



Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi

Derleme Makalesi

Geleceğin Alternatif Protein Kaynakları: Bitkiler

 Selen SEYHAN ^{a,*},  Emine NAKİLCİOĞLU ^b,  Semih ÖTLEŞ ^b

^a Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

^b Gıda Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ege Üniversitesi, İzmir, TÜRKİYE

* Sorumlu yazarın e-posta adresi: selenseyhann@gmail.com

DOI: 10.29130/dubited.1215815

Öz

Proteinler, aminoasitler tarafından oluşturulan azot içerikli bir besin maddesidir. Vücudumuzda birçok fonksiyona hizmet eden proteinler, sağlıklı bir yaşam için gereklidir. Gün geçtikçe artan dünya nüfusu nedeniyle gıda endüstrisinde bitkisel protein kaynaklarına yönelim hız kazanmıştır. Tüketicilerin hayvansal proteinlere ulaşmasında, artan maliyetler ve sınırlı tedarikler nedenleriyle büyük sıkıntılar çıkabilmektedir. Ayrıca bilinçsiz hayvansal ürün tüketiminin birçok sağlık sorununa neden olduğu bilinmektedir. Çölyak hastalığı veya gluten duyarlılığı gibi sağlık sorunları, bireylerin sağlıklı beslenme yönündeki eğilimleri ve vegan, vejetaryen gibi beslenme tarzları ile bitkisel kaynaklar değer kazanmaktadır. Son zamanlarda bitkisel proteinler, insan beslenmesinde hayvansal kaynağın yanı sıra ürün formülasyonu için fonksiyonel bileşenlerin yerini alan ekonomik ve çok yönlü bir alternatif olarak daha fazla kullanılmaktadır. Bu derleme, bitkisel protein kaynaklarından yağlı tohumlar, tahıllar ve diğer bitkiler hakkında genel bir bilgi vererek bahsedilen bitkisel protein kaynakları ile ilgili gıda alanında yapılan çalışmalarını içermektedir.

Anahtar Kelimeler: Alternatif gıda, Bitkisel protein kaynakları, Gıda kullanımı, Protein, Zenginleştirme

Alternative Protein Sources of The Future: Plants

ABSTRACT

Proteins are nitrogen-containing nutrients formed by amino acids. Proteins, which serve many functions in our body, are essential for a healthy life. Due to the increasing world population day by day, the orientation towards vegetable protein sources in the food industry has been gained a momentum. Consumers' access to animal proteins can cause great difficulties due to increasing costs and limited supplies. It is also known that unconscious consumption of animal products causes many health problems. With health problems such as celiac disease or gluten sensitivity, individuals' tendencies towards healthy eating, and diets such as vegan and vegetarian, herbal resources gain value. Recently, vegetable proteins have been used more and more in human nutrition as an economical and versatile alternative to replace functional ingredients for product formulation as well as animal source. This review provides general information about plant protein sources such as oilseeds, grains and other plants, and includes studies in the field of food related to plant protein sources.

Keywords: Alternative food, Plant protein sources, Food use, Protein, Enrichment

I. GİRİŞ

Proteinler temel besin öğelerinden biri olmakla birlikte içeriğinde karbon, hidrojen, oksijen, kükürt, fosfor ve azot gibi elementleri içermektedir [1]. Aynı zamanda proteinler, 20 temel amino asidin belirli dizilişlerde birbirlerine kovalent bağlanmasıyla oluşan polipeptitlerdir [2]. Proteinlerin sahip olduğu amino asit dizilimleri birbirinden farklı ve kendilerine özgüdür [3]. Proteinlerin parçalanmasıyla çok sayıda ve çeşitte aminoasit ortaya çıkmaktadır. 8 adet esansiyel amino asit bulunmaktadır ve bunları vücut yeterli miktarda sentezleyemediği için dışardan alınması gerekmektedir [3],[4]. Sağlıklı bir diyet için yüksek yoğunluklu ve kaliteli protein alımı gerekmektedir. Diyetle uygulanacak öneriler bakımından protein kalitesi önem taşımaktadır [5],[6]. Sağlıklı beslenme düzeni için kalori alımının %30'u protein bileşenlerinin karışımını içermelidir [5]. Vücudun gıdadaki proteinleri maksimum etkinlikte kullanabilmesi için uygulanacak diyet; aminoasitleri uygun miktarda içermeli, sindirilebilirliği iyi olmalı, yeterli düzeyde enerji sağlamalı ve gereken vitamin ve mineralleri içermelidir [7]. Protein alımı hakkında, ideal vücut ağırlığının kilogramı başına günde 0.8 g /kg olacak şekilde ya da günde alınması gereken tek bir değer olarak 50 gram şeklinde 3 öneri bulunmaktadır [8],[9].

Günümüzde 1.3 milyar insan gıdaya ulaşmakta güçlük çekmektedir [10]. Dünya nüfusunun her geçen gün artması, açlık konusundaki zorlukların artacağını da göstermektedir [11]. Genellikle protein ihtiyacı et, süt ve balık gibi proteince zengin hayvansal kaynaklı gıdalardan sağlanmaktadır [12]. Fakat artan protein ve gıda talepleri doğrultusunda geleneksel hayvansal gıda ürünleri ve yöntemleri yerine alternatif ürünler ve yöntemler geliştirilmelidir [13]. Protein ihtiyacının hayvansal kaynaklardan sağlanması güçleşmektedir [14]. Gıda endüstrisinde son on yıla bakılırsa, geleneksel olarak hayvanlardan elde edilen proteinlerin yerine bitkisel kaynaklı, sağlıklı ve besleyici proteinler elde etmeye yönelik çalışmalar ön plana çıkmıştır [15]. Bitki bazlı proteinler, uzun bir ekim kullanımı (örneğin depolama) ve ekim geçmişi, daha düşük üretim maliyetleri ve kolay erişimleri nedenleriyle beslenme ihtiyaçları için umut verici gözükmektedir [16].

Tüketicilerin bitki bazlı ürünlere talebi gün geçtikçe artmaktadır [17]. Et (örneğin et analogları; kanola, soya fasulyesi, hindistan cevizi, ceviz, mantar), yumurta (maş fasulyesi protein izolatları), süt (soya sütü, badem sütü vs.) ve diğer hayvansal ürünler için bitki protein alternatifleri ile vücuda alınması gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [18]. Tüketicilerin, vegan ve vejetaryen beslenme şekline yönelmesi ile bitkisel kaynaklı proteinlerin önemi son yıllarda değer kazanmıştır [19]. Veganlık, 'tamamen veya kısmen hayvanlardan üretilen tüm ürünlerin diyet terimlerinden çıkarılması' olarak tanımlanmaktadır [20]. Vejetaryen kelimesi ise Latince "vegutes" kelimesinden türeyen, hayat dolu, sağlıklı, canlı anlamına gelmektedir. Vegandan farklı olarak isteğe bağlı yumurta, süt ve süt ürünlerinin tüketildiği beslenme biçimidir [19]-[21]. Ayrıca tüketiciler çölyak hastalığı (glutene duyarlılık) veya gluten hassasiyeti nedenleriyle de farklı bitkisel kaynaklara yönelim içerisindeyler [22].

Bitkisel gıdalar, insan tüketimi için diğer herhangi bir gıda kaynağından daha ucuz ve bol miktarda protein içeren kaynaklardır [9]. Genellikle protein ihtiyacı hayvansal proteinden karşılanırken son yıllarda obezitenin, hayvansal kaynaklı hastalıkların ve antibiyotik ile beslenmiş hayvanların artması nedeniyle bitkisel proteinlere olan ilgi artmaktadır [23]. Bu derleme, alternatif bitkisel protein kaynaklarından olan yağlı tohumlar, tahıllar ve diğer bitkiler hakkında genel bir bilgi vererek gıda alanında yapılan çalışmalarını kapsamaktadır.

II. BİTKİSEL PROTEİN KAYNAKLARI

A. YAĞLI TOHUMLAR

Yağlı tohumlar, değerli bitkisel protein kaynaklarından biridir. Global ölçekte protein ihtiyacının giderek artış göstermesi sonucu yağlı tohum üretimi de buna paralel olarak artış göstermiştir [24].

Ayrıca, daha sağlıklı bir yaşam anlayışı ile yağlı tohumlara olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır. Yağlı tohumların fizyokimyasal özellikleri genetiğine, işleme koşullarına ve büyüme ortamına bağlı olarak değişmektedir [25]. Dünyada yağ üretiminin yaklaşık %86'sı bitkisel kaynaklardan karşılanmaktadır. Bu bitkisel kaynakların başında soya tohumu, pamuk tohumu, keten tohumu, kolza tohumu, ayçiçeği, yerbıstığı, aspir, susam, haşhaş ve mısır gelmektedir [10].

A. 1. Keten Tohumu

Keten bitkisi, Geraniales takımı, Linaceae familyasının *Linum* cinsine ait olup bu cinsin 230 türü bulunmaktadır. *Linum usitatissimum* türünün ekonomik değeri diğer türlere oranla oldukça fazladır [26]. Tek yıllık bir bitki olan keten, 30-100 cm boylarında beyaz çiçekli, grimsi yeşil yapraklı bir bitkidir. Tohumları 4-6 mm uzunlukta, yumurta biçiminde yassı, kokusuz, yağlı ve lezzetlidir [27],[28]. Keten, düşük glisemik indeksli fonksiyonel bir besindir [29]. Potansiyel faydalar sağlayan keten bitkisi, proteinler, mineraller, fenolik bileşikler de dahil olmak üzere birçok biyoaktif bileşiği içermektedir [30].

Keten tohumu yüksek miktarda yağ içermesi ile bilinmektedir. Bu oran yaklaşık %40 (w/w) civarındadır. Yağ endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [30],[31]. Yem, boya, gıda, kumaş ve birçok sektörde avantajlarından dolayı keten tohumu tercih edilmektedir [30]. İçeriğinde, α -linolenik asit, palmitik asit, oleik asit ve linoleik asit baskın olarak bulunmaktadır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin miktarı yapıda oldukça yüksektir [32]. Bu oranın %22.8 (w/w)'i α -linolenik aside aittir [33]. Keten tohumu, protein bakımından (%20-30 (w/w)) değerli bir kaynaktır [34]. Glutamik asit, metiyonin, arginin, sistein ve aspartik asit gibi amino asitleri zengin oranda içerirken lizin, treonin ve tirozin amino asitlerini düşük miktarda içerir [35]. Yüksek sistein ve metiyonin içeriği antioksidan kapasitesini artırır; böylece kanser riskini azaltmaya yardımcı olur [34]-[36]. Keten tohumu, özellikle magnezyum, kalsiyum ve fosfor mineralleri ile γ – tokoferol (E vitamini) bakımından zengin bir kaynaktır [34].

A. 2. Pamuk Tohumu

Pamuk bitkisi, Malvaceae familyasında yer almakta ve *Gossypium hirsutum* türü olarak bilinmektedir [37]. Pamuk tohumunun işlenmesi sırasında %5 (w/w)'i atık olarak değerlendirilmektedir. Pamuk tohumu küspesi, pamuk tohumunun yağ işleme işlemleri sırasında ortaya çıkan bir yan üründür. Oluşan atığın %50'si küspe, %22'si kabuk, %16'sı yağ ve %7'si linterdir [38]. Pamuk tohumunun besin bileşimini, tohum çeşidi ve özellikleri, işleme metotları, kabuk içeriği ve depolama süresi etkilemektedir [39]. Antioksidan ve antimikrobiyal etkileri bakımından pamuk tohumu ve atıkları incelendiğinde, sonuçlar tatmin edici düzeydedir. Bu doğrultuda, sağlık ve cilt bakımı endüstrilerinde antimikrobiyal ve antioksidan ajan olarak biyolojik özelliklerinden dolayı pamuk tohumu atıkları değerlendirilmelidir [40]. Pamuk tohumu, içeriğindeki potasyum ile koroner kalp hastalıklarını, yüksek tansiyonu ve kardiyovasküler hastalıkları önemli ölçüde azaltmaktadır [41].

