küçük parçacıklar daha fazla su tutabildiğinden hamurun sertleşmesine ve hamur gelişme süresinin uzamasına yol açar (Coţovanu ve ark., 2020). Bu nedenle küçük partiküller halinde öğütülmüş kinoa ununun hamura %11'den fazla ilave edilmesi ekmek içinin sıkı olmasına neden olur. Büyük partiküller (>300µm) halinde ilave edilen kinoa ise hamurun su absorbsiyonunu ve gaz tutma kapasitesini azaltır. Bu durum ekmek hacminin ve sıkılığının da azalmasına neden olur. %9'dan fazla oranda büyük partiküller halinde kinoa unu buğday ununa ilave edildiğinde ise hamur stabilitesi, elastikiyeti ve hamurun deformasyon

enerjisi düşer (Bozdogan ve ark., 2019; Coţovanu ve Mironeasa, 2022b). Buğday ununa orta büyüklükte öğütülmüş kinoa ununun %10'dan fazla ilave edilmesi, hamur reolojisini olumsuz etkiler (Gutierrez-Castillo ve ark., 2022; Coţovanu ve Mironeasa, 2022b).

Makarna üretiminde kinoa kullanımı ekmekte olduğu gibi besin değerini arttırırken partiküllerin gluten ağlarının arasına girmesine bağlı olarak kalite kayıpları yaşanmaktadır. %20'ye kadar kinoa unu ilave edilmesi makarnaların yapısını ve duyusal kabul edilebilirliğini olumsuz yönde etkilemez. Gluten ağlarının kırılmasına bağlı olarak kinao ilavesiyle makarnalarda suya geçen madde miktarında artış olurken, makarna hamurunun bütünlüğü bozulur (Ramos-Diaz ve ark., 2020; Demir ve Bilgiçli, 2020; Xing ve ark., 2022). Ayrıca kinoa ilavesinin çeşide bağlı olarak makarna tekstürü üzerine etkisi değişkenlik gösterir. Saponin içeriği yüksek olan türler yapışkanlık ve sıkılık değeri bakımından diğer türlere oranla üstün özellikler sergiler (Ramos-Diaz ve ark., 2020). Kinoanın rengine bağlı olarak ilave edildiği makarnaların rengi koyulaşarak sarılık değerinde azalma meydana gelir (Demir, 2018).

Çoğu zaman açlığımızın bastırılması için tercih ettiğimiz bisküvi, en çok %20 oranında kinoa ile zenginleştirildiğinde duyusal olarak kabul edilebilen besin değeri yüksek fonksiyonel bir ürüne dönüşmektedir (Daraz ve ark., 2020). Kinoaların öğütülmeden önce mikrodalga ile muamelede edilmesi fenolik bileşenlerin açığa çıkmasına ve zararlı bileşenlerinin azalmasına katkı sağlar. Böylece bisküviye ilave edildiğinde bisküvilerin fenolik madde miktarını daha fazla arttırır

(Valenzuela-González ve ark., 2022). Ancak içeriğindeki lif nedeniyle bisküvilerin tekstürel özelliklerini olumsuz etkileyerek yayılma oranının azalmasına; yağ ve şeker oranındaki artış ise yayılma oranının artmasına yol açar (Jan ve ark., 2018; Mera-Carbo ve ark., 2020). Bu nedenle kinoanın kabuklu ya da kabuksuz ilave edilmesi bisküvi özelliklerini değiştirir. Ayrıca kinoanın yapısında bulunan yağ ve şeker bisküvi sertliğinin azalmasına yol açarken, pişirme sıcaklığı ve süresindeki artış bisküvi sertliğinin artmasına neden olur (Jan ve ark., 2018).

Bisküvi gibi besleyici değeri yüksek olan ve sevilerek tüketilen keklere kinoa ilavesi keklerin besin değeriyle birlikte antioksidan aktivitesini de arttırır (Javaheripour ve ark., 2022). Bu durum yağ içeriği yüksek olan keklerin depolanması sırasında oksidasyonu azaltarak raf ömrünün uzamasını sağlar (Sheikholesalmi ve Seyadain Ardebili, 2019). Ayrıca içeriğindeki lifler nedeniyle keklerin su aktivitesini arttırır ve sertlik değerini azaltır (Bozdogan ve Kumcuoğlu, 2019). Kinoa unu ilavesi keklerin mekanik mukavemetini iyileştirmesinin yanı sıra hacminin de artmasına katkı sağlar. %50'ye varan oranda kinoa ilavesi duyusal olarak tüketiciler tarafından kabul edilebilirken pişirme sıcaklık ve süresinin 180 °C'de 40-45 dakika olması keklerin teknolojik özellikleri üzerine olumlu yönde etki eder (Nakilcioğlu ve Ötleş, 2022).

3.1.Kinoanın glutensiz gıdalarda kullanımı

"Yirmibirinci yüzyılın tahılları" olarak kabul edilen yalancı tahıllardan biri olan kinoa, besin değeri yüksek olan bileşenleri

dengeli olarak içermesi nedeniyle glutensiz ürün geliştirmede büyük talep görmektedir (Kaur ve ark., 2022). Son yıllarda glutensiz ürünlerinin tüketiminde meydana gelen büyüme nedeniyle, üreticiler bu sektöre ilgi duyarken konu ile ilgili yapılan araştırma sayısı da bir hayli artış göstermiştir. Tablo 2'de kinoa ilave edilerek hazırlanan ekmek, kek, noodle, kurabiye, bisküvi gibi glutensiz ürünler ile ilgili yapılan çalışmalardan bazıları özetlenmiştir.

Tablo 2. Kinoanın Glutensiz Ürünlerde Kullanımı ve Ürün Kalitesine Etkileri

Ürün	Üründeki etkisi	Kaynak
Glutensiz ekmek	Kinoa unu ilavesi ile glutensiz ekmek özellikleri olumlu yönde etkilenmiş, kinoa unu ile birlikte lipaz ve proteaz kullanımı ekmek kalitesini iyileştirmiş, %25 kinoa unu katkısı bayatlamayı geciktirmiş ve duyusal olarak en fazla beğeni alan ekmekler olmuştur	Azizi ve ark., 2020
Glutensiz ekmek	Kinoa unu katkısı; glutensiz ekmeklerin kül, protein ve diyet lif içeriklerinde önemli artış sağlarken yağ içeriklerini değiştirmemiş, özellikle %50 gibi yüksek oranlarda ilave edildiklerinde duyusal kabul edilebilirliğin azalmasına neden olmuştur. Kısmi pişirme metodu (90 gün dondurulmuş depolama sonrası) ekmeklerin kabul edilebilirliklerini etkilememiştir	Moss ve McSweeney, 2022
Glutensiz ekmek	Glutensiz ekmek üretiminde; kinoa ununun %30 oranına kadar glutensiz un formülasyonuna eklenebileceği ve bu ekmeklerin 45 güne kadar kısmi pişirilerek dondurulup depolanabileceği bildirilmiştir.	Hayıt ve Gül, 2019
Glutensiz noodle	Kinoa unu ilavesi ile; protein içeriğinde önemli artış, pişme kaybında (kabul edilebilir düzeyde) ve sertlikte artış, %50 ilave oranında bile kabul edilebilir pişme kalitesi ve tekstürel özellikler kaydedilmiştir	Odabas ve Cakmak, 2022
Glutensiz noodle	Renkte koyulaşma görülürken, kinoa unu ve soya unu karışımlarının ara nem ekstrüzyonu ile düşük glisemik indeksli kinoalı noodle üretimi mümkün olmuştur	Zhang ve ark., 2022
Glutensiz kek	Kinoa unu kullanımı ile buğday bazlı keklere kıyasla glutensiz keklerin besinsel ve fonksiyonel	Amini ve ark., 2022

	özelliklerinde önemli ölçüde iyileşme tesbit edilmiştir	
Glutensiz kek	%100 kinoa unundan formülasyon ve pişirme koşulları optimizasyonu ile tüketici tarafından beğenilen kaliteli bir glutensiz kek elde etmek mümkün olmuştur	Nakilcioğlu ve Ötleş, 2022
Glutensiz bisküvi	Pirinç ununun kısmen veya tamamen kinoa unu (%25, %50, %75 ve %100) ile ikame edilmesi sonucu; daha çekici bir kabuk rengi, doğrusal olarak artan protein, lipid, kül, toplam çözünür ve çözünmez polifenol, flavonoid, antioksidan aktivite ve uçucu bileşikler, beslenme profilinde önemli ölçüde iyileşme, duyusal kabul edilebilirlik açısından maksimum ikame oranının %50 olduğu daha yüksek yüzdelerde otsu ve acı tatların oluştuğu ortaya çıkarılmıştır	Cannas ve ark., 2020