Pamuk tohumunun yaklaşık olarak %20-28 (w/w)'lik kısmında yağ bulunmaktadır. Baskın olarak bulunan yağ asitleri linoleik asit, palmitik asit ve oleik asittir [42],[43]. Pamuk tohumu küspesi (45-50 gram pamuk tohumu küspesi/100 gram pamuk tohumu), pamuk tohumundan uygulanan yağ alma işlemi sonrasında kalan proteince zengin bir yan üründür [44]. Pamuk tohumu küspesi yaklaşık %35-40 (w/w) oranında protein içermektedir [45]. Yapıda bulunan baskın amino asitler ağırlıkça, arginin (yaklaşık %13) glutamik asit (yaklaşık %12) ve glutamindir (yaklaşık %10) [46]. İçeriğinde makro olarak bulunan mineraller ise potasyum, kalsiyum ve magnezyum şeklinde sıralanabilir [41].

A. 3. Kanola Tohumu (Kolza Tohumu)

Kanola (*Brassica napus* L.) bitkisi, tohumlarında ortalama %40 (w/w) oranında ham yağ içeren bir yağ bitkisidir [47]. Yüksek yağ oranı ile öne çıkan bitkisel bir kaynaktır ve yağ endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır [48]. Dekara veriminin yüksek olması, sert iklimlere dayanıklılığı ve yüksek

yağ oranı nedeniyle endüstride yaygın olarak tercih edilmektedir [49]. Protein içeriğinin de yüksek olması sebebiyle yem ve gıda endüstrisinde ilgi görmektedir [50]. Düşük erusik asit (<%2 (w/w)) ve düşük glukosinolat (<30 µmol/g) içeren kolza bitkisinden elde edilen yağ, kanola yağı olarak adlandırılır [51].

Tohumlarda yaklaşık %37-41 (w/w) oranlarda yağ içeriği bulunmaktadır [52]. Kanola tohumu yüksek miktarlarda, palmitik asit, palmitoleik asit, oleik asit, linoleik asit, linolenik asit ve diğer doymamış yağ asitlerini içermektedir [53]. Kanola tohumu küspesi, nispeten dengeli amino asit bileşimine ve %38-48 (w/w) oranında protein içeriğine sahiptir [48]-[54]. Esansiyel aminoasitlerden olan lizin, izolösin, treonin, fenilalanin ve valin, esansiyel olmayan amino asitlerden tirozin, histidin, serin, glutamat ve sistein yüksek miktarlarda bulunmaktadır [54],[55]. Kanola baklagiller ve diğer tahıllara kıyasla daha yüksek miktarda azot, kükürt ve fosfor içeriğine sahiptir. Ayrıca magnezyum, kalsiyum ve sodyum bakımından da yeterli bir kaynaktır [53]. Kanola tohumu tokoferollerce zengin olup yüksek miktarda filokinon (K1 vitamini) da içermektedir [50].

A. 4. Chia Tohumu

Chia bitkisi (*Salvia hispanica* L.), Lamiaceae ailesine ait tek yıllık otsu bir bitkidir [56]. Uzunluğu 1 metreye ulaşabilmektedir. Tohum 1-2 mm büyüklüğündedir. Optimal büyüme şartları, ılık iklim, yüksek yağış ve 15-30 °C sıcaklıktır [57]. Chia tohumları bağırsakların düzgün çalışmasına destek olarak kan kolesterolünün ve glikoz seviyelerinin düşürülmesine yardımcı olmaktadır. Bu doğrultuda kardiyovasküler hastalık risklerini de azalttığı bildirilmiştir [58]. Chia tohumu yağ, protein, lif, mineral ve antioksidan kaynağı olarak tanımlanmaktadır ve düşük kalorili diyetlerin vazgeçilmez bir ögesidir [59].

Chia tohumu %30-35 (w/w) oranlarında yağ içeriğine sahiptir [58]. Chia tohumu yağı, α-linolenik asit (%19.5), α-linoleik asit (%5.2), oleik asit ve palmitik asit bakımından zengin bir kaynaktır [56]-[59]. Chia tohumu yüksek miktarda diyet lifi, fenolik bileşikler ve çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA) içermektedir [60]. İçeriğinde kafeik asit, kersetin, kemferol, glisin ve genisitin bulunduğu raporlanmıştır [56]. %21-37 (w/w) oranlarında protein içeriğine sahip olan chia tohumu, arginin, lösin, lizin, fenilalanin, valin ve triptofan bakımından zengindir. Esansiyel olmayan amino asitler bakımından ise başta glutamik asit ve aspartik asit olmak üzere serin, alanin, glisin ve prolin aminoasitlerini yüksek miktarda içermektedir [61]. Ek olarak A, E, C, tiamin, riboflavin ve nikotinik asit vitaminlerini ve magnezyum, fosfor, kalsiyum, potasyum ve sodyum minerallerini de yapısında bulundurmaktadır [56]-[62].

B. TAHILLAR

Tahıllar iyi bir besin kaynağı olup, cilt sağlığını iyileştirici ve sindirim sistemini düzenleyici önemli etkilere sahiptir. Günlük diyetle tüketilmesi gereken karbonhidrat, mineral, protein, diyet lifi ve vitamin ihtiyacının yaklaşık %70'ini giderebilmektedir. Gıda sektörüne fonksiyonel nitelikte yeni alternatifler kazandırılması amacıyla tahıllar, günümüzde yaygın olarak araştırılmaktadır [63].

B. 1. Yulaf

Yulaf (*Avena sativa* L.), Poaceae familyasında yer almaktadır. Son yıllarda fonksiyonel bir gıda olarak oldukça ilgi görmektedir [64]. Soğuk havaya toleransının düşük olması nedeniyle yulaf için kışlık hasat yapılmaktadır [65]. Protein ve diğer besin bileşenleri iklim, coğrafi koşullar ve işleme metotlarına bağlı olarak değişim gösterebilmektedir [66]. Yulaf, biyolojik olarak aktif madde ve besin kaynağı olarak kabul edilmektedir [67]. Çölyak hastalığı için iyi bir alternatif olan yulaf, tip-2 diyabetin, kanserin ve diğer kardiyovasküler hastalıkların risklerini azaltmaktadır [68]. Ek olarak, yulafın içeriğindeki β-glukanlar (%1.8-7.5 (w/w)) sayesinde serum kolesterolünü düşürme yeteneğine sahip olduğu raporlanmıştır [66].

Yaklaşık %10-12 (w/w) oranında protein içeren yulaf, lizin, fenilalanin, lösin ve arginin ile esansiyel amino asitler bakımından zengin bir kaynaktır [44]-[63]. Ayrıca aspartik asit, serin, treonin, glutamik

asit, glisin ve prolin gibi esansiyel olmayan aminoasitleri de yüksek miktarda içermektedir [69],[70]. Tahıl fenolik asitleri, hidroksisünamik asit ve hidroksibenzoik asit olarak ikiye ayrılmaktadır. Yulaftaki hidroksibenzoik asitler arasında protokateşik asit, şiringik asit, vanillik asit, p-hidroksibenzoik asit ve gallik asit yer almaktadır [71]. Hidroksisünamik asitler ise ferulik, p-kumarik, o-kumarik, kafeik ve sinapik asitlerdir. Yulaf, %5-7 (w/w) oranında yağ içeriğiyle tekli doymamış yağ asitlerini (%75-82) yüksek miktarda içermektedir [67]. Buğday ve mısır ile karşılaştırıldığında yulaf, sodyum, fosfor ve potasyum içeriği ile dikkat çekmektedir [72].

B. 2. Amaranth

Amaranth (*Amaranthus* spp.), kurak ve besince fakir topraklarda yetiştirilebilen ve değişen koşullara karşı toleransı yüksek bir bitkidir [73]. Amaranth tohumunun çapı yaklaşık 0.9-1.7 mm arasındadır [74]. Tohumun kabuğu pürüzsüz, ince ve krem-sarı arasında renk skalasına sahip olabilmektedir. Yapısındaki antioksidanlar sayesinde hiperkolestrolemi (kolesterol yüksekliği) ve arterioskleroz (damar sertliği) hastalıklarının risklerini azalttığı ve koroner kalp hastalıklarını önlemek için iyi bir seçenek olduğu raporlanmıştır [75],[76].

Amaranth taneleri öz ve kabuk kısımlarında E vitaminini ve yüksek antioksidan özelliğindeki polifenollerini içermektedir. Kafeik asit, hidroksibenzoik asit ve ferulik asit amaranthta yüksek miktarda bulunan fenolik bileşiklerdir [77]. Gluteni ve toksik etkiye neden olan prolamini içermemesi ile çölyak diyeti için oldukça uygundur. Sindirilebilir kaliteli proteine sahip olan amaranth, yapısında %13-19 (w/w) oranında protein bulundurmaktadır [78]. Amaranth, esansiyel aminoasitlerden metiyonin, lizin, arginin, triptofan aminoasitlerini diğer tahıllardan daha yüksek miktarda içermektedir [79]. Amaranthın yağ asidi kompozisyonu ağırlıkça, %47 linoleik asit, %26 oleik asit ve %19 palmitik asitten meydana gelmektedir. Doymamış yağ asitlerini yüksek oranda (yaklaşık %75 (w/w)) bulundurmaktadır [77]. Farklı amaranth türlerinde kalsiyum ve magnezyum içeriği araştırıldığında sırasıyla 134-370 mg/100g ve 230-387mg/100g aralığında bulunmuştur. Ek olarak amaranth, potasyum, sodyum ve fosfor mineralleri açısından da zengindir [80].

B. 3. Karabuğday

Karabuğday (*Fagopyrum esculentum* Moench), kuzukulağigiller (Polygonaceae) familyasından *Fagopyrum* cinsine ait tek yıllık bir bitki türüdür. Yetiştiriciliği, nemli ve serin yerlerde yapılmaktadır [81]. Çölyak hastaları ve yaygın olarak yapılan glutensiz diyet için oldukça önem arz etmektedir [63].

Karabuğday, beş flavonoidi yapısında barındırmaktadır. Bunlar, kemferol, kersetin, luteolin, rutin ve kersitrindir. İçerdiği flavonoidler sayesinde vücutta bağışıklık hücre fonksiyonlarını koruyucu bir etki ile virüslere karşı antiherpetik aktivite göstermektedir [82]. Ayrıca karabuğday ve karabuğday filizleri, anksiyete, nörodejeneratif bozukluklar ve cilt kanseri gibi çeşitli hastalıkların önlenmesine ve tedavisine yardımcı olmaktadır [83]. Karabuğdayın içeriğinde %18-24 (w/w) protein bulunmaktadır [84]. Lösin, lizin, fenilalanin ve valin içeriği ile dikkat çekmektedir [63]. Karabuğday, geleneksel buğday ile karşılaştırıldığında yaklaşık 4 kat daha fazla selenyum içerdiği raporlanmıştır. Ayrıca içeriğindeki niasin, pantotenik asit ve tokoferoller ile oldukça zengin bir kaynaktır [84].

C. DİĞER BİTKİLER

C. 1. Maş Fasulyesi

Maş fasulyesi (*Vigna radiata* Wilczek), genellikle yeşil veya sarı renkte olan besleyici değeri yüksek baklagillerdendir. Glutensiz olması nedeniyle maş fasulyesi, diyetlerde yaygın olarak tüketilmektedir [85]. Popülaritesini son yıllarda arttıran maş fasulyesi, diğer baklagillerde olduğu gibi kolesterol düşürücü, tümör oluşumunu engelleyici, iltihap kurutucu, idrar söktürücü ve toksik etkili maddeleri vücuttan temizleyici etkilere sahiptir [86]. Ayrıca içeriğindeki fenolik bileşikler (ferulik asit, sinapik asit, p-kumarik asit, kafeik asit, protokateşik asit, şiringik asit ve kateşin) ile Alzheimer hastalığına karşı nöroprotektif aktiviteye sahip olduğu raporlanmıştır [87].

Yüksek protein, mineral, diyet lifi ve fenolik bileşik içeriğiyle maş fasulyesi, fonksiyonel bir gıda olarak belirlenmiştir [85]. Yapılan çalışmalarda, maş fasulyesi %20-28 (w/w) oranındaki protein miktarı ile mercimek ve nohuttan daha yüksek protein içeriğine sahiptir [88]. Fenilalanin, lösin, lizin, valin, izolösin, histidin yüksek miktarlarda; triptofan, metionin ve sistein ise az miktarlarda maş fasulyesinin yapısında bulunmaktadır [89]. Minerallerden magnezyum, fosfor, kalsiyum, demir, çinko ve selenyum minerallerini ise makro düzeyde içermektedir [90]. Yapılan çalışmalarda çimlenmiş maş fasulyesinin mineral içeriğinin birçok bitki türüne göre daha fazla olduğu raporlanmıştır. Bu sayede fonksiyonel bir bileşen olarak kullanım potansiyeli artmaktadır [91]. Ek olarak niasin, pantotenik asit, folat, kolin, A vitamini ve K vitamini içeriğiyle dikkat çekmektedir [90].

C. 2. Soya Fasulyesi

Soya fasulyesi (*Glycine max* L.), baklagiller familyasından olup, yazlık ve tek yıllık olarak tarımı yapılan bir bitkidir. ‘Mucize bitki’ olarak bilinen soya, insan diyeti için önemli görülmektedir [92]. Yapılan araştırmalarda soya fasulyesinin antioksidan ve antikanser etkisinin, meme kanseri ve obezite riskini azaltmaya neden olduğu gözlemlenmiştir [93]. Tansiyonu ve kolesterolü düzenleyici aktivitesi de bulunmaktadır [92].

Soya fasulyesi yüksek miktarda protein (%40-50 (w/w)) içeriğine sahiptir [94]. Soya fasulyesi proteinleri, özellikle histidin, izolösin, lösin, fenilalanin, treonin ve triptofan gibi temel aminoasitlerin kaynağıdır [93]. Ayrıca yağ içeriğinin %18-24 (w/w) aralığında olması, yağ endüstrisinde kullanımının yaygınlaşmasını sağlamıştır. Palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit bakımından soya fasulyesi, zengin bir kaynaktır [95]. Soya fasulyesi, yüksek miktarlarda içerdiği kalsiyum, demir, potasyum, magnezyum, çinko ve bakır mineralleri ile niasin, tiamin, kolin, C, B12, B6 ve K vitaminleri açısından ilgi görmektedir [92].

C. 3. Badem

Badem (*Prunus dulcis* Miller), gülgiller (Rosaceae) familyasının Prunoideae alt familyasından olan ve meyvesi yenebilen bir ağaç türüdür [96]. Badem unu gluten içermediğinden dolayı glutene duyarlı, alerjisi olan ve çölyak hastalığı olan bireyler için buğday unu yerine kullanılmaktadır [97]. Badem lipitleri %88-92 (w/w) oranlarında doymamış yağ asitlerini içerdiğinden kardiyovasküler hastalık riskini azaltmaktadır [98]. Badem, oleik asit (yağ asitlerinin yaklaşık %70’i) bakımından zengin bir kaynaktır. Badem, içerdiği yağ asitleri ve çözünebilir posadan dolayı kalp damar hastalıklarına, B grubu vitaminleri (tiamin, riboflavin, nikotinik asit ve piridoksin) bakımından zengin olduğu için anemiye, kalsiyumca zengin olduğu için kemik ve diş sağlığını iyileştirici etkiye ve potasyumu zengin, sodyumu düşük olması nedeni ile hipertansiyon üzerine koruyucu etkiye sahip bir fonksiyonel yağlı tohum olarak tanınmaktadır [99],[100].

Bademin besin değeri bileşimi incelendiğinde, %19-23 (w/w) oranlarında protein içerdiği bildirilmiştir [98]. Esansiyel amino asitlerce zengin olan badem, fenilalanin, izolösin, lösin, histidin ve treonin içermektedir [101]. Badem, genel olarak sağlıklı bir atıştırılabilirlik olarak kabul edilir. Diyet lifi, E vitamini, riboflavin ve temel mineraller (manganez, magnezyum, bakır, fosfor, kalsiyum ve potasyum) bakımından incelendiğinde diyetin sağlıklı bir parçasını oluşturmaktadır [99].

C. 4. Kinoa

Kinoa, (*Chenopodium quinoa* Willd.) kazayağıgiller (Chenopodiaceae) familyasına ait tek yıllık bitki olup, son yıllarda insan ve hayvan beslenmesindeki önemi gittikçe artmaktadır. Kinoa, kuraklık, don, tuzluluk gibi olaylara dayanıklılığı olan bir bitkidir [102]. Kan şekerini ve kolestrolü dengeleyerek insan sağlığına önemli katkılar sağlamaktadır [103]. Yapılan çalışmalarda kinoa ile beslenmenin sonucunda içerdiği aktif bileşenlerin bağırsak emiliminin arttığı raporlanmıştır [102]. Kinoa yaprakları, %7-14 (w/w) oranlarında lif içeriğine sahiptir. İspanağa yakın lif içeriğine sahip olması, genel besin değerine önemli bir katkı sağlamaktadır [104].

Kinoanın protein içeriği genel olarak %13.8-18 (w/w) aralığında olmakla beraber yetiştirilme koşullarına göre bu değerler farklılık göstermektedir [63]. Dengeli protein içeriği olan kinoa, esansiyel olan (izolösin, lösin, lizin, metionin, fenilalanin, treonin, triptofan ve valin) ve olmayan (alanin, arginin, aspartik asit, sistein, prolin ve glisin) amino asitler bakımından zengindir [105]. Ayrıca, polifenoller (vanilik asit, ferulik asit, kersetin ve kamferol), tokoferoller ve karotenoidler olmak üzere önemli biyoaktif bileşikler içeriğinde bulundurmaktadır [106]. Ek olarak kinoanın bileşiminde yüksek miktarda bulunan mineraller ise bakır, magnezyum, potasyum ve fosfor olarak raporlanmıştır [104].

III. GIDALARDA BİTKİSEL KAYNAKLAR İLE PROTEİN İÇERİĞİNİ ARTTIRMAYA YÖNELİK YAPILAN ÇALIŞMALAR

Son yıllara kadar et ve süt ürünlerinin tüketimiyle protein alımı sağlanırken, şu an tüketicilerin bitki bazlı ürünleri kullanılmasına dair yoğun bir ilgi vardır. Ayrıca tüketicilerin sağlıklı beslenmeye olan ilgisi, küresel açlığın önlenmesi, temel beslenme talepleri, diyetle ilgili hastalıkları önleme isteği ve tüketici refahının iyileştirilmesi nedenleriyle araştırmacılar gıdaların potansiyel kullanımına odaklanmışlardır [107].

A. YAĞLI TOHURLAR İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Nduko vd. [107] ananas reçelinin bileşimini güçlendirmek ve sağlık etkilerini arttırmak amacıyla chia tohumu ile zenginleştirilmiş ananas reçeli formüle etmişlerdir. Chia tohumu, reçele %6.5, %12.5, %25 ve %50 (w/w) oranlarında eklenmiş ve elde edilen numuneler analiz edilmiştir. Kontrol numunesinin protein miktarı %0.53 (w/w) olarak ölçülmüştür. Chia tohumu miktarı arttıkça protein miktarı artmıştır. En yüksek protein içeriğini %50 chia tohumu ile zenginleştirilen numunede, yaklaşık olarak %8.60 (w/w) olarak tespit edilmiştir. Bu numunenin lif içeriğinin ise kontrol numunesine göre 5 kat arttığı dikkat çekmiştir. Fakat %25 ve %50 (w/w) oranlarında chia tohumu ile zenginleştirilen reçellerin tüketicinin genel kabulünü olumsuz etkilediği sonucuna varılmıştır. %6.25 ve %12.5 (w/w) oranlarında chia tohumunun eklenmesi tüketici tarafından kabul edilebilir bir reçel eldesine imkân tanıdığı rapor edilmiştir.

Keten tohumu besin değeri ve sağlık etkileri ile değerli bir gıda ürünüdür. Bu amaç doğrultusunda Wirkijowska vd. [108] ekmek üretiminde keten tohumu ununun kullanım potansiyelini incelemişlerdir. Keten tohumu unu %5, %10 ve %15 (w/w) oranlarında ekmeğe ikame olarak eklenmiştir. En yüksek protein içeriği, %15 (w/w) keten tohumu unu ikameli ekmeklerde elde edilmiştir. Protein içeriği yaklaşık olarak 100 g ekmekte 11.06 g artış göstermiştir. %15 keten tohumu ilavesi, ekmek kırıntısının özgül hacmi ve gözenekliliği üzerinde olumsuz etkiye neden olmuştur. Yapılan fizikokimyasal, dokusal ve duyuşsal analizlerde en iyi sonucu %10 keten tohumu ikameli ekmek vermiştir.

Daha önce yapılan çalışmalarda pamuk tohumu küspesinin balık unu için iyi bir ikame olabileceği sonucuna varılmıştır. Gossipol, pamuk bitkisinin tohum, yaprak, dal ve köklerinde bulunan polifenolik bir pigment maddesidir. Yüksek gossipol içeriğinin, hayvanlarda toksisiteye neden olduğu ortaya konulmuştur. Pamuk tohumu küspesinin kullanımını iyileştirmek amacıyla serbest gossipolün azaltılması gerekmektedir. Zhang vd. [109] yavru kalkan balığında (*Scophthalmus maximus* L.) balık unu alternatifini olarak pamuk tohumu küspe konsantresinin potansiyelini incelemişlerdir. Alternatif protein kaynağı olarak pamuk tohumu küspesi (<400 mg/kg), %15, %25, %35 ve %45 (w/w) oranlarında balık unu yerine kullanılmıştır. Yapılan çalışmada, protein içeriği yaklaşık olarak %2 (w/w) oranında artmıştır. %45 pamuk tohumu küspesi kullanımı ile fenilalanin, lizin, ve arginin içerikleri %100 balık unu kullanılan kontrol örneğine göre daha yüksek değerler vermiştir. Protein sindirilebilirliği ise %4.53 (w/w) oranında artış göstermiştir. Sonuç olarak, pamuk tohumu küspesi su ürünlerinde potansiyel bir protein kaynağıdır. Kalkan balığının büyüme performansı, yem kullanımı ve

hematolojik tepkiler üzerinde olumsuz etkiler yaratmadan %35 oranında pamuk tohumu küspesinin kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Lücke vd. [110] fermente kolza tohumu küspesi eklenmiş ekmek ile fermente kolza tohumu küspesi içeren kri-kırmızı biberli ekmek, fermente kolza tohumu küspesi içeren fesleğenli ekmek ve fermente kolza tohumu küspesi içeren barbunya fasulyeli ekmek üretmişlerdir. Kontrol için kolza tohumu içermeyen buđđay unu ile üretilen ekmek hazırlanmıştır. Fermente kolza küspesinin fermantasyonu *Rhizopus microsporus* ile gerçekleştirilmiştir. Acılık algısını azaltmak amacıyla ürünler sirke ve sitrik asit ile muamele edilmiştir. Kri-kırmızı biber, fesleğen ve barbunya fasulyesi içerikli ekmeklere yaklaşık olarak sırasıyla, %5, %4, %3.5 ve %5.3 (w/w) oranlarında kolza tohumu eklenmiştir. Sonuç olarak, protein içeriğinin tüm ürünlerde yaklaşık olarak %4-6 (w/w) oranlarında arttığı, fermente kolza tohumunun protein sindirilebilirliği bakımından olumlu etkisinin olduğu görülmektedir. Ayrıca yapılan duyuusal analizlerde acılık tadının tüketicici tarafından kabul aldığı şeklinde sonuçlanmıştır.