4.Amarant ve Kullanım Alanları

Amarant, karabuğday ve kinoa gibi, gerçek tahıllar sınıfında bulunmayan fakat birçok özelliği incelendiğinde gerçek tahıllara benzerlik gösteren (pseudo-tahıl) çift çenekli, tek yıllık bir bitkidir (Amicarelli ve Camaggio, 2012). Amarantın (*Amaranthus spp*.) tohum çapı yaklaşık olarak 0.9-1.7 mm arasındadır ve oldukça küçük bir yapıdadır. Tohumun kabuk yapısı ince, pürüzsüz ve krem-sarı arasında çeşitli renkler alabilmektedir. Büyük bir biyoçeşitliliğe sahip olan amarantın (yaklaşık 60 tür) tohumları için yetiştirilen türleri arasında *Amaranth caudatus, Amaranth hypochodriacus* ve *Amaranth cruentus* sayılabilir (Mir ve ark., 2018; Doğu Baykut, 2021).

Amarant tanesi, yapısında ortalama olarak %73.7–%77.0 karbonhidrat, %15-25 protein, %7.1–%8.0 lipit ve %3.0–%3.5 mineral madde bulundurmaktadır (Shevkani ve ark., 2014). Üretimi yapılan *Amaranthus hybridus, Amaranthus caudatus, Amaranthus hypochondriacus, Amaranthus cruentus*'un protein oranlarının %12.5

ile %16 arasında değiştiği bildirilmiştir (Venskutonis ve Kraujalis, 2013). Amarant (*Amaranthus spp.)* diğer tahıl taneleri ile kıyaslandığında daha fazla diyet lif ve protein, elzem aminoasit olan lisin ve yüksek oranda demir ve kalsiyum ihtiva eder (Venskutonis ve Kraujalis, 2013). Önemli miktarda doğal antioksidan kaynağı olan amarant yağı yapısında önemli oranda E vitamini içerir (Doğu Baykut, 2021).

Amarant yaprakları sebze olarak da tüketilebilir ve birçok protein ve mineral açısından çoğu sebzeden daha zengin içeriğe sahiptir (Kalinova ve Dadakova, 2009). Bu nedenle tohum ve yapraklarının çeşitli gıdalarda besin değerinin yükseltilmesi amacıyla kullanılabileceği bildirilmektedir. Ayrıca yüksek besin değeri ve içeriğindeki yapı taşlarının niteliği nedeniyle gıda üretiminde, ilaç endüstrisinde, çevre koruma ve çeşitli sanayi alanlarında kullanılabilmektedir (Doğu Baykut, 2021).

Diğer yeşil yapraklı sebzelerle kıyaslandığında amarant (*Amaranthus spp*.) yaprakları daha yüksek antioksidan içermektedir. Bu nedenle amarant yaprakları Nijerya ve Amerika'da çiğ olarak salatalarda kullanılabilmesinin yanı sıra ıspanak gibi pişirilerek tüketilebilmektedir. Provitamin A ve demir minerali bakımından da zengin bir kaynak olan amarantın yaprak ve tohumlarının syringik asit gallik ve p-koumarik gibi önemli flavonoidler ve fenolik bileşikler barındırır. Fakat fenolik madde bileşimi, çevresel faktörler, iklim ve genotip gibi etkenlere bağlı olarak değişmektedir (Kraujalis ve ark., 2013). Amarant tanelerinin kabuk ve öz kısımları yüksek antioksidan

özellikte polifenoller ihtiva eder. Amarantta yer alan temel fenolik bileşikler ferulik asit, kafeik asit ve hidroksibenzoik asittir. Yapısında bulunan biyoaktif maddeler nedeniyle amarantın anti alerjik, anti kanser ve anti hipertansiyon özelliklerinin yanı sıra kolesterol değerini azalttığı bilinmektedir (Doğu Baykut, 2021).

Amarant tohumlarından üretilen un kremsi, kirli beyaz renkte ve fındık aromalı bir içeriğe sahiptir. Yüksek hidrasyon özelliği ürünün raf ömrünü uzatır. Nişasta granül yapıları patates ve pirinç nişastasına kıyasla daha küçük yapıdadır. Bu özelliği ticari nitelikteki fırın ürünlerinin üretiminde başarı ile kullanılabilmektedir (Valencia ve Arana, 2017). *Amaranthus 'tricolor, blitus, cruentus, hypochondriacus* ve *edulis*'un yaprakları salata ve çeşitli çorbalarda, *Amaranthus hybridus, caudatus, cruentus, hypochodriacus* ve *mantegazzianus*'un taneleri ise ekmek, kek gibi fırın mamullerinin üretiminde kullanılabilmektedir (Miranda-Ramos ve ark., 2019).

Yüksek protein bileşimi nedeniyle düşük randımana sahip unların zenginleştirilmesinde kullanılabilen amarant unlu mamullerin elzem amino asit içeriğini dengeler, diyet lifi miktarını arttırır ve bilhassa demir ve kalsiyum açısından zenginleştirme sağlar (Sanz-Penella ve ark., 2013). Bu nedenle birçok ülkede fonksiyonel gıda olarak kullanılmaktadır.

Amarant taneleri patlatılabilir, ekstrüde edilebilir, tost edilebilir ya da öğütme işlemi yapılarak un formuna getirebilir. Tanelerin işleme imkânları geniş olduğundan gıda sanayinde kullanımı artış göstermektedir. Bu nedenle ekmek, kek, kurabiye, makarna, noddle,

mantı, krep, muffin ve kraker gibi çok sayıdaki fırın ürününde besinsel değeri yükseltmek, ürünün tekstür, pişme ve morfolojik özelliklerini geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır (Yeşil ve Levent, 2022b).

Fırın ürünlerinin kalitesi un tanecik boyutu ile yakından ilgilidir. Zenginleştirme sırasında ilave edilen amarant tohumlarının büyüklüğü de fırın ürününün kalitesinde kilit rol oynamaktadır. Amarant tohumlarının farklı dış ve iç morfolojik özellikleri aynı zamanda ürünün besin bileşiminin değişmesine de yol açar. Amarantın dış perisperm tabakası, poligonik nişasta taneleri bakımından zengin bir yapıya sahiptir. Bu nişastanın %90-98'i amilopektinden meydana gelir. %2-12 arasında değişen amiloz ise yüksek jelatinizasyon yeteneği nedeniyle ürünlerin reoloji ve tekstür özelliklerini etkiler. Amaratın öğütülmesi sırasında hangi morfolojik bölgeden elde edildiği öncelikle besin konsantrasyonunu sonra ise ilave edildiği ürünlerin reolojisini ve kalitesini değiştirebilir (Singh ve ark, 2019).

Amarant ununun besin bileşimi, ilave edildiği fırın ürünlerinin hamur reolojisini etkiler. 180 μm'den küçük ya da 300 μm'den büyük partikül boyutunda öğütülen amarant ununun ilavesi hamur uzayabilirliğini arttırır. Ayrıca küçük parçacıklar daha fazla su tutacağından ideal kıvamda hamur elde edebilmek için gerekli su miktarı da artar. Bunun yanında hamur stabilitesi azalır (Coţovanu ve ark., 2021). Amarant unu miktarının artması ise gluten ağlarının yapısının bozulmasına yol açtığından hamurun sertleşmesine sebep olur (Coţovanu ve Mironeasa, 2022c). Bu yapısal değişim üretilen ekmeklerin özelliklerini de etkiler. İlave edilen amarant unu

miktarının artması ekmek hacmini etkiler ve sertliğinin artmasına neden olur. Ayrıca ekmek içi gözenek yapısı da amarant unu oranına göre değişir. 280 µm boyutunda öğütülen amarant ununun %10 oranında ilave edilmesi ürününün teknolojik özellikleri üzerinde olumsuz bir etki gösterir. %25 oranına kadar amarant unu ilave edilen ekmeklerin besin değerinin artmasının yanı sıra amilopektin retrogradasyonu bakımından bayatlama süresi de uzar. Amarant ununun elde edildiği tür de ekmek kalitesi üzerine etki eder. Toplam diyet lif içeriği *A. spinosus*'a göre daha yüksek olan *A. hypochondriacus* unu ilave edilen ekmeklerin hacimleri daha düşük ve daha serttir (Miranda-Ramos ve ark., 2019). Tüm bu özelliklerin yanı sıra amarantın yapısında bulunan fitik asit gibi antinütrientler nedeniyle ilave edilme oranı arttıkça faydalı kalsiyum, çinko, demir gibi minerallerin emilimi azalmaktadır (Sanz-Penella ve ark., 2013; Miranda-Ramos ve ark., 2019; Piga ve ark., 2021).

Bisküvi, muffin ve kek gibi ürünlerde raf ömrünü uzatmak ve ürünün kalitesini korumak maksadıyla eklenen BHA-bütil hidroksil anisole, TBHQ- tert-butilhdroquinon gibi sentetik yapıların tercih edilmesini azaltabilmek için rutin ve kuersitin barındıran amarant unu kullanılması kanser gibi ölümcül hastalıkların önüne geçilmesinde oldukça etkilidir (Antoniewska ve ark., 2018). Amarant unu kullanılarak üretilen bisküvi ve kurabiyelerde diyet lif ve antioksidan aktivite değeri artar. Amarant unu ilave edilme oranının artması, bisküvide önemli kalite kriterlerinden biri olan yayılma değerini arttırır ancak duyusal açıdan kabul edilebilir amarant unu ilavesi %60

oranını geçmemelidir (Chauhan ve ark., 2016). Bisküvide olduğu gibi kraker ya da diğer fırın ürünlerine amarant unu ilave edilmesi ürünlerin renginin koyulaşmasına neden olur (Gebreil ve ark., 2020). Keklerde ise amarant unu ilavesi kekin iç yapısının yumuşamasına neden olurken, esneklik ve hacim değerini azaltır (Mutlu ve ark., 2019).

Mantı üretiminde amarant ilavesi pişme süresinin uzamasına neden olurken protein ve yağ gibi besin bileşenlerinin oranı artar (Aygün, 2021). Makarna üretiminde ise amarant ilavesi pişme süresi ve parlaklık değerini azaltırken pişme kaybını arttırır (Bastos ve ark., 2016; Cárdenas-Hernandez ve ark., 2016). Erişte ve makarna üretimi için kalite özelliklerinin korunması ve duyusal kabul edilebilirlik bakımından amarant unu ilavesinin %30'dan fazla olması istenmez (Bastos ve ark., 2016; Cárdenas-Hernandez ve ark., 2016; Öncel, 2017).

4.1. Amarant'ın glutensiz gıdalarda kullanımı

Kinoa, karabuğday ve chia gibi gluten içermeyen tahıl benzerleri arasında yer alan amarant zengin besin bileşimi nedeniyle çölyak hastalarının beslenmesinde önemli bir yere sahiptir. Un haline getirilerek, çimlendirilerek, jel oluşturarak ya da ön fermantasyon işleminden geçirilerek glutensiz ürünlerde değerlendirilen amarant ilave edildiği ürünlerde özellikle esansiyel aminoasitlerce ürünü zenginleştirmektedir. Ayrıca ilave edildiği ekmeklerde ürün yapısını iyileştirerek bayatlamayı geciktirirken makarnalarda ise kavrularak

kullanıldığında ağırlık kaybını azaltmaktadır (Singh ve Liu, 2021; Aguiar ve ark., 2022).

Amarant ununun tek başına glutensiz ürünlerde kullanımı duyusal olarak istenmeyen bir özellik olmasına rağmen pirinç unu, mısır unu ya da nişastasıyla birlikte kullanımı bisküvi, kraker, kek gibi ürünlerin kalitelerini arttırmıştır. Bu durumu kanıtlayan birçok çalışma yapılmıştır ve bu çalışmalardan bazılarına Tablo 3'te yer verilmiştir.

Tablo 3. Amarantın glutensiz ürünlerde kullanımı ve ürün üzerindeki etkileri

Ürün	Üründeki etkisi	Kaynak
Glutensiz ekmek	Amarant unu ile hazırlanan ekmeklerin hacim ve spesifik hacim değeri sırasıyla 186.09 ml ve 1.72ml/g olarak belirlenmiştir. Ekşi maya gibi ön mayalama yapılarak %45'e varan oranda amarant mayası ilavesiyle üretilen ekmeklerde ise hacim değeri ve ekmek içi parlaklık değeri azalmıştır.	Yeşil ve Levent, 2022a
Glutensiz ekmek	Tek başına amarant kullanımı istenmeyen koku gibi duyusal özelliklere neden olmuş, %50 amarant unu ve %50 pirinç unu karışımı ile üretilen ekmeklerin duyusal kaliteleri, ekmek içi yumuşaklık ve ekmek hacmi daha fazla bulunmuştur.	Aguiar ve ark., 2022
Glutensiz bazlama	Besin değeri iyileşmiş, maya kokusu ve maya tadının artmasına neden olmuş, renk olarak kabul edilebilir bulunurken depolama süresini olumsuz etkilemiştir. %20 oranında kullanımı kabul edilebilir bulunmuştur.	Piga ve ark., 2021
Glutensiz makarna	%75 amarant unu ikamesi sonucu pişme kaybı ve sertlik artmış, kabul edilebilirliği en düşük ürün olmuştur. Teknolojik açıdan olumsuzluklarına rağmen ürünün protein sindirilebilirliği yüksek bulunmuştur.	Rudra ve ark., 2020
Glutensiz noodle	Hamurların sertliği ve pişirme verimi artmış, noodleların ise protein, kül ve yağ miktarı artmıştır. Kavulmuş amarant unu ile üretilen noddlelarda pişme kaybı azalmıştır.	Singh ve Liu, 2021
Glutensiz kek	Önceden jelatinize edilen amarant unu kek üretiminde yağ ile ikame (%33,66 ve %100) edilmiştir. İkame oranının artması nişasta sindirilebilirliğini arttırırken kekin yapısını sertleştirmiş ve ağırlığını azaltmıştır. %33 oranında yapılan ikamenin duyusal olarak kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir.	Carmona-Garcia ve ark., 2022
Glutensiz tortilla	%100 amarant unu ile üretilen tortillaların esansiyel aminoasitleri ve besin değerleri yükselmiştir. Duyusal açıdan %25 amarant unu kullanılması kabul edilebilir bulunmuştur.	Gebreil ve ark., 2020

Glutensiz kraker	Amarant unu kullanılarak üretilen krakerlerin fosfor, magnezyum, kalsiyum ve demir miktarı gibi mikro bileşenlerinin yanı sıra yağ, protein ve diyet lif gibi makro bileşen değerleri ile duyusal kabul edilebilirlikleri buğday unu ile üretilenlerden daha yüksek çıkmıştır.	Turk Aslan ve Işık, 2022
Glutensiz kraker	%100 amarant unu kullanılarak üretilen krakerlerin besin değeri diğer krakerlerden yüksektir. Ancak tat ve gevreklik bakımından kabul edilebilir olanlar %75 amarant unu kullanılarak üretilen krakerler olarak belirlenmiştir.	Gebreil ve ark., 2020
Glutensiz bisküvi	Amarant, sorgum ve darı unu karıştırılarak yapılan optimizasyonda amarant unu ilavesiyle besin değeri artmış, ürün rengi koyulaşmıştır. Optimum un karışımının %50 amarant, %40 sorgum ve %10 darı ile elde edileceği bildirilmiştir.	Kassa ve Emire, 2021

5.Chia ve Kullanım Alanları

Chia, *Lamiaceae* familyasının bir üyesi olan otsu yapıda bir bitkidir. Chia bitkisinin yüksekliği 1 metre, yaprakları oval yapıda, 80–100 mm uzunluğunda ve 40–60 mm genişliğinde, çiçekleri mor renkte, yaprak sapı 40 mm uzunluğundadır Chia tohumu siyah, beyaz ve gri renklerde olabilir ve 1.21±0.08 mm genişliğinde, 1.87±0.1 mm uzunluğunda ve 0.88±0.04 mm kalınlığında oval şekle sahip tohumlardır (Munoz, 2013).