Manyok unu (Cassava unu) zellikle kükürt içeren amino asitler (metionin ve sistein) ve protein açısından düşük bir gıda ürünüdür. Otondi vd. [111] chia tohumu ile zenginleştirilerek manyok ununun besinsel ve fizikokimyasal özelliklerini iyileştirmeyi amaçlamışlardır. Chia tohumları un haline getirilerek, %20, %40 ve %60 (w/w) oranlarında chia unu ve manyok unu kullanılarak un karışımları hazırlanmıştır. Manyok ununun 100 g'ında yaklaşık 2.39 g protein bulunmaktadır. Un karışımları sırasıyla %6.04, %8.93 ve %12.16 (w/w) protein ieremiştir. Duyusal analizler sonucunda %20 ve %40 oranlarında chia tohumu içeren un karışımlarının kabul edilebilir düzeyde olduğu saptanmıştır. Sonuç olarak, chia tohumlarının manyok ununun besin bileşimini geliştirdiği ve gıda formülasyonlarında kullanılabilceği ifade edilmiştir.

Zarycki vd. [112] makarnanın besinsel ve duyuusal değerini iyileştirmek amacıyla buđđay unu yerine keten tohumu unu kullanımını araştırmışlardır. %5, %9, %13, %17, %20 ve %23 (w/w) oranlarında keten tohumu unu eklenerek makarna üretilmiştir. Kontrol makarnası %13.37 (w/w) protein içeriğine sahipken diğer makarnalar için protein içeriği sırasıyla, %14.14, %14.93, %15.72, %16.51, %17.16 ve %18.06 (w/w) olarak bulunmuştur. Sonuçlar doğrultusunda protein değeri ve diğer besin bileşenleri bakımından en yüksek değeri %23 keten tohumu ile zenginleştirilen makarna vermiştir. Fakat %17'den daha fazla zenginleştirme oranına sahip ürünlerde doku parametreleri bakımından istenmeyen sonuçlar elde edilmiştir. Sonuç olarak keten tohumu unu ile zenginleştirilen makarna tüketiciler için daha sağlıklı bir seçenek olarak sunulabilir.

Tablo 1. Gıdalarda yağlı tohumları kullanarak yapılan diğer alışmalar

Kullanılan Hammadde	alışmanın Amacı	alışmanın Sonucu	Referans
Keten Tohumu	Piliç göğüs etin, keten tohumu ile zenginleştirilmesiyle besinsel ve fonksiyonel özellikleri incelenmiştir.	Keten tohumu ilavesi ile Na, K, Mg, K elementleri önemli ölçüde artış göstermiştir (p <0.05). Doymamış yağ asitleri bakımından zenginleştirilen piliç göğüs etinde yüksek protein içeriği gözlemlenmiştir.	[113]
	Atıştırmalık cipslere keten tohumu ilavesi (%10, %15 ve %20) ile omega-3 yağ asidi bakımından zenginleştirilerek dokusal ve bazı fizikokimyasal özellikler incelenmiştir.	Keten tohumu ilavesi atıştırmalık cipslerin protein içeriğini %4 oranında arttırmıştır. %20 keten tohumu ilavesi, en yüksek omega-3 yağ asidi içeriğini vermiş olup atıştırmalık cipslerin diyet lifi ve diğer doymamış yağ asitleri bakımından zenginleştirilmesini sağlamıştır.	[114]
Kanola Tohumu	Bisküvilerin kolza tohumu (%0, %20 ve %40) ile zenginleştirilerek antioksidan	Kontrol biskviye göre kanola tohumu oranı arttıka antioksidan aktivite 3 kat artış göstermiştir. Duyusal analizde ise	[115]

	aktivite ve duysal özelliklerin iyileştirilmesi amaçlanmıştır.	en iyi sonucu %20 oranında kanola tohumu içeren bisküvi vermiştir.	
Chia Tohumu	Chia tohumu (%1 ve %5) ile zenginleştirilen fizikokimyasal özellikleri incelenmiştir.	%5 oranında chia tohumu içeren ekmeğin kontrol ekmeğe göre %13 daha fazla protein içeriğine sahip olduğu belirtilmiştir. Tekstürel özellikler bakımından %5 oranında chia tohumu içeren ekmeğin kabul edilebilir düzeyde olduğu görülmüştür.	[116]
	Elma suyunda ıslatılmış chia tohumları ile yoğurtların bazı biyoaktif bileşikleri bakımından zenginleştirilmesi amaçlanmıştır.	Zenginleştirilen yoğurtta chia tohumuna özgü biyoaktif bileşenlere ek olarak elma suyundaki biyoaktif bileşenlerde bulunmuştur. Antioksidan aktivitesi ise kontrol yoğurda göre %19 kat yüksek bulunmuştur.	[117]

B. TAHILLAR İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Karabuğday ve ürünlerinin insan sağlığı açısından birçok yararı bulunmaktadır. Bu doğrultuda, Salejda vd. [118] yaptıkları çalışmada, biyoaktif bileşik kaynağı olan karabuğday kabuğu ile zenginleştirilmiş sosis üreterek, ürünün teknolojik ve duysal kalitesini nasıl etkileyeceğini değerlendirmişlerdir. Sosislerde karabuğday ile zenginleştirilme %1, %2 ve %3 (w/w) oranlarında gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada sosis ürünlerinde bulunan aminoasitlerin miktarı da incelenmiştir. %2 ve %3 karabuğday içeren sosislerde aminoasitlerin anlamlı ölçüde yüksek miktarlarda bulunduğu belirlenmiştir. Kontrol numunesinde bulunmayan treonin, sistein, izolösin ve fenilalanin aminoasitleri, %2 oranında karabuğday içeren sosislerde saptanırken; %3 oranında karabuğday içeren sosislerde 2 kat daha fazla alanin ve tirozin tespit edilmiştir. Sosis ürününde karabuğday kullanımının, teknolojik kaliteden ödün vermeden sosislerin besin değerini arttırmak için iyi bir katkı maddesi olarak kullanılabilceği sonucuna varılmıştır.

Vázquez-Villegas vd. [119] buğday unu ile amarant unu kullanılarak hazırlanan tortilla ekmeğindeki kimyasal bileşimi ve dokusal özellikleri incelemişlerdir. %10, %15 ve %20 (w/w) amarant unu kullanılarak tortilla ekmeği hazırlanmıştır. Kontrol numunesi ise %100 buğday unu içermektedir. %10 amarant unu kullanılan tortilla ekmeğinde ham protein değeri %17 (w/w) artarak en yüksek değeri almıştır. Un ikamesi arttıkça protein değerinin artmaması, hamur formülasyonunda suda çözünmeyen protein artışı ile ilişkilendirilmiştir. %20 oranla zenginleştirilen ekmeğe ise yaklaşık %14 (w/w) artış görülmüştür. Diğer dokusal özellikler, duysal kabul ve sindirilebilirlik özellikleri dikkate alındığında ise en iyi sonucu %20 amarant unu ile zenginleştirilen tortilla ekmeği vermiştir.

Yulaf, kolesterolü ve kan şekeri seviyesini düzenleyen birçok bileşiği içeriğinde bulundurmaktadır. Bu doğrultuda de Oliveira Filho vd. [120] yaptıkları çalışmada, yulaf ile zenginleştirilmiş makarna üreterek, ürünün fizikokimyasal ve duysal profilini incelemeyi amaçlamışlardır. Yulaf un haline getirilerek makarnaya ikame edilmiştir. %1, %3, %5, %6 ve %10 (w/w) oranlarında yulaf unu kullanılmıştır. Kontrol formülasyonunda %17.85 (w/w) protein içeriği bulunurken %10 yulaf unu kullanılan makarna ürününde %32.63 protein içeriği tespit edilmiştir. Yulaf unu ile zenginleştirilmiş makarna numunelerinin duysal olarak kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir. Yulaf unu ile zenginleştirme işlemi, makarnanın potansiyel değerini arttırmıştır ve yulaf ununun gıda endüstrisinde kullanım alanlarına alternatif oluşturmuştur.

Amarant, bitkisel bir protein kaynağı olduğundan çölyak hastaları için iyi bir glutensiz seçenektir. Bu bağlamda Tamsen vd [121] kaplaması amarant unu ile ikame edilen kaplamalı kızarmış tavuğun (nugget) üretim olanağını araştırmışlardır. Bunun için kaplamada %50 ve %100 (w/w) oranlarında amarant unu kullanılmıştır. Amarant kullanımıyla, numunelerin protein konsantrasyonunun arttığı belirlenmiştir. Ayrıca yüksek sıcaklıkta amarant proteinlerinin disülfid bağları yoluyla sert bir jel

oluşturduğu ve ürünü stabilize ettiği raporlanmıştır. Buğday ununa kıyasla amarant unu kullanımı protein içeriğinde %5 (w/w)'lik bir artışa neden olmuştur. Yapılan duyusal değerlendirmede, tüketiciler tarafından %50 amarant unu kullanımının kabul gördüğü sonucuna varılmıştır.

Ratnawati vd. [122] bisküvi üretiminde besin bileşimini arttırmak amacıyla soya fasulyesi unu kullanımını denemişlerdir. Buğday unu ile karşılaştırıldığında soya fasulyesi ile üretilen bisküvi de anlamlı ölçüde protein değeri (%40.94 (w/w)) yüksek çıkmıştır. Protein sindirilebilirliği ise 2 kat artmıştır. Dokusal analizler (şişme gücü, yapıştırma sıcaklığı, gerileme, viskozite vb.) iyi sonuçlar verirken, duyusal analizler de tüketiciler tarafından genel kabul almıştır.

Tablo 2. Gıdalarda tahıl kaynaklarını kullanarak yapılan diğer çalışmalar

Kullanılan Hammadde	Çalışmanın Amacı	Çalışmanın Sonucu	Referans
Yulaf	Kurabiyelerin fizikokimyasal ve duyusal özellikler bakımından iyileştirilmesi amacıyla yulaf (%5, %10, %15 ve %20) kullanılmıştır.	Yulaf ilavesi ile kurabiyelerin mineral içeriğini önemli ölçüde arttırmıştır (p<0.05). Ayrıca lif içeriği %61 oranında artış göstermiştir.	[123]
Amarant	Vegan diyetini desteklemek için amarant unu kullanarak makarna üretimi amaçlanmıştır.	Amarant unu ilavesi ile protein oranı minimum %12 artış göstermiştir. Arginin, alanin, glisin, lisin ve valin içerikleri önemli artış göstermiştir (p<0.05).	[124]
	Amarant unu ile zenginleştirilmiş ekmeklerin besinsel özellikleri değerlendirilmiştir.	Amarant unu ilavesi ekmeklerin diyet lif içeriğini ve kül içeriğini arttırmayı sağlamıştır. Ek olarak ekmeklerde protein içeriği %15 oranında artarak günlük protein alımını destekleyecek düzeydedir.	[125]
Karabuğday	Karabuğday unu (%0, %10, %20, %30 ve %40) ile zenginleştirilmiş bisküvi üretimi ile besinsel özelliklerin incelenmesi amaçlanmıştır.	Karabuğday unu oranı arttıkça bisküvilerin yağ, lif ve kül içeriğinde artış gözlemlenmiştir. Özellikle demir, potasyum ve çinko içerikleri önemli artış göstermiştir (p<0.05). Duyusal analiz bakımından %30'a kadar kabul edilebilir sonuçlar alınmıştır. Protein içeriği ise %28 artış göstermiştir.	[126]
	Fenolik bileşenler bakımından zenginleştirilmiş makarna için karabuğday unu kullanılmıştır.	Karabuğday unu oranı arttıkça pişme kalitesi ve karbonhidrat sindirilebilirliği artmıştır. Kontrol makarnaya göre fenolik bileşen içeriği ve antioksidan özelliği iyileştirilmiştir.	[127]

B. DİĞER BİTKİ KAYNAKLARI İLE YAPILAN ÇALIŞMALAR

Yıldız [128] glutensiz bisküvi eldesinde badem unundan faydalanmıştır. Kontrol numunesi için buğday unu yerine pirinç unu kullanılmıştır. Diğer formülasyonlar için %10, %20 ve %30 (w/w) oranlarında badem unu kullanılmıştır. %100 pirinç unu kullanımı ile %4.47 (w/w) protein içeriği tespit edilirken; %10, %20 ve %30 badem ununun eklendiği formülasyonlarda sırasıyla protein değerleri %5.51, %6.36 ve %8.04 (w/w) olarak bulunmuştur. Badem unu katkısı ile bisküvilerde sertleşme özelliği artsa da duyusal analizlerde genel kabul edilebilirliği anlamlı ölçüde etkilememiştir. Sonuç olarak glutensiz bisküvi üretimi için badem unu kullanımı ürünlerin protein içeriği başta olmak üzere besinsel bileşimini arttırmıştır. Ayrıca dokusal özelliklerin ve duyusal analiz sonuçlarının kabul edilebilir düzeyde olduğu belirlenmiştir.