Chia tohumu %35 toplam diyet lif, %25-41 karbonhidrat, %16.5 protein, %30 yağ bulundurur (Munoz, 2013; Zettel ve Hitzmann, 2018). Chia tohumunda bulunan n-3 yağ asidi miktarı kinoa tohumuna; protein miktarı ise buğday, pirinç, yulaf ve mısıra kıyasla daha fazladır. Chia tohumunun fenolik bileşenlerinin büyük çoğunluğunu kuersetin (2×10-3 mol/kg), kaemferol (1.1×10-3 mol/ kg), kafeik asit (6.6×10-3 mol/kg) ve klorojenik asit (7.1×10-4 mol/ kg) oluşturur ve tokoferol bileşeni 238–427 mg/ kg'dır (Munoz,

2013). Biyoaktif bileşenleri bünyesinde yüksek miktarda bulundurmasından dolayı chia tohumunun diyabet, kanser kardiyovasküler hastalıklar ve obezite gibi hastalıkların önlenmesinde rolü oldukça fazladır (Kris-Etherton ve Hill, 2008).

Chia tohumlarının bütün tohum halinde, un halinde, tohum müsilajı veya tohum yağı formlarında kullanılabilir (Zettel ve Hitzmann, 2018). Besin değeri yüksek olan chia tohumu diyet açısından önemli bir yere sahiptir. Unlu mamullerde ve birçok farklı ürün çeşidinde chia tohumu kullanımı ile ilgili araştırmalar her geçen gün artmaktadır (Bos ve ark., 2016). Chia tohumu (*Salvia hispanica*) gluten ihtiva etmediği, yüksek antioksidan, fenolik madde ve diyet lif içerdiği için çölyaklı bireylerin diyetlerinde önemli bir alternatif ürün potansiyelindedir. Chia tohumu ve bu tohumdan üretilen ürünler, gıda endüstrisinde fonksiyonel hammadde olarak kullanılabilmelerinin yanı sıra, reçetelerinde yer aldıkları gıdaların besinsel içeriklerini de arttırırlar (Coelho ve ark., 2014).

2009 yılından beri Avrupa Birliği yönetmeliğinde ekmeklerde %5 oranında chia kullanımına izin vermektedir (Anonim, 2009). 2013'te ise günlük 15 gr'dan fazla alınmaması şartıyla ekmekler, kahvaltılık gevrekler ve çerezlerde kullanımına izin vermiştir (Anonim, 2013).

Chianın yapısında bulunan doğal asitleştiriciler ekşi maya eldesi sırasında artarak hamurun sertleşmesine neden olur ve ekmek içinin poröz yapısını arttırır (Jagelaviciute ve Cizeikiene, 2021). Bir diğer bileşen olan musilaj da hamurun reolojisi üzerine etki eder. Müsilajı ayrılmamış %10 oranında kullanılan chia unu ilave edilen hamurların

su absorbsiyonu, gelişme süresi ve stabilitesi müsilajı ayrılan unlara göre daha yüksektir (Guiotto ve ark., 2020).

Tohum olarak ya da un olarak kullanılan chia tohumu duyusal ve teknolojik açıdan herhangi bir olumsuzluğu sebep olmadan %10 oranına kadar ekmeğe ilave edilebilir (Kulczyński ve ark., 2019). Ekmeğe chia ilavesinin amacı temelde besin değerinin arttırmak olsa da chia tohumu ya da unu ilave edilerek üretilen ekmeklerin iç yapıları iyileşmekte, hamur stabilitesi artmakta ve bayatlama gecikmektedir (Steffolani, 2014; Inglett ve ark., 2014). Ancak sadece chia tohumu ve ekşi maya kullanılarak üretilen ekmeklerin kaliteleri düşüktür (Maidana ve ark., 2020). İlave edilen chia oranının %10'dan fazla olması durumunda ekmek içi gözenek yapısının olumsuz etkilenerek ekmek içi sertleşmektedir (Guiotto ve ark., 2020). Chia tohumu ekmeğe bütün olarak ilave edildiğinde ekmek hacmi artarken, chia ununun ilavesi durumunda ekmek hacmi azalmaktadır. Bunun nedeni ise yapıdaki liflerin gluten matrisini bozarak gaz tutma kabiliyetini azaltmasıdır (Adamczyk ve ark., 2021).

Ekmek üretiminde olduğu gibi bisküvi üretiminde de kullanılabilen chia unu ürünün besin değerini yükseltir. Ancak ilave edilme oranının arttırılmasıyla beraber akrilamid, furfural ve HMF oluşumu artar. Yapısındaki lifler nedeniyle de bisküvilerin yayılma oranının azalmasına neden olan chia unu ürün sertliğini arttırır. %10'dan az kullanıldığında chianın bileşimindeki biyoktif maddeler nedeniyle ransidite önlenebilirken, bu değerin üzerine çıkılması durumunda raf

ömrü olumsuz etkilenir ve duyusal kabul edilebilirlik azalır (Tüter, 2019).

Kek üretiminde chia unu ve chia jeli ikame maddesi olarak kullanılabilir. Bu durum keklerde yağ oranının azalmasına yardımcı olur. Chia jeli ve ununun ilavesi keklerde hacim azalmasına neden olurken chia unu depolamada nem kaybını önleyerek ürünün raf ömrünü arttırır (Fernandes ve ark., 2021). Chia jeli kek üretiminde yağ ikamesi yerine kullanılabildiği gibi yumurta ikamesi olarak da kullanılabilir. Özellikle ekstrakte edildikten sonra soğutucuda 30 güne kadar bekletilen chia jellerinin işlevselliği artmakta ve mikrobiyal gelişim göstermediği için yumurta yerine iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Gallo ve ark., 2020).

Makarnaların pişirilmesi sırasında diğer fırın ürünlerinde kullanılan yüksek sıcaklıklar kullanılmadığı için chiada bulunan biyoaktif maddeler bozunmaz ve büyük oranda bağırsak tarafından emilerek insan sağlığına katkı sunar (Pigni ve ark., 2020).

5.1. Chianın glutensiz gıda ürünlerinde kullanımı

Chia tohumları gluten içermez bu nedenle ömür boyu glutensiz beslenmeleri gereken çölyak hastaları ve/veya glutensiz beslenmeyi tercih eden bireyler için glutensiz gıdaların geliştirmesinde karabuğday, kinoa ve amaranth gibi alternatif bir kaynaktır. Chia glutensiz ürünlerde bütün tohum halinde, öğütülerek un formuna getirilmiş halde, yağı alınmış tohum unu şeklinde ya da chia tohumundan elde edilen jel formunda kullanılabilmektedir. Glutensiz

makarna üretiminde kullanılan chia jeli makarnanın görünümünün iyileşmesine katkı sağlarken pişirme kalitesi üzerine olumsuz bir etki göstermez. Bunun yanı sıra makarnaların besin bileşiminin artmasına yardımcı olur (Menga, 2017). Chia unu da jele benzer şekilde ürün bileşiminin iyileşmesini sağlar (Borneo ve ark., 2018). Yağsız chia unu kullanımı makarna kalitesini iyileştirir. %10'a kadar ilave edilen chia unu çiğ makarnaların sertliğinin azalmasına yol açar. Bu durum depolama ve taşımada sorun oluştursa da ilave edilen chia unu ilavesi pişirme süresini kısaltır (Aranibar Vaca ve ark., 2018).

Chianın glutensiz makarna üretiminde kullanımı yanında glutensiz-ekmek, kek, bisküvi, kraker gibi tahıl ürünlerinde de yaygın bir kullanımı vardır. Chia ilaveli glutensiz ürünlerin geliştirilmesi, besinsel ve teknolojik kalitelerinin iyileştirilmesi amacıyla yapılan çok sayıda araştırma bulunmaktadır. Örnek teşkil etmesi bağlamında Tablo 4'te bu çalışmalardan bazılarına yer verilmiştir.

Tablo 4. Chianın Glutensiz Gıda Ürünü Geliştirilmesinde Kullanımı ve Ürün Üzerindeki Etkileri

Ürün	Üründeki etkisi	Kaynak
Glutensiz ekmek	Chia unu ve chia tohumunun eklenmesi, protein içeriğinde önemli bir artış (%70'den fazla) sağlayarak besin kalitesini iyileştirmiş, ekmeğin özgül hacmi, pişme kaybı gibi teknolojik kalitesini olumlu etkilemiş, %4 chia unu ve %6 chia tohumlu glutensiz ekmekler duyusal olarak Kabul edilebilir bulunmuştur	da Costa Borges ve ark., 2021
Glutensiz ekmek	Yüksek oranlarda (1.23 to 24.77%), yağı alınmış cihia unu ilavesi glutensiz ekmeklerin protein, kül, omega-3 içeriğini arttırırken karbonhidrat içeriğini düşürmüştür	Ewerling ve ark., 2020
Glutensiz pirinç bazlı katlı kek	Chia tohumu unu takviyesi, daha yüksek hamur viskozitesi, sertliki ham protein, yağ, kül, α-linolenik asit, toplam fenolik madde ve indirgeme gücü sağlarken, kabuk oluşumu, kek içi beyazlık indeksi, yapışkanlık ve	Sung ve ark., 2020

	esneklik değerleri azalmıştır	
Glutensiz noodle	Chia tohum ununun artan oranlarda ikamesi ile protein, yağ, antioksidan aktivite, toplam fenolik madde, fitik asit, fitat fosforu, Ca, P, K, Mg, Fe ve Zn gibi mineral içeriği ile hacim ve ağırlık değerlerinde artış tat ve kokuda iyileşme görülmüştür	Levent, 2017
Glutensiz kek	Gluteni taklit etmek amacıyla chia tohumu jellerinin eklenmesi ile glutensiz keklerin tadı, tekstürel ve dokusal özellikleri olumlu yönde etkilenmiştir	Hargreaves ve Zandonadi, 2018
Glutensiz kurabiye	Buğday unu yerine %52.5 karabuğday unu, %40 darı unu ve %7.5 chia tohumu ile hazırlanan karışımın kullanılması glutensiz kurabiye için uygun bir alternatif olarak saptanmıştır	Brites ve ark., 2018

6.Sonuç

Son zamanlara günlük beslenmede tüketilme oranları artış gösteren karabuğday, amarant, kinoa ve chia besinsel bileşenleri ve fitokimyasal değeri bakımından oldukça zengin bir içeriğe sahiptir. Bu niteliklerinden kaynaklı olarak tahıl benzeri ürünlerin, ürün çeşitliliğini çoğaltmak maksadıyla bireylerin beslenmelerine dâhil etmeleri tavsiye edilebilir. Makarna, ekmek, kek ve bisküvi gibi gıdaların zenginleştirilmesinde tahıl grupları ile tahıl benzeri ürünlerin birleştirilerek karışım halinde kullanılmasıyla daha fonksiyonel ve besin değeri yüksek ürünler elde edilebilir. Duyusal olarak kabul edilebilir nitelikte ekmek üretimi için, tahıl benzeri ürünlerden amarant %20, kinoa %25, karabuğday %30 ve chian %10 oranlarına kadar kullanılabilir Makarna üretiminde kullanıldıklarında suya geçen madde miktarının artmasına neden olan tahıl benzeri ürünler, %20'ye

kadar kullanıldığı takdirde besin değerini artırmakla birlikte, duyusal olarak kabul edilebilir ürünlerin üretimine imkân vermektedir. Ayrıca tahıl benzeri ürünler gluten ihtiva etmeyen ürün geliştirmede kullanım için de çok iyi birer alternatiftir. Gluten ihtiva etmeyen ürünlerle beslenen kişilerin karabuğday, amarant, kinoa ve chia tüketmesi, bu beslenme düzeninin sebep olduğu protein, diyet lifi, mineral (özellikle kalsiyum, magnezyum ve demir) ve vitamin (özellikle B vitaminleri) eksikliklerini gidermeye yardımcı olacaktır. Bu ürünlerle yapılan gluten içermeyen gıdaların artarak ürün yelpazesinin genişlemesi ve daha geniş kitlelere tanıtılması ile kullanımları artacaktır.

7.Kaynaklar

Adamczyk, G., Ivanišová, E., Kaszuba, J., Bobel, I., Khvostenko, K., Chmiel, M., Falendysh, N. (2021). Quality assessment of wheat bread incorporating chia seeds. *Foods* 10(10): 2376

Aguiar, E.V., Santos, F.G., Centeno, A.C.L.S., Capriles, V.D. (2022). Defining amaranth, buckwheat and quinoa flour levels in gluten-free bread: A simultaneous improvement on physical properties, acceptability and nutrient composition through mixture design. *Foods* 11(6): 848

Algosaibi, A.M., Badran, A.E., Almadini, A.M., El-Garawany, M.M., (2017). The Effect of irrigation intervals on the growth and yield of quinoa crop and its components. *Journal of Agricultural Science* 9:182-191

Amicarelli, V., Camaggio, G. (2012). Amaranthus: a crop to rediscover, *Forum Ware International* 2: 4-11

Amini, K., Sharifan, A., Ghiassi Tarzi, B., Azizinezhad, R. (2022). Preparation of a low-calorie, gluten-free all-in-one cake mix, containing bacillus coagulans using quinoa and inulin functionality. *Journal of Food Quality* Volume 2022, Article ID 8550086, 12 sayfa

Anonim (2009) Commission Decision of 13 October 2009 authorising the placing on the market of chia seed (*Salvia hispanica*) as novel food ingredient under regulation (EC) No 258/97 of the European Parliament and of the Council. *Official Journal of the European Union L* 294(14): 14-15

Anonim (2022a). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Erişim adresi: https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL. Erişim tarihi: 05.10.2022

Anonim (2022b). Türkiye İstatistik Kurumu. Erişim adresi: https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=101&locale=tr. Erişim tarihi: 11.10.2022

Anonim, (2013). Commission Implementing Decision of 22 January 2013 authorising an extension of use of chia (*Salvia hispanica*) seed as a novel food ingredient under Regulation (EC) No 258/97 of the European

Parliament and of the Council Official. *Journal of the European Union L* 21(34): 34-35

Antoniewska A., Rutkowska J., Pineda MM., Adamska A. (2018). Antioxidative, nutritional and sensory properties of muffins with buckwheat flakes and amaranth flour blend partially substituting for wheat flour. *Food Science Technolgy* 89: 217-223

Aranibar Vaca, C., Pigni, N. B., Martinez, M. L., Aguirre, A. D. V., Ribotta, P. D., Wunderlin, D. A., Borneo Benista, R. (2018). Utilization of a partially-deoiled chia flour to improve the nutritional and antioxidant properties of wheat pasta. *Food Science and Technology* 89: 381-387

Arcangelis, E., Coumo, F., Trivisonno, M., Marconi, E. (2020). Gelatinization and Pasta Making Conditions for Buckwheat Gluten-Free Pasta. *Journel of Science*. 95:103073

Atalay, M.H., Bilgiçli, N., Elgün A. Demir, M.K. (2013). Effects of buckwheat (fagopyrum esculentum moench) milling products, ransglutaminase and sodium stearoyl-2-lactylate on bread properties. *Journal of Food Processing and Preservation* 37(1): 1-9

Aygün, G. (2021). *Kinoa ve amarant unu ilavesinin Türk mantısının kalite özelliklerine etkilerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi), Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Tekirdağ

Azizi, S., Azizi, M. H., Moogouei, R., Rajaei, P. (2020). The effect of quinoa flour and enzymes on the quality of gluten-free bread. *Food Science & Nutrition* 8(5): 2373-2382.

Bastos, G., Soares Junior, M., Caliari, M., de Araujo Pereira, A., de Morais, C., Campos, M. (2016). Physical and sensory quality of gluten-free spaghetti processed from amaranth flour and potato pulp. *Food Science and Technology* 65: 128-136

Bhinder, S., Singh, N., Kaur, A. (2022). Impact of Germination on Nutraceutical, Functional and Gluten Free Muffin Making Properties of Tartary Buckwheat (Fagopyrum Tataricum). *Food Hydrocolloids* 124:107268.