Kahve milyonlarca insan tarafından sıkça tüketilen içeceklerden biridir. Kafein, olumsuz etkileri ve tüketicilerin bu konudaki endişeleri sebebiyle araştırılma konusu olmaktadır. Maş fasulyesi besin değeri yüksek bir gıdadır. Aroma ve lezzet bakımından maş fasulyesi, kafeinsiz kahve üretimi için bir alternatif olarak görülmektedir. Bu doğrultuda, Alptekin ve Bölek [129] kafeinsiz kahve benzeri bir içecek üretimi için maş fasulyelerinin kullanımını araştırmışlardır. Kavurma işlemi için mikrodalga ve akışkan yatak kurutma yöntemleri karşılaştırılmıştır. Kavurma sıcaklığı, süresi ve gücü ile ilgili yapılan deneyde, en iyi sonucu mikrodalgada 130 °C /10 dakika ve 600 Watt koşulları altında yapılarak, protein değeri yaklaşık olarak % 21.78 olarak bulunmuştur. Duyusal analizde de en iyi sonucu mikrodalga kurutma yöntemi almış olup tüketicilerin kabulünü görmüştür. Şeker içermeyen Türk kahvesi ve filtre kahve örneklerine kıyasla anlamlı ölçüde yüksek protein değeri elde edilmiştir. Maş fasulyesi, kafeinsiz kahve alternatifi bakımından sağlıklı bir içecek olma potansiyeli taşımaktadır.

Demir ve Bilgiçli [130] glutensiz makarna üretimi amacıyla ham ve çimlendirilmiş kinoa ununun kullanımını araştırmışlardır. Ham ve çimlenmiş kinoa unları %10, %20 ve %30 (w/w) oranında makarna formülasyonunda kullanılmıştır. Kontrol makarnasının protein içeriği %8 civarında iken; %30 kinoa unu kullanımı ile makarnanın protein içeriği %26 (w/w)'ya çıkartılmıştır. Çimlendirme aşamasının protein içeriğine önemli katkıları olurken, protein sindirilebilirliğini de önemli ölçüde arttırdığı raporlanmıştır. %30 oranında ham veya çimlendirilmiş kinoa unu kullanımı, makarnada rahatsız edici bir koku oluşturması nedeniyle tüketiciler tarafından duyusal analizde daha düşük puanlanmıştır. Fakat bu düşüşler anlamlı ölçüde olmamıştır ($p < 0.05$). Tüketici beğenisi doğrultusunda %20 ve %30 kinoa unu kullanımı, glutensiz makarna üretimi için iyi bir alternatif olabilmektedir.

Hernández-Reyes vd. [131] mısır ekmeğini soya fasulyesi ile zenginleştirerek, elde ettikleri numunelerin kimyasal bileşimini ve duyusal analizlerini ortaya koymuşlardır. Bunun için soya fasulyesi küspesi %5 ve %10 (w/w) oranlarında mısır ekmeğine eklenmiştir. Kontrol numunesi için %100 mısır unu kullanılmıştır. Kontrol numunesi 100 g'ında 7 g protein içerirken; %10 soya fasulyesi ile zenginleştirilen mısır ekmeğinin yaklaşık %10 protein içeriği bulunmuştur. %10 soya fasulyesi ile zenginleştirilen mısır ekmeğinin lizin, fenilalanin, tirozin ve izolösin seviyesinde, kontrol numunesine kıyasla sırasıyla %26, %15, %13 ve %12 (w/w) artış gözlemlenmiştir. Protein sindirilebilirliğinde %18.5 (w/w) oranında arttığı tespit edilmiştir. Mısır ekmeğinde %10 soya fasulyesi kullanımı, duyusal açıdan kabul edilebilir, protein içeriği daha yüksek ve kontrole kıyasla dört kat daha fazla çözünür diyet lifi barından bir ürün elde edilmesini sağlamıştır.

Şensoy [132] yağı azaltılmış badem ile yeni bir tarhana çeşidi elde etmiştir. Gerçekleştirdiği çalışmada tarhananın besinsel bileşimini ve duyusal özelliklerini iyileştirmeyi amaçlamıştır. Yağı azaltılmış badem öğütülerek un haline getirilmiş olup %5, %10, %15, %20, %25 ve %30 (w/w) oranlarında tarhana hamuruna eklenmiştir. Kontrol tarhanasının %12.1 (w/w), badem unu ile zenginleştirilen formülasyonların ise sırasıyla %13, %13.63, %14.58, %15.08, %15.62 ve %16.09 (w/w) protein içeriklerine sahip olduğu bulunmuştur. Tarhana üretimi için badem unu kullanımının, besinsel bileşimi ve antioksidan aktiviteyi önemli ölçüde artırdığı tespit edilmiştir. Duyusal özelliklerden tat ve görünüşü olumlu etkileyen badem unu ile ikame edilmiş tarhana numunelerinin, panelistler tarafından kabul edilebilir düzeyde oldukları değerlendirilmiştir.

Tablo 3. Gıdalarda diğer bitki kaynaklarını kullanarak yapılan diğer çalışmalar

Kullanılan Hammadde	Çalışmanın Amacı	Çalışmanın Sonucu	Referans
Maş Fasulyesi	Yoğurdun fizikokimyasal özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla maş fasulyesi ile zenginleştirilmiştir.	%10 oranında maş fasulyesi ilavesi duyusal kabul edilebilirlik göstermiştir. Elde edilen tekstürel ve mikrobiyal özellikler ile yoğurt standartlarına uygunluk göstermiştir.	[133]
	Maş fasulyesi unu (%0, %10 ve %20) ile zenginleştirilmiş	Maş fasulyesi unu ilavesi ile eriştenin pişme özellikleri iyileştirilmiştir. Ayrıca	[134]

	eriştenin besinsel ve kalite özellikleri incelenmiştir.	eriştede kül, antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarının artışı gözlemlenmiştir. Maş fasulyesi ilavesi eriştenin protein içeriğini minimum %24.5 oranında arttırmıştır.	
Soya Fasulyesi	Makarnaya değer katmak için soya fasulyesi unu ilave edilerek glutensiz makarna üretimi amaçlanmıştır.	Soya fasulyesi ilavesi ile makarnanın protein içeriği önemli oranda artış göstermiştir ($p<0.05$). Aminoasitler bakımından zenginleştirilen makarnalarda pişme kalitesinde de iyileştirmeler gözlemlenmiştir.	[135]
Badem	Glutensiz ürün olan keklerin çölyak hastaları için uygun olması amacıyla badem unu kullanımı incelenmiştir.	Badem unu ilavesi ile lif içeriği, yağ içeriği, kalsiyum, demir ve çinko içerikleri artış göstermiştir. Protein içeriği %11'den %14 oranına yükselmiştir. Duyusal ve tekstürel özellikler bakımından istenen özellikler gözlemlenmiştir.	[136]
	Atıştırmalık krakerlerin kimyasal, antioksidan ve duysal bakımdan iyileştirilmesi için badem unu kullanılmıştır.	Badem unu ilavesi ile krakerlerin antioksidan aktivitesi %16.1 oranında artış göstermiştir. Ayrıca badem unu kullanımı kül ve lif içeriğinde artış göstermiştir. Protein içeriği ise %12.4 oranında artmıştır.	[137]
Kinoa	Kinoa unu (%5, %10 ve %15) kurabiye formülasyonunda buğday ununa ikame edilerek fizikokimyasal özellikler incelenmiştir.	Zenginleştirilen kurabiyelerde kontrole göre lif içeriği, omega-3 yağ asidi içeriği, fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasite bakımından artış göstermiştir. Protein içeriğini %13.9 oranında arttırarak bazı aminoasitler bakımından kurabiyeler zenginleştirilmiştir.	[138]
	Glutensiz bisküvi geliştirmek amacıyla besin değeri yüksek olan kinoa unu (%40, %50 ve %60) kullanılmıştır.	Kinoa unu miktarı arttıkça protein, lif içeriği artış göstermiş olup lizin ve metiyonin aminoasitleri önemli oranda artmıştır ($p<0.05$). Duyusal ve tekstürel özellikler bakımından %50 kinoa unu içeren bisküviler en iyi sonuçları vermiştir.	[139]

IV. SONUC

Dünyada proteince zengin hammaddelerin giderek yetersiz kalması ve maliyetlerinin artması gibi faktörler, tüketicileri ve araştırmacıları yeni kaynak arayışına yöneltmektedir. Proteinler zengin besin içeriği ile vücudun savunma mekanizmasında, kan basıncının düzenlenmesinde, sindirim hastalıklarının önlenmesinde ve kardiyovasküler hastalık risklerinin azaltılmasında rol oynayan önemli bir makro besindir. Günümüzde hayvansal olmayan protein kaynakları, beslenme eğilimlerinin değişmesi nedeniyle araştırma konusu haline gelmiştir. Gıda sektöründe, bitkisel proteinlerin ikame olarak kullanılması veya gıdaların bileşimini zenginleştirilmesi hakkında literatürde birçok araştırma mevcuttur. Gerçekleştirilen çalışmalar sonucunda bitkisel protein kaynaklarının kullanımı sonucunda gıdaların protein, diyet lifi ve mineraller gibi besin içeriklerinin arttığı gözlemlenmiştir. Zengin besin içeriğine sahip bitkilerin saptanması, besin içeriklerinin ortaya konulması ve gıda alanındaki uygulamalarının ve kullanımlarının arttırılması oldukça önemlidir.