Borneo, R., Aguirre, A. And León, A. E. (2010). Chia (*Salvia hispanica L.*) gel can be used as egg or oil replacer in cake formulations. *Journal of the American Dietetic Association* 110(6): 946-949

Bos DJ., Montfort SJI., Oranje B., Durston S., Smeets PAM. (2016). Effects of omega-3 pufas on human brain morphology and function. *European Neuropsychopharm* 26(3):546- 561

Bozdogan, N., Kumcuoglu, S., Tavman, S. (2019). Investigation of the effects of using quinoa flour on gluten-free cake batters and cake properties. *Journal of Food Science and Technology* 56(2): 683-694

Brites, L.T.G.F., Ortolan, F., Silva, D.W.D., Bueno, F. R., Rocha, T.D.S., Chang, Y.K., Steel, C. J. (2018). Gluten-free cookies elaborated with buckwheat flour, millet flour and chia seeds. *Food Science and Technology 39*: 458-466

Cannas, M., Pulina, S., Conte, P., Del Caro, A., Urgeghe, P. P., Piga, A., Fadda, C. (2020). Effect of substitution of rice flour with quinoa flour on the chemical-physical, nutritional, volatile and sensory parameters of gluten-free ladyfinger biscuits. *Foods 9*(6): 808

Cárdenas-Hernández, A., Beta, T., Loarca-Piña, G., Castaño-Tostado, E., Nieto-Barrera, J., Mendoza, S. (2016). Improved functional properties of pasta: enrichment with amaranth seed flour and dried amaranth leaves. *Journal of Cereal Science* 72: 84-90

Carmona-Garcia, R., Agama-Acevedo, E., Pacheco-Vargas, G., Bello-Perez, L. A., Tovar, J., Alvarez-Ramirez, J. (2022). Pregelatinised amaranth flour as an ingredient for low-fat gluten-free cakes. *International Journal of Food Science and Technology 57*(4): 2346-2355

Chai, Y.Z., Corke, H., Wang, D., Li, W.D. (2016). Buckwheat: Overview. (Ed. Wrigley, Corke, Seetharaman, Faubion) Encyclopedia of Food Grains (Second Edition), Academic Press, USA.

Chauhan, A., Saxena, D., Singh, S. (2016). Physical, textural, and sensory characteristics of wheat and amaranth flour blend cookies. *Cogent Food and Agriculture* 2(1): 1125773

Coelho, M., S., Mercedes, Salas, Mellado, M. (2014). Chemical characterization os chia (*Salvia hispanica L.)* for use in food products. *Journal Food Nutrional Research* 2(5): 263-269

Coţovanu, I., Batariuc, A., Mironeasa, S. (2020). Characterization of quinoa seeds milling fractions and their effect on the rheological properties of wheat flour dough. *Applied Sciences* 10(20): 7225

Coţovanu, I., Stoenescu, G., Mironeasa, S. (2021). Amaranth influence on wheat flour dough rheology: Optimal particle size and amount of flour replacement. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* 2021: 366-373

Coronel, E., Guiotto, E., Aspiroz, M., Tomas, M., Nolasco, S., Capitani, M. (2021). Development of gluten-free premixes with buckwheat and chia flours: application in a bread product. *Food Science and Technology* 11091

Coţovanu, I., Mironeasa, S. (2022a). Influence of buckwheat seed fractions on dough and baking performance of wheat bread. *Agronomy 12*(1): 137

Coţovanu, I., Mironeasa, S. (2022b). An evaluation of the dough rheology and bread quality of replacement wheat flour with different quinoa particle sizes. *Agronomy* 12(10): 2271

Coţovanu, I., Mironeasa, S. (2022c). Effects of molecular characteristics and microstructure of amaranth particle sizes on dough rheology and wheat bread characteristics. *Scientific Reports 12*(1): 1-14

Çelik, Ö. F., Tunçil, Y.E. (2020). Antioxidant activity, total phenolic and saponin contents of quinoa seeds having different hull colors as affected by washing process. *Erzincan University Journal of Science and Technology* 13(1): 11-24

da Costa Borges, V., Fernandes, S.S., da Rosa Zavareze, E., Haros, C.M., Hernandez, C.P., Dias, A.R.G., de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2021). Production of gluten free bread with flour and chia seeds (*Salvia hispânica L*). *Food Bioscience* 43: 101294

Dağ, Ş.R.O., Özkan, A.M.G. (2019). Kinoa (*chenopodium quinoa willd*.) üzerine bir derleme. *Journal of Faculty of Pharmacy of Ankara University* 43(3): 309-333

Daraz, O., Farooq U., Shafi, A., Hayat, K., Khan, M.Z., (2020). Development of quinoa (*Chenopodium quinoa*) supplemented cookies. *Agricultural Sciences Journal 2*(1): 56-66

Demir, B., 2018. *Çimlendirilmiş Kinoa Ununun Glutenli ve Gluten ihtiva etmeyen Makarna Üretiminde Kullanım İmkânları (*Doktora Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya

Demir, B., Bilgiçli, N. (2020). Changes in chemical and anti-nutritional properties of pasta enriched with raw and germinated quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) flours. *Journal of Food Science and Technology* 57(10): 3884-3892

Diowskz, A., Sadowska, A., (2021). Impact of sourdough and transglutaminase on gluten-Free buckwheat bread quality. *Food Bioscience* 101309

Doğu Baykut, E. (2021). Bazı tahıl benzeri ürünlerin besin içeriği ve gıda endüstrisinde kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi* (23): 89-98

Erdoğdu, M., Geçgel Ü. (2019). Chia tohumu (*Salvia hispanica L.)* ve yağının fizikokimyasal özellikleri ve gıda sektöründe değerlendirilmesi. *Gıda ve Yem Bilimi-Teknolojisi Dergisi* 21:9-17

Escribano, J., Cabanes, J., Jiménez-Atiénzar, M., Ibanez-Tremolada, M., Gómez-Pando, L. R., García-Carmona, F., Gandía-Herrero, F. (2017), Characterization of betalains, saponins and antioxidant power in differently colored quinoa (*Chenopodium Quinoa*) varieties. *Food Chemistry* 234: 285-294

Ewerling, M., Steinmacher, N.C., Santos, M.R.D., Kalschne, D.L., Souza, N.E.D., Arcanjo, F. M., Rodrigues, A.C. (2020). Defatted chia flour improves gluten-free bread nutritional aspects: a model approach. *Food Science and Technology 40*: 68-75

Farzana, T., Fatema, J., Hossain, F. B., Afrin, S., Rahman, S. S. (2021). Quality improvement of cakes with buckwheat flour, and its comparison with local

branded cakes. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal 9*(2): 570-577

Fernandes, S. S., Filipini, G., de las Mercedes Salas-Mellado, M. (2021). Development of cake mix with reduced fat and high practicality by adding chia mucilage. *Food Bioscience* 42: 101148

Gallo, L.R.D.R., Assunção Botelho, R. B., Ginani, V.C., de Lacerda de Oliveira, L., Riquette, R.F.R., Leandro, E.D.S. (2020). Chia (*Salvia hispanica L*.) gel as egg replacer in chocolate cakes: Applicability and microbial and sensory qualities after storage. *Journal of Culinary Science & Technology* 18(1): 29-39

Gebreil, S.Y., Ali, M.I.K., Mousa, E.A.M. (2020). Utilization of amaranth flour in preparation of high nutritional value bakery products. *Food and Nutrition Sciences 10*(05): 336

Guiotto, E. N., Tomás, M. C., Haros, C. M. (2020). Development of highly nutritional breads with by-products of chia (*Salvia hispanica L*.) seeds. *Foods* 9(6): 819

Guo, C., Zhang, M., Devahastin, S. (2021). Color/aroma changes of 3D-printed buckwheat dough with yellow flesh peach as triggered by microwave heating of gelatin-gum Arabic complex coacervates. *Food Hydrocolloids 112*: 106358

Gutierrez-Castillo, C., Alcázar-Alay, S., Vidaurre-Ruiz, J., Correa, M.J., Cabezas, D.M., Repo-Carrasco-Valencia, R., Encina-Zelada, C.R. (2022). Effect of partial substitution of wheat flour by quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) and tarwi (*Lupinus mutabilis Sweet*) flours on dough and bread quality. *Food Science and Technology International* 10820132221106332

Hadnađev, D.T.R., Torbica, A.M., Hadnađev, M. S. (2013). Influence of buckwheat flour and carboxymethyl cellulose on rheological behavior and baking performance of gluten-free cookie dough. *Food and Bioprocess Technology* 6(7): 1770-1781

Hargreaves, S. M., Zandonadi, R. P. (2018). Flaxseed and chia seed gel on characteristics of gluten-free cake. *Journal of Culinary Science & Technology* 16(4): 378-388

Hayıt, F., Gül, H. (2015). Karabuğday'ın sağlık açısından önemi ve unlu mamüllerde kullanımı. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 29*(1): 123-132

Hayıt, F., Gül, H. (2019). Kinoa ununun ve kısmi pişirilerek dondurma yönteminin glutensiz ekmek kalitesi üzerine etkisi. *Karadeniz Fen Bilimleri Dergisi* 9(2): 406-427

Iglesias-Puig, E., Monederob, V., Haros, M. (2015). Bread with whole quinoa flour and bifidobacterial phytases increases dietary mineral intake and bioavailability. *Food Science and Technology* 60(1):71-77

Ikeda, K., Sakaguchi, T., Kusano, T., Yasumato, K. (1991). Endogeneous factors affecting protein digestibility in buckwheat. *Cereal Chemistry* 68(4):424-427

Inglett, G.E., Chen, D., Liu, S. (2014). Physical properties of sugar cookies containing chia-oat composites. *Journal Science Food Agricatural* 94(15):3226–3233

İlkay, H. Ö., Mutlu, A.A. (2020). Fonksiyonel bir besin: kinoa. *Beslenme ve Diyet Dergisi* 48(3): 92-101

Jagelaviciute, J., Cizeikiene, D. (2021). The influence of non-traditional sourdough made with quinoa, hemp and chia flour on the characteristics of gluten-free maize/rice bread. *Food Science and Technology* 137: 110457

Jan, K.N., Panesar, P.S., Singh, S. (2018). Optimization of antioxidant activity, textural and sensory characteristics of gluten-free cookies made from whole Indian quinoa flour. *Food Science and Technology* 93: 573-582

Jancurová, M., Minarovicová, L., Dandar, A. (2009). Quinoa-a review. *Czech Journal of Food Sciences* 27(2): 71-79

Javaheripour, N., Lida Shahsevani Mojarad, L., Mahdıkhanı, S., Inanloo, Y. (2022). The effect of adding quinoa flour and germinated wheat flour on the physicochemical، microbial and sensory properties of sponge cake. *Journal of food science and technology (Iran)* 18(119): 375-392

Jyoti, V. Sangwan, Rani, V. (2022). Formulation, nutritional evaluation and storage stability of gluten free quinoa biscuits for celiac disease patients. *Annals of Phytomedicine* 11 (1): 359 - 364

Kalinova, J., Dadakova, E. (2009). Rutin and total quercetin content in amaranth (*Amaranthus spp*.). *Plant Foods for Human Nutrition* 64:68-74

Karahan, A.M., Kılınççeker, O. (2020). Karabuğday (*Fagopyrum Esculentum Moench*)'ın Bazı Özellikleri ve Tahıl Ürünlerinde Kullanımı. *6th International Conference On Engineering and Natural Sciences.* 24-26 January, p.p. 157-160, Şanlıurfa, Turkey

Kassa, M. K., Emire, S. A. (2021). Evaluation of various properties of amaranthus (*Genus amaranthus L.*) based composite flour blends for preparation of gluten-free biscuits. *Croatian Journal of Food Science and Technology 13*(1): 57-68

Kaur, S., Bains, K. (2019). Chia (*Salvia hispanica L.*)–a rediscovered ancient grain, from Aztecs to food laboratories: A review. *Nutrition & Food Science* 50 (3):463-479.

Kaur, S., Kumar, K., Singh, L., Sharanagat, V. S., Nema, P. K., Mishra, V., Bhusan, B. (2022). Gluten-free grains: Importance, processing and its effect on quality of gluten-free products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 1-28.

Khodaman, E., Barzegar, H., Jokar, A., Jooyandeh, H. (2022). Production and evaluation of physicochemical, mechanical and antimicrobial properties of chia (*Salvia hispanica L.*) mucilage-gelatin based edible films ıncorporated with chitosan nanoparticles. *Journal of Food Measurement and Characterization* 16:3547–3556

Köten, M., Karahan, A. M., Satouf, M. (2022). Antik Tahıllar ve Günümüzdeki Kullanım Alanları. Ed: Çoğun, H.Y., Karacagil Z., Kızılyıldırım S., Doğa ve Mühendislik Bilimlerinde Güncel Tartışmalar 4, p. 231-256, Bilgin Kültür Sanat Yayınları

Kraujalis, P., Venskutonis, P.R., Kraujalienė, V., Pukalskas, A. (2013). Antioxidant properties and preliminary evaluation of phytochemical composition of

different anatomical parts of amaranth. *Plant Foods of Human Nutrition* 68:322-328

Kreft, I., Germ, M., Golob, A., Vombergar, B., Bonafaccia, F., Luthar, Z. (2022). Impact of rutin and other phenolic substances on the digestibility of buckwheat grain metabolites. *International Journal of Molecular Sciences* 23(7): 3923

Kris-Etherton, P.M., Hill, A.M. (2008). N-3 fatty acids: food or supplements?. *Journal of the American Dietetic Association 108*(7): 1125-1130.

Kulczyński, B., Kobus-Cisowska, J., Taczanowski, M., Kmiecik, D., Gramza-Michałowska, A. (2019). The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge. *Nutrients* 11(6): 1242

Léder, I., Adanyi, N., Daood, HG., Sass-Kiss, A., Kardos-Neumann, A. (2010). Study of the composition and radical scavenging capacity of buckwheat seed and buckwheat leaf flour of two cultivars grown in Hungary. *Euro Journel Plant Science Biotechnolgy* 4(Special Issue 1): 87-92

Levent, H. (2017). Effect of partial substitution of gluten-free flour mixtures with chia (Salvia hispanica L.) flour on quality of gluten-free noodles. *Journal of Food Science and Technology 54*(7): 1971-1978

Maidana, S.D., Finch, S., Garro, M., Savoy, G., Gänzle, M., Vignolo, G. (2020). Development of gluten-free breads started with chia and flaxseed sourdoughs fermented by selected lactic acid bacteria. *Food Science and Technology* 125: 109189

Menga, V., Amato, M., Phillips, T.D., Angelino, D., Morreale, F., Fares, C. (2017). Gluten-Free pasta incorporating chia (*Salvia hispanica L.*) as thickening agent: an approach to naturally improve the nutritional profile and the in vitro carbohydrate digestibility. *Food Chemistry* 221: 1954– 1961

Mera-Carbo, M., Parraga-Álava, C., Muñoz-Murillo, P., Verduga-López, C. (2020). Partial replacement of wheat flour (Triticum spp.) with amaranth flour (Amaranthus spp.) and quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.) in cookies. *Ciencia y Tecnología de los Alimentos 30*(1): 56-61

Mir, NA., Riar, CS., Singh, S. (2018). Nutritional constituents of pseudo cereals and their potential use in food systems: A review. *Trends in Food Science & Technology 75*: 170-180

Miranda-Ramos, K., Sanz-Ponce, N., Haros, C. (2019). Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *Food Science and Technology* 114: 108418.

Moss, R., McSweeney, M. B. (2022). Effect of quinoa, chia, and millet addition on consumer acceptability of gluten-free bread. *International Journal of Food Science & Technology* 57(2): 1248-1258

Munoz, L., Cobos, A., Daz, O., Aguliera, J. (2013). Chia seed (*Salvia hispanica*): an ancient grain and a new functional food. *Food Reviere Internatinal* 29:394–408

Mutlu, C., Tontul, S. A., Candal, C., Erbaş, M. (2019). Bazı tahıl benzeri ürünlerin glutensiz kek üretiminde kullanımı. *Gıda* 44(5): 770-780

Nakilcioğlu, E., Ötleş, S. (2022). Multiresponse optimization of physical, chemical, and sensory properties of the gluten-free cake made with whole white quinoa flour. *Journal of Food Science and Technology* 59: 3836–3847

Odabas, E., Cakmak, H. (2022). Partial replacement of starch-based flours with quinoa or yellow lentil flour in the production of gluten-free noodles. *Journal of Food Processing and Preservation* 46(8):e16776

Öncel, E., (2017). *Erişte üretiminde farklı oran ve kombinasyonlarda karabuğday, amarant ve kinoa unlarının kullanım imkanları* (Yüksek Lisans Tezi), Necmettin Erbakan Üniversitesi, Konya

Pestorić, M., Sakač, M., Pezo, L., Škrobot, D., Nedeljković, N., Jovanov, P., Mandić, A. (2019). Physicochemical changes of the gluten-free rice-buckwheat cookies during storage–artificial neural network model. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering* 63(4): 609-617