V. KAYNAKLAR

- [1] S. Ötleş, Ö. Özdeştan, E. Nakilcioğlu, C. Kartal, ve H. Özyurt, *Gıda Kimyası*, 3.baskı, İzmir, Türkiye: Ege Üniversitesi Basımevi, 2017, s: 23-50.
- [2] S. M. Krug, and M. Fromm, “Special issue on “The tight junction and its proteins: more than just a barrier”. *International Journal of Molecular Sciences*, vol. 21, no. 13, pp. 4612, 2020
- [3] J. Perez-Castineira, “Chemistry and Biochemistry of Food” In Chemistry and Biochemistry of Food. De Gruyter, 2020, pp 28-86.
- [4] S. Pathania, C. Bhatia, and B. K. Tiwari, “Food Formulation and Product Development”. Food Formulation: Novel Ingredients and Processing Techniques, 2021, ch. 1-2, pp. 1-19.
- [5] R. R. Wolfe, J. I. Baum, C. Starck, and P. J. Moughan, “Factors contributing to the selection of dietary protein food sources”. *Clinical Nutrition*, vol. 37, no. 1, pp. 130-138, 2018.
- [6] G. Champeil-Potokar, L. Crossouard, N. Jérôme, C. Ouali, N. Darcel, O. Davidenko, ..., and I. Denis, “Diet protein content and individual phenotype affect food intake and protein appetite in rats”. *The Journal of Nutrition*, vol. 151, no. 5, pp. 1311-1319, 2021.
- [7] A. G. A. Sá, Y. M. F. Moreno, and B. A. M. Carciofi, “Plant proteins as high-quality nutritional source for human diet”. *Trends in Food Science & Technology*, vol. 97, pp. 170-184, 2020.
- [8] D. Haggmann, M. Siegrist, and C. Hartmann, “Meat avoidance: motives, alternative proteins and diet quality in a sample of Swiss consumers”. *Public health nutrition*, vol. 22, no. 13, pp. 2448-2459, 2019.
- [9] Z. Shan, C. D. Rehm, G. Rogers, M. Ruan, D. D. Wang, F. B. Hu, ..., and S. N. Bhupathiraju, “Trends in dietary carbohydrate, protein, and fat intake and diet quality among US adults, 1999-2016”. *Jama*, vol. 322, no. 12, pp. 1178-1187, 2019.
- [10] FAO, “Food and Agriculture Organization of the United Nations World Health Organization, Sustainable Healthy Diets Guiding Principles”. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, 2019. <http://www.fao.org/3/ca6640en/CA6640EN.pdf> / (Erişim: 13.06.2022).
- [11] FAO, “The Future of Food and Agriculture, Trends and Challenges”. *Food and Agriculture Organization of the United Nations Rome*, 2017. <http://www.fao.org/3/a-i6583e.pdf> / (Erişim: 12.06.2022).
- [12] M. Zeece, “Introduction to the Chemistry of Food”, 1st ed., Academic Press, 2020, ch. 2, pp: 37-81.
- [13] A. Van Huis, and D. G. Oonincx, “The environmental sustainability of insects as food and feed”. *Agronomy for Sustainable Development*, vol. 37, no. 5, pp. 1-14, 2017.
- [14] O. A. Ijabadeniyi, “Food Science and Technology: Trends and Future Prospects”. 1st ed., Walter de Gruyter GmbH & Co KG, 2020, pp. 127-153.
- [15] F. Wang, Y. Zhang, L. Xu, and H. Ma, “An efficient ultrasound-assisted extraction method of pea protein and its effect on protein functional properties and biological activities”. *Food Science and Technology*, vol. 127, no. 109348, pp. 1-8, 2020.

- [16] S. Y. J. Sim, A. Srv, J. H. Chiang, and C. J. Henry, "Plant proteins for future foods: A roadmap". *Foods*, vol. 10, no. 8, pp. 1-31, 2021.
- [17] T. Lafarga, S. Villaró, G. Bobo, and I. Aguiló-Aguayo, "Optimisation of the pH and boiling conditions needed to obtain improved foaming and emulsifying properties of chickpea aquafaba using a response surface methodology". *International Journal of Gastronomy and Food Science*, vol. 18, pp. 1-8, 2019.
- [18] F. U. Akharume, R. E. Aluko, and A. A. Adedeji, "Modification of plant proteins for improved functionality: A review". *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 20, no.1, pp. 198-224, 2021.
- [19] F. Boukid, and M. Gagaoua, "Vegan Egg: A Future-Proof Food Ingredient". *Foods*, vol. 11, no. 2, pp. 161, 2022.
- [20] M. Bulut, and G. Y. Tunçay, "The dimension of belief in veganism/vegetarianism". *Folklor/Edebiyat*, vol. 26, no. 104, pp. 839-858, 2020.
- [21] O. F. Kuz, (2018). "Aile hekimlerinin vejetaryen/vegan beslenme ile ilgili bilgi, tutum ve davranışları", Doktora tezi, T.C. Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir, Türkiye, 2018.
- [22] G. Caio, U. Volta, A. Sapone, D. A. Leffler, R. De Giorgio, C. Catassi, and A. Fasano, "Celiac disease: a comprehensive current review". *BMC medicine*, vol. 17, no.1, pp. 1-20, 2019.
- [23] A. Manickavasagan, L. T. Lim, and A. Ali, *Plant Protein Foods*, 3rd ed., Springer Natures, 2022, ch. 6, pp. 171-196.
- [24] OECD-FAO, "Oilseeds and Oilseed Products, in OECD-FAO Agricultural Outlook 2016-2025", *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, OECD Publishing, Paris, 2016.
- [25] B. De Lamo, and M. Gómez, "Bread enrichment with oilseeds. A review". *Foods*, vol. 7, no. 11, pp. 191, 2018.
- [26] K. Waszkowiak, A. Siger, M. Rudzińska, and W. Bamber, "Effect of roasting on flaxseed oil quality and stability". *Journal of the American Oil Chemists' Society*, vol. 97, no. 6, pp. 637-649, 2020.
- [27] A. Öksüz, N. P. Bahadırılı, M. U. Yıldırım, ve E. O. Sarıhan, "Farklı keten tür ve çeşitlerinin besin bileşenleri, yağ asitleri ve mineral içeriklerinin karşılaştırılması". *Journal of Food and Health Science*, vol. 1, no. 3, pp. 124-134, 2015.
- [28] I. Dudarev, and V. Say, "Development of resource-saving technology of linseed harvesting". *Journal of Natural Fibers*, vol. 17, no. 9, pp. 1307-1316, 2020.
- [29] A. Santiago, D. Ryland, S. Cui, H. Blewett, and M. Aliani, "Effect of milled flaxseed and storage conditions on sensory properties and selected bioactive compounds in banana and cinnamon muffins used in a clinical trial". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 99, no. 2, pp. 831-843, 2019.
- [30] Z. X. Tang, R. F. Ying, B. F. Lv, L. H. Yang, Z. Xu, L. Q. Yan, ..., and Y. S. Wei, "Flaxseed oil: extraction, health benefits and products". *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, vol. 13, no. 1, pp. 1-19, 2021.

- [31] A. Szydłowska-Czerniak, A. Tymczewska, M. Momot, and K. Włodarczyk, "Optimization of the microwave treatment of linseed for cold-pressing linseed oil-Changes in its chemical and sensory qualities". *LWT*, vol. 126, pp. 1-9, 2020.
- [32] E. Symoniuk, M. Wroniak, K. Napiórkowska, R. Brzezińska, and K. Ratusz, "Oxidative stability and antioxidant activity of selected cold-pressed oils and oils mixtures". *Foods*, vol. 11, no. 11, pp. 1-18, 2022.
- [33] Z. X. Tang, L. E. Shi, X. M. Wang, G. W. Dai, L. A. Cheng, Z. X. Wan, ..., and L. H. Huang, "Whole flaxseed-based products and their health benefits". *Food Science and Technology Research*, vol. 26, no.5, pp. 561-578, 2020.
- [34] B. Ebrahimi, Z. Nazmara, N. Hassanzadeh, A. Yarahmadi, N. Ghaffari, F. Hassani, ..., and G. Hassanzadeh, "Biomedical features of flaxseed against different pathologic situations: A narrative review". *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, vol. 24, no.5, pp. 551 2021.
- [35] Y. Lan, J. B. Ohm, B. Chen, and J. Rao, "Physicochemical properties and aroma profiles of flaxseed proteins extracted from whole flaxseed and flaxseed meal". *Food Hydrocolloids*, vol. 104, pp. 105731, 2020.
- [36] B. Safdar, Z. Pang, X. Liu, M. A. Jatoi, A. Mehmood, M. T. Rashid, ..., and M. Naveed, "Flaxseed gum: Extraction, bioactive composition, structural characterization, and its potential antioxidant activity". *Journal of food biochemistry*, vol. 43, no. 11, pp. 13014, 2019.
- [37] I. Afzal, M. Kamran, S. M. A. Basra, S. H. U. Khan, A. Mahmood, M. Farooq, and D. K. Tan, "Harvesting and post-harvest management approaches for preserving cottonseed quality". *Industrial Crops and Products*, vol. 155, pp. 112842, 2020.
- [38] M. Ma, Y. Ren, W. Xie, D. Zhou, S. Tang, M. Kuang, ..., and S. K. Du, "Physicochemical and functional properties of protein isolate obtained from cottonseed meal". *Food chemistry*, vol.240, pp. 856-862, 2018.
- [39] E. Rojo-Gutiérrez, J. J. Buenrostro-Figueroa, R. Natividad-Rangel, R. Romero-Romero, D. R., Sepulveda, and R. Baeza-Jimenez, "Effect of different extraction methods on cottonseed oil yield". *Revista Mexicana De Ingeniería Química*, vol. 19, no. 1, pp. 385-394, 2020.
- [40] W. Song, X. Kong, Y. Hua, X. Li, C. Zhang, and Y. Chen, "Antioxidant and antibacterial activity and in vitro digestion stability of cottonseed protein hydrolysates". *Food Science and Technology*, vol. 118, pp. 108724, 2020.
- [41] N. Bellaloui, S. Saha, J. L. Tonos, J. A. Scheffler, J. N. Jenkins, J. C. McCarty, and D. M. Stelly, "Effects of interspecific chromosome substitution in upland cotton on cottonseed macronutrients". *Plants*, vol. 10, no. 6, pp.1158, 2021.
- [42] M. Kaplan, M. S. Fidan, K. Kökten, and İ. Ülger, "Bazı pamuk çeşitlerinin (*Gossypium hirsutum* L.) çığıtlerinin kimyasal kompozisyonu in vitro gaz üretimi". *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, vol. 14, no. 2, pp. 93-99, 2017.
- [43] Z. He, D. Zhang, and O. M. Olanya, "Antioxidant activities of the water-soluble fractions of glandless and glanded cottonseed protein". *Food chemistry*, vol. 325, pp. 126907, 2020.
- [44] M. Kumar, M. Tomar, S. Punia, S. Grasso, F. Arrutia, J. Choudhary, ..., and R. Amarowicz, "Cottonseed: A sustainable contributor to global protein requirements". *Trends in Food Science & Technology*, vol. 111, pp. 100-113, 2021.

- [45] M. Kumar, M. Hasan, P. Choyal, M. Tomar, O. P. Gupta, M. Sasi, ..., and J. F. Kennedy, "Cottonseed feedstock as a source of plant-based protein and bioactive peptides: evidence based on biofunctionalities and industrial applications". *Food Hydrocolloids*, vol. 131, no. 107776, 2022.
- [46] H. N. Cheng, Z. He, C. Ford, W. Wyckoff, Q. Wu, "A review of cottonseed protein chemistry and non-food applications". *Sustainable Chemistry*, vol. 1, no. 3, pp. 256-274, 2020.
- [47] Y. Hao, Z. Wang, Y. Zou, R. He, X. Ju, and J. Yuan, "Effect of static-state fermentation on volatile composition in rapeseed meal". *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 100, no.5, pp. 2145-2152, 2020.
- [48] W. Jia, E. Rodriguez-Alonso, M. Bianeis, J. K. Keppler, and A. J. van der Goot, "Assessing functional properties of rapeseed protein concentrate versus isolate for food applications". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, vol. 68, pp. 102636, 2021.
- [49] J. A. Kirkegaard, J. M. Lilley, P. M. Berry, and D. P. Rondanini, "Canola". In *Crop Physiology Case Histories for Major Crops*, pp. 518-549, 2021.
- [50] N. Raboanatahiry, H. Li, L. Yu, and M. Li, "Rapeseed (*Brassica napus*): processing, utilization, and genetic improvement". *Agronomy*, vol. 11, no. 9, pp. 1776, 2021.
- [51] S. C. Chew, "Cold-pressed rapeseed (*Brassica napus*) oil: Chemistry and functionality". *Food Research International*, vol. 131, pp. 108997, 2020.
- [52] Z. Xiao, Y. Pan, C. Wang, X. Li, Y., Lu, Z. Tian, ..., and H. Wang, "Multi-functional development and utilization of rapeseed: comprehensive analysis of the nutritional value of rapeseed sprouts". *Foods*, vol. 11, no.6, pp. 778, 2022.
- [53] E. Beyzi, A. Gunes, S. B. Beyzi, and Y. Konca, "Changes in fatty acid and mineral composition of rapeseed (*Brassica napus* ssp. *oleifera* L.) oil with seed sizes". *Industrial Crops and Products*, vol. 129, pp. 10-14, 2019.
- [54] H. Kalaydzhiev, P. Ivanova, M. Stoyanova, A. Pavlov, T. Rustad, C. L. Silva, and V. I. Chalova, "Valorization of rapeseed meal: influence of ethanol antinutrients removal on protein extractability, amino acid composition and fractional profile". *Waste and biomass valorization*, vol. 11, no. 6, pp. 2709-2719, 2020.
- [55] Y. Wang, J. Liu, F. Wei, X. Liu, C. Yi, and Y. Zhang, "Improvement of the nutritional value, sensory properties and bioavailability of rapeseed meal fermented with mixed microorganisms". *Food Science and Technology*, vol. 112, pp. 108238, 2019.
- [56] M. Knez Hrnčič, M. Ivanovski, D. Cör, and Ž. Knez, "Chia Seeds (*Salvia hispanica* L.): an overview—phytochemical profile, isolation methods, and application". *Molecules*, vol. 25, no. 1, pp. 11, 2019.
- [57] R. Bochicchio, T. D. Philips, S. Lovelli, R. Labella, F. Galgano, A. Di Marisco, ..., and M. Amato, "Innovative crop productions for healthy food: the case of chia (*Salvia hispanica* L.)". *The sustainability of agro-food and natural resource systems in the Mediterranean basin*, pp. 29-45, 2015.
- [58] H. T. Olaleye, T. O. Oresanya, B. Z. Bello, "Physicochemical, textural, rheological and sensory properties of chia seed-cashew nut spread". *Journal of Culinary Science & Technology*, pp. 1-11, 2021.
- [59] M. Grancieri, T. A. Verediano, C. T. SantAna, A. de Assis, R. L. Toledo, E. G. de Mejia, and H. S. D. Martino, "Digested protein from chia seed (*Salvia hispanica* L) prevents obesity and

associated inflammation of adipose tissue in mice fed a high-fat diet”. *Pharma Nutrition*, vol. 21, pp. 100298, 2022.

[60] H. C. Kwon, H. Bae, H. G. Seo, S. G. Han, “Chia seed extract enhances physiochemical and antioxidant properties of yogurt.” *Journal of dairy science*, vol. 102, no. 6, pp. 4870-4876, 2019.

[61] B. Kulczyński, J. Kobus-Cisowska, M. Taczanowski, D. Kmiecik, and A. Gramza-Michałowska, “The chemical composition and nutritional value of chia seeds—Current state of knowledge”. *Nutrients*, vol. 11, no. 6, pp. 1242, 2019.

[62] K. Ghafoor, F. Aljuhaimi, M. M. Özcan, N. Uslu, S. Hussain, E. E. Babiker, and G. Fadimu, “Effects of roasting on bioactive compounds, fatty acid, and mineral composition of chia seed and oil”. *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 42, no. 10, 2018.

[63] A. Culetu, I. E. Susman, D. E. Duta, and N. Belc, “Nutritional and functional properties of gluten-free flours”. *Applied Sciences*, vol. 11, no. 14, pp. 6283, 2021.

[64] J. V. de Oliveira Maximino, L. M. Barros, R. M. Pereira, I. I. de Santi, B. C. Aranha, C. Busanello, and C. Pegoraro, “Mineral and fatty acid content variation in white oat genotypes grown in Brazil”. *Biological Trace Element Research*, pp. 1-13, 2020.

[65] P. González-Barríos, M. Bhatta, M. Halley, P. Sandro, and L. Gutiérrez, “Speed breeding and early panicle harvest accelerates oat (*Avena sativa* L.) breeding cycles”. *Crop Science*, vol. 61, no. 1, pp. 320-330, 2021.

[66] R. Mel, and M. Malalgoda, “Oat protein as a novel protein ingredient: Structure, functionality, and factors impacting utilization”. *Cereal Chemistry*, vol. 99, no:1, pp. 21-36, 2022.

[67] K. Fernández-Acosta, I. Salmeron, D. Chavez-Flores, I. Perez-Reyes, V. Ramos, M. Ngadi, ..., and S. Perez-Vega, “Evaluation of different variables on the supercritical CO₂ extraction of oat (*Avena sativa* L.) oil; main fatty acids, polyphenols, and antioxidant content”. *Journal of cereal science*, vol. 88, pp. 118-124, 2019.

[68] D. Paudel, B. Dhungana, M. Caffè, and P. Krishnan, “A review of health-beneficial properties of oats. *Foods*, vol. 10, no.11, pp. 2591, 2021.

[69] J. Yue, Z. Gu, Z. Zhu, J. Yi, J. B. Ohm, B. Chen, J. Rao, “Impact of defatting treatment and oat varieties on structural, functional properties, and aromatic profile of oat protein”. *Food Hydrocolloids*, vol. 112, pp. 106368, 2021.

[70] L. Kumar, R. Sehrawat, and Y. Kong, “Oat proteins: A perspective on functional properties”. *Food Science and Technology*, vol. 152 pp. 112307, 2021.

[71] G. Soykan, M. Y. Schär, A. Kristek, J. Boberska, S. N. Alsharif, G. Corona, ..., and J. P. Spencer, “Composition and content of phenolic acids and avenanthramides in commercial oat products: are oats an important polyphenol source for consumers”. *Food chemistry*, vol. 3, pp. 100047, 2019.

[72] O. D. E. Kose, “Mineral content variation in oat genotypes grown in different environments”. *Comptes rendus de l'academie bulgare des sciences*, vol. 74(12): 1854-1861, 2021.

[73] E. Gutiérrez-Cortez, E. Hernandez-Becerra, S. M. Londoño-Restrepo, and M. E. Rodríguez-García, “Physicochemical characterization of Amaranth starch insulated by mechanical separations”. *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 177, pp. 430-436, 2021.

- [74] F. Zhu, "Structures, physicochemical properties, and applications of amaranth starch". *Critical reviews in food science and nutrition*, vol. 57, no.2, pp. 313-325, 2017.
- [75] T. H. Gamel, and J. P. Linssen, "Nutritional and medicinal aspects of amaranth". *Natural products*, pp. 347-361, 2007.
- [76] E. Yaver, ve N. Bilgiçli, "Tahıl benzeri ürünler: Bileşimi, beslenme-sağlık üzerine etkileri ve tahıl ürünlerinde kullanımı". *Food and Health*, vol. 6, no. 1, pp. 41-56, 2020.
- [77] O. Procopet, and M. Oroian, "Amaranth seed polyphenol, fatty acid and amino acid profile". *Applied Sciences*, vol. 12, no. 4, pp. 2181, 2022.
- [78] A. Ayala-Niño, E. Contreras-López, A. Castañeda-Ovando, J. A. Sánchez-Franco, and L. G. González-Olivares, "Amaranth proteins as a source of bioactive peptides: a review". *International Food Research Journal*, 27(1), 2020.
- [79] V. M. Caselato-Sousa, and J. Amaya-Farfán, "State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review". *Journal of Food Science*, vol. 77, no.4, pp. 94-104, 2012.
- [80] B. Skwaryło-Bednarz, P. M. Stępniaak, A. Jamiołkowska, M. Kopacki, A. Krzepiłko, and H. Klikocka, "Amaranth seeds as a source of nutrients and bioactive substances in human diet". *Acta Sci. Pol. Hortorum Cultus*, vol. 19, no.6, pp. 153-164, 2020.
- [81] F. Zhu, "Buckwheat starch: Structures, properties, and applications". *Trends in Food Science & Technology*, vol. 49, pp. 121-135, 2016.
- [82] M. Kreft, "Buckwheat phenolic metabolites in health and disease". *Nutrition Research Reviews*, vol. 29, no.1, pp. 30-39, 2016.
- [83] A. Sturza, A. Păucean, M. S. Chiș, V. Mureșan, D. C. Vodnar, S. M. Man, ..., and S. Muste, "Influence of buckwheat and buckwheat sprouts flours on the nutritional and textural parameters of wheat buns". *Applied Sciences*, vol. 10, no. 22, pp. 7969, 2020.
- [84] S. Dhua, K. Kumar, Y. Kumar, L. Singh, and V. S. Sharanagat, "Composition, characteristics and health promising prospects of black wheat: a review". *Trends in Food Science & Technology*, vol. 112, pp. 780-794, 2021.
- [85] N. T. M. Huong, P. N. Hoa, and P. V. Hung, "Varying amylose contents affect the structural and physicochemical characteristics of starch in mung bean". *International Journal of Food Properties*, vol. 4, no.1, pp. 737-748, 2021.
- [86] D. Hou, L. Yousaf, Y. Xue, J. Hu, J. Wu, X. Hu, ..., and Q. Shen, "Mung bean (*Vigna radiata* L.): bioactive polyphenols, polysaccharides, peptides, and health benefits". *Nutrients*, vol. 11, no. 6, pp. 1238, 2019.
- [87] H. Xu, Q. Zhou, B. Liu, K. W. Cheng, F. Chen, and M. Wang, "Neuroprotective potential of mung bean (*Vigna radiata* L.) polyphenols in alzheimer's disease: a review". *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 69, no.39, pp. 11554-11571, 2021.
- [88] Y. Liu, M. Xu, H. Wu, L. Jing, B. Gong, M. Gou, ..., and W. Li, "The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle". *Journal of food science and technology*, vol. 55, no. 12, pp. 5142-5152, 2019.
- [89] Z. Yi-Shen, S. Shuai, and R. FitzGerald, "Mung bean proteins and peptides: nutritional, functional and bioactive properties". *Food & nutrition research*, vol. 62, pp. 1290, 2018.