Piga, A., Conte, P., Fois, S., Catzeddu, P., Del Caro, A., Sanguinetti, A.M., Fadda, C. (2021). Technological, nutritional and sensory properties of an innovative gluten-free double-layered flat bread enriched with amaranth flour. *Foods* 10(5): 920

Pigni, N. B., Aranibar, C., Mas, A. L., Aguirre, A., Borneo, R., Wunderlin, D., Baroni, M. V. (2020). Chemical profile and bioaccessibility of polyphenols from wheat pasta supplemented with partially-deoiled chia flour. *Food Science and Technology* 124: 109134

Puligundla, P., Lim, S. (2021). Buckwheat noodles: processing and quality enhancement. *Food Science and Biotechnology 30*(12): 1471-1480

Ramos-Diaz, J. M., Kince, T., Sabovics, M., Gürbüz, G., Rauma, A., Lampi, A. M., Jouppila, K. (2020). Relationship of compositional, mechanical, and textural properties of gluten-free pasta using different quinoa (*Chenopodium quinoa*) varieties. *Foods* 9(12): 1849

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S.E. (2003). Nutritional value and use of the andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Reviews International* 19(1-2):179– 18

Repo-Carrasco-Valencia, R., Serna, L. (2011). Quinoa (*Chenopodium Quinoa, Willd*.) as a source of dietary fiber and other functional components, *Food Science and Technology* 31(1): 225-230

Rudra, S. G., Anand, V., Kaur, C., Bhooshan, N., Bhardwaj, R. (2020). Hydrothermal treatment to improve processing characteristics of flour for gluten-free pasta. *Starch-Stärke 72*(9-10):1900320

Ruiz, KB., Biondi, S., Oses, R., Acuña-Rodríguez, IS., Antognoni, F., Martinez-Mosqueira, EA., Molina-Montenegro, MA. (2014). Quinoa biodiversity and sustainability for food security under climate change. A review. *Agronomy for Sustainable Development 34*(2): 349-359

Salehi, F. (2019). Improvement of gluten-free bread and cake properties using natural hydrocolloids: A review. *Food Science & Nutrition* 7(11): 3391-3402

Sanz-Penella, J.M., Wronkowska, M., Soral-Smietana, M., Haros, M. (2013). Effect of whole amaranth flour on bread properties and nutritive value. *Food Science and Technology* 50: 679-685

Satheesh, N., Fanta, SW (2018). Review on structural, nutritional and anti-nutritional composition of Teff (*Eragrostis tef*) in comparison with Quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*.). *Cogent Food & Agriculture* 4(1): 1546942.

Schoenlechner, R. (2016). Properties of pseudocereals, selected specialty cereals and legumes for food processing with special attention to gluten-free products. *Journal of Land Management, Food and Environment* 67(4): 239-248

Sevindik, A., Gültekin, R. N., Uran, H. (2021). Altın tahıl: kinoa. *Kırklareli Üniversitesi Mühendislik ve Fen Bilimleri Dergisi* 7(1): 155-165

Sheikholesalmi, Z., Seyadain Ardebili, S. M. (2019). The effect of Barhang (Plantago major L.) gum on texture, micro structure and sensory properties of composite low-fat cup cake (wheat-Quinoa). *Journal of Food Science and Technology (Iran)* 16(88): 123-134

Shevkani, K., Singh, N., Kaur, A., Rana, J.C. (2014). Physicochemical, pasting, and functional properties of amaranth seed flours: effects of lipids removal. *Journal of Food Science* 79(7): 1271-1277

Singh, M., Liu, S. X. (2021). Evaluation of amaranth flour processing for noodle making. *Journal of Food Processing and Preservation 45*(4):15270

Singh, N., Singh, P., Shevkani, K. Virdi, A.S. (2019). Amaranth: Potential Source For Flour Enrichment. (ed: Preedy, V. R. and Watson, R. R.) In Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention, 2nd Edition, Academic Press, United Kingdom

Sluková, M., Levková, J., Michalcova, A., Skřivan, P. (2017). Effect of the dough mixing process on the quality of wheat and buckwheat proteins. *Czech Journal of Food Sciences 35*(6): 522-531

Srivastava, T., Kumari, A., Wasnik, P. K., Kumar, P., Singh, A. (2018). Development of gluten free buckwheat cake and optimization of its baking process. *International Journal of Cardiovascular Science 6*(6): 268-273

Steffolani, E., Hera, EL., Perez, G., Gomez, M. (2014). Effect of chia (*Salvia hispanica*) addition on the quality of gluten free bread. *Journal Food Quality* 37(5):309-317

Suárez-Estrella, D., Cardone, G., Buratti, S., Pagani, M. A., Marti, A. (2020). Sprouting as a pre-processing for producing quinoa-enriched bread. *Journal of Cereal Science* 96: 103111

Sung, W.C., Chiu, E.T., Sun, A., Hsiao, H.I. (2020). Incorporation of chia seed flour into gluten-free rice layer cake: Effects on nutritional quality and physicochemical properties. *Journal of Food Science* 85(3): 545-555

Tan, M., Temel, S. (2019). Her Yönüyle Kinoa. Önemi, Kullanılması ve Yetiştiriciliği. İksad Yayınevi, Ankara

Terpinic, P., Cigic, B., Polak, T., Hribar, J., Rozrl, T. (2016). LC-MS analysis of phenolic compounds and antioxidant activity of buckwheat at different stages of malting. *Food Chemistry* 210:9-17

Turk Aslan, S., Isık, F. (2022). Effects of pseudocereal flours addition on chemical and physical properties of gluten-free crackers. *Food Science and Technology*, 42: e52521

Tüter, H., 2019. *Chia (Salvia hispanica) tohumu kullanılarak fonksiyonel glutensiz bisküvi üretimi ve kalite özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Manisa

Valencia, R., Arana, J. (2017). Carbohydrates of Kernels In Pseudocereals: Chemistry and Technology. West Sussex :John Willey and Sons, United Kingdom

Valencia-Chamorro, S. (2003). Quinoa. Encyclopedia of Food Science and Nutrition. Academic Press. Amsterdam

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

Venskutonis, P., Kraujalis, P. (2013). Nutritional components of amaranth seeds and vegetables: a review on composition, properties and uses. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 12:381-412

Vidaurre-Ruiz, J., Matheus-Diaz, S., Salas-Valerio, F., Barraza-Jauregui, G., Schoenlechner, R., Repo-Carrasco-Valencia, R. (2019). Influence of tara gum and xanthan gum on rheological and textural properties of starch-based gluten-free dough and bread. *European Food Research and Technology* 245(7): 1347-1355

Wang, R., Li, M., Chen, S., Hui, Y., Tang, A., Wei, Y. (2019). Effects of flour dynamic viscosity on the quality properties of buckwheat noodles. *Carbohydrate Polymers* 207: 815–823

Xing, B., Zhang, Z., Zhu, M., Teng, C., Zou, L., Liu, R., Qin, P. (2022). The gluten structure, starch digestibility and quality properties of pasta supplemented with native or germinated quinoa flour. *Food Chemistr*, 399: 133976

Yeşil, S., Levent, H. (2022a). Fermente edilmiş pseudo-tahılların glutensiz ekmek üretiminde kullanımı: Fiziksel ve tekstürel özellikler üzerine etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi* 26(3): 316-326

Yeşil, S., Levent, H. (2022b). The influence of fermented buckwheat, quinoa and amaranth flour on gluten-free bread quality. *Food Science and Technology* 160: 113301

Zettel, V., Hitzmann, B. (2018). Applications of chia (*Salvia hispanica L.*) in food products. *Trends in Food Science and Technology* 80: 43-50

Zhang, W., Huang, Q., Yang, R. (2022). Gluten-free quinoa noodles: effects of intermediate moisture extrusion and soy protein isolates supplement on cooking quality and in vitro digestibility. *International Journal of Food Science & Technology* 57:4356–4367

Zhang, Z., Zhou, M., Tang, Y., Li, F., Tang, Y., Shao, J., Xue, W., Wu, Y. (2012). Bioactive compounds in functional buckwheat food. *Food Research International* 49: 389-395

Zheng, Q., Wei, T., Song, Y., Guo, X., Jiang, H., Zhang, G. (2022). Comparative study on composite buckwheat dough and steamed bread modified by transglutaminase and ascorbic acid. *International Journal of Food Science and Technology 57*(2): 1273-1282





ISBN: 978-625-8246-56-8