- [90] K. Ganesan, and B. Xu, "A critical review on phytochemical profile and health promoting effects of mung bean (*Vigna radiata*)". *Food Science and Human Wellness*, vol. 7, no. 1, pp. 11-33, 2018.
- [91] G. Kapravelou, R. Martínez, G. Perazzoli, C. Sánchez González, J. Llopis, S. Cantarero, ..., and J. M. Porres, "Germination improves the polyphenolic profile and functional value of mung bean (*Vigna radiata* L.)". *Antioxidants*, vol. 9, no. 8, pp. 746, 2020.
- [92] M. S. Swallah, X. Yang, J. Li, J. K. Korese, S. Wang, H. Fan, ..., and Q. Huang, Q. "The pros and cons of soybean bioactive compounds: an overview". *Food Reviews International*, pp. 1-28, 2022.
- [93] A. Khosravi, and S. H. Razavi, "Therapeutic effects of polyphenols in fermented soybean and black soybean products". *Journal of Functional Foods*, vol. 81, pp. 104467, 2021.
- [94] Q. Qi, G. Zhang, W. Wang, F. A. Sadiq, Y. Zhang, X. Li, ..., and Y. Li, Y. "Preparation and antioxidant properties of germinated soybean protein hydrolysates". *Frontiers in Nutrition*, vol. 9, pp. 866239, 2022.
- [95] J. Luo, Q. Xu, S. Lin, R. Luo, B. Yang, W. Wang, and Y. Wang, Y. "Physicochemical properties of soybean-based diacylglycerol before and after dry fractionation". *International Food Research Journal*, vol. 27, no. 3, pp. 497-504, 2020.
- [96] J. N. Li, S. M. Henning, G. Thames, O. Bari, P. T. Tran, C. H. Tseng, ..., and Z. Li, "Almond consumption increased uvb resistance in healthy asian women". *Journal of cosmetic dermatology*, vol. 20, no. 9, pp. 2975-2980, 2021.
- [97] E. Yildiz, and D. Gocmen, "Use of almond flour and stevia in rice-based gluten-free cookie production". *Journal of food science and technology*, vol. 58, no. 3, pp. 940-951, 2021.
- [98] R. Massantini, and M. T. Frangipane, "Progress in almond quality and sensory assessment: an overview". *Agriculture*, vol. 12, no. 5, pp. 710, 2022.
- [99] D. Barreca, S. M. Nabavi, A. Sureda, M. Rasekhian, R. Raciti, A. S. Silva, ..., and G. Mandalari, "Almonds (*Prunus dulcis* Mill. DA webb): a source of nutrients and health-promoting compounds". *Nutrients*, vol. 12, no. 3, pp. 672, 2020.
- [100] M. Bezerra, M. Ribeiro, and G. Igrejas, "An Updated Overview of Almond Allergens". *Nutrients*, vol. 13, no.8, pp. 2578, 2021.
- [101] J. D. House, K. Hill, J. Neufeld, A. Franczyk, and M. G. Nosworthy, "Determination of the protein quality of almonds (*Prunus dulcis* L.) as assessed by in vitro and in vivo methodologies". *Food Science & Nutrition*, vol. 7, no. 9, pp. 2932-2938, 2019.
- [102] A. S. R. Ballegaard, J. M. Larsen, P. H. Rasmussen, E. Untersmayr, K. Pilegaard, and K. L. Bøgh, "Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds increase intestinal protein uptake". *Molecular Nutrition & Food Research*, vol. 65, no. 13, pp. 2100102, 2021.
- [103] M. I. Hussain, M. Farooq, Q. A. Syed, A. Ishaq, A. A. Al-Ghamdi, and A. A. "Hatamleh, Botany, nutritional value, phytochemical composition and biological activities of quinoa". *Plants*, vol. 10, no. 11, pp. 2258, 2021.
- [104] S. Pathan, and R. A. Siddiqui, "Nutritional composition and bioactive components in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) greens: a review". *Nutrients*, vol. 14, no. 3, pp. 558, 2022.

- [105] L. Li, G. Lietz, and C. J. Seal, “Phenolic, apparent antioxidant and nutritional composition of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) seeds”. *International Journal of Food Science & Technology*, vol. 56, no. 7, pp. 3245-3254, 2021.
- [106] M. N. Laus, M. P. Cataldi, C. Robbe, T. D'Ambrosio, M. L. Amodio, G. Colelli, ..., and D. Pastore, “Antioxidant capacity, phenolic and vitamin C contents of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) as affected by sprouting and storage conditions”. *Italian Journal of Agronomy*, vol. 12, no. 1, pp. 816, 2017.
- [107] J. M. Nduko, R. W. Maina, R. K. Muchina, and S. K. Kibitok, “Application of chia (*Salvia hispanica*) seeds as a functional component in the fortification of pineapple jam”. *Food Science & Nutrition*, vol. 6, no. 8, pp. 2344-2349, 2018.
- [108] A. Wirkijowska, P. Zarzycki, A. Sobota, A. Nawrocka, A. Blicharz-Kania, and D. Andrejko, “The possibility of using by-products from the flaxseed industry for functional bread production”. *Food Science and Technology*, vol. 118, pp. 108860, 2020.
- [109] X. Zhang, H. Zhou, C. Liu, K. Mai, G. He, and X. Wang, X. “Fishmeal substitution with low-gossypol cottonseed meal in the diet for juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* L.): Effects on growth, nutrients utilization and haematological responses”. *Aquaculture Reports*, vol. 24, pp. 101149, 2022.
- [110] F. K. Lücke, K. Tannhäuser, A. Sharma, and V. Fritz, “Development of food products with addition of rapeseed presscake fermented by *Rhizopus*: Sensory properties and consumer acceptance”. *British Food Journal*, vol. 121, no. 10, pp. 2351-2364, 2019.
- [111] E. A. Otondi, J. M. Nduko, and M. Omwamba, “Physico-chemical properties of extruded cassava-chia seed instant flour”. *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 2, pp. 100058, 2020.
- [112] P. Zarzycki, E. Sykut-Domańska, A. Sobota, D. Teterycz, A. Krawęcka, A. Blicharz-Kania, ..., and B. Zdybel, “Flaxseed enriched pasta—chemical composition and cooking quality”. *Foods*, vol. 9, no. 4, pp. 404, 2020.
- [113] A. Albergamo, R. Vadalà, V. Nava, G. Bartolomeo, R. Rando, N. Colombo, ..., and N. Cicero, “Effect of dietary enrichment with flaxseed, vitamin e and selenium, and of market class on the broiler breast meat—Part 1: Nutritional and functional traits”. *Nutrients*, vol.14, no. 8, pp. 1666, 2022.
- [114] F. Yuksel, S. Karaman, and A. Kayacier, “Enrichment of wheat chips with omega-3 fatty acid by flaxseed addition: textural and some physicochemical properties”. *Food Chemistry*, vol. 145, pp. 910-917, 2014.
- [115] A. Szydłowska-Czerniak, S. Poliński, and M. Momot, “Optimization of ingredients for biscuits enriched with rapeseed press cake—Changes in their antioxidant and sensory properties”. *Applied Sciences*, vol. 11, no. 4, pp. 1558, 2021.
- [116] G. Adamczyk, E. Ivanišová, J. Kaszuba, I. Bobel, K. Khvostenko, M. Chmiel, and N. Falendysh, “Quality assessment of wheat bread incorporating chia seeds”. *Foods*, vol. 10, no. 10, pp. 2376, 2021.
- [117] B. Drużyńska, R. Wołosiak, M. Grzebalska, E. Majewska, M. Ciecierska, and E. Worobiej, “Comparison of the content of selected bioactive components and antiradical properties in yoghurts enriched with chia seeds (*Salvia hispanica* L.) and chia seeds soaked in apple juice”. *Antioxidants*, vol. 10, no. 12, pp. 1989, 2021.

- [118] A. M. Salejda, K. Olender, M. Zielińska-Dawidziak, M. Mazur, J. Szperlik, J. Miedzianka, ..., and A. Szmaja, "Frankfurter-type sausage enriched with buckwheat by-product as a source of bioactive compounds". *Foods*, vol. 11, no. 5, pp. 674, 2022.
- [119] P. Vázquez-Villegas, E. Perez-Carrillo, C. Picazo García, and M. Cruz Camacho, "Effect of wheat flour substitution and popped amaranth flour content on the rheological, physicochemical and textural properties of hot-press wheat-oat-quinoa-amaranth composite flour tortillas". *CyTA-Journal of Food*, vol. 19, no. 1, pp. 571-578, 2021.
- [120] J. G. de Oliveira Filho, D. C. dos Santos, M. S. Silva, T. do Prado Carvalho, A. C. Lemes, and M. B. Egea, "Physicochemical, technological, and sensory characteristics of fresh multigrain pasta: a multicomponent mixture experiments approach". *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 45, no. 5, pp. 15393, 2021.
- [121] M. Tamsen, H. Shekarchizadeh, and N. Soltanizadeh, "Evaluation of wheat flour substitution with amaranth flour on chicken nugget properties". *Food Science and Technology*, vol. 91, pp. 580-587, 2018.
- [122] L. Ratnawati, D. Desnilasari, D. N. Surahman, and R. Kumalasari, "Evaluation of physicochemical, functional and pasting properties of soybean, mung bean and red kidney bean flour as ingredient in biscuit". In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, vol. 25, no. 1, pp. 012026, 2019.
- [123] D. Dziki, K. Lisiecka, U. Gawlik-Dziki, R. Różyło, A. Krajewska, and G. Cacak-Pietrzak, "Shortbread cookies enriched with micronized oat husk: physicochemical and sensory properties". *Applied Sciences*, vol. 12, no.24, pp. 12512, 2022.
- [124] I. Beitane, and A. Marisheva, "The potential of amaranth as a basic raw material for the production of pasta for a vegan diet". *Applied Sciences*, vol. 13, no.6, pp. 3944, 2023.
- [125] K. C. Miranda-Ramos, N. Sanz-Ponce, and C. M. Haros, "Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour". *Food Science and Technology*, vol. 114, pp. 108418, 2019.
- [126] T. Farzana, F. B. Hossain, M. J. Abedin, S. Afrin, and S. S. Rahman, "Nutritional and sensory attributes of biscuits enriched with buckwheat". *Journal of Agriculture and Food Research*, vol. 10, pp. 100394, 2022.
- [127] K. Biney, and T. Beta, "Phenolic profile and carbohydrate digestibility of durum spaghetti enriched with buckwheat flour and bran". *Food Science and Technology*, vol. 57, no.2, pp. 569-579, 2014.
- [128] E. Yıldız, "Glutensiz bisküvi üretiminde badem unu ve stevya kullanımı", Doktora tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Uludağ Üniversitesi, Bursa, Türkiye, 2019.
- [129] E. Alptekin, ve S. Bölek, "Kafeinsiz kahve benzeri içecek üretimi için maş fasulyesi (*Vigna radiata*) kullanımı". *GIDA/The Journal of FOOD*, vol. 45, no. 6, pp. 1227-1236, 2020.
- [130] B. Demir, and N. Bilgiçli, "Utilization of quinoa flour (*Chenopodium quinoa* Willd.) in gluten-free pasta formulation: Effects on nutritional and sensory properties". *Food Science and Technology International*, vol. 27, no. 3, pp. 242-250, 2021.
- [131] K. E. Hernández-Reyes, G. Montemayor-Mora, E. Pérez-Carrillo, J. De la Rosa-Millán, C. García-Villanueva, and S. O. Serna-Saldívar, "Effect of soybean bagasse addition on texture, sensory properties, and protein quality of maize tortillas". *Cereal Chemistry*, vol. 96, no.2, pp. 283-291, 2019.

- [132] E. Şensoy, “Farklı oranlarda kullanılan yağı azaltılmış badem posasının tarhananın fizikokimyasal ve reolojik özelliklerine etkisinin araştırılması”, Yüksek Lisans tezi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Ordu Üniversitesi, Ordu, Türkiye, 2019.
- [133] W. M. D. Priyadarshani, and M. A. M. R. Muthumuniarachchi, “Physico-chemical and sensory quality of mung bean (*Vigna radiata*) enriched stirred yoghurt”. *International Food Research Journal*, vol. 25, no. 5, pp. 2051-2055, 2018.
- [134] E. Yaver, and N. Bilgiçli, “Effect of transglutaminase on quality attributes of noodle enriched with germinated mung bean flour”. *Food*, vol. 45, no. 6, pp. 1097-1108, 2020.
- [135] M. Marengo, I. Amoah, A. Carpen, S. Benedetti, M. Zanoletti, S. Buratti, ..., and S. Iametti, “Enriching gluten-free rice pasta with soybean and sweet potato flours”. *Journal of food science and technology*, 55, 2641-2648, 2018.
- [136] S. Jabeen, A. U. Khan, W. Ahmad, M. U. D. Ahmed, M. A. Ali, S. Rashid, ..., and J. Sharifi-Rad, “Development of gluten-free cupcakes enriched with almond, flaxseed, and chickpea flours”. *Journal of Food Quality*, vol. 2022, 2022.
- [137] R. D. O. Ramos, P. B. Pertuzatti, I. M. Gomes, M. B. Santana Jr, R. D. M. Brito, M. Tussolini, ..., and L. Tussolini, “Chemical and antioxidant characterization, sensory and shelf-life analysis of cereal bars with almonds from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.)”. *Food Science and Technology*, vol. 41, pp. 368-374, 2020.
- [138] J. Goyat, S. J. Passi, S. Suri, and H. Dutta, “Development of chia (*Salvia hispanica*, L.) and quinoa (*Chenopodium quinoa*, L.) seed flour substituted cookies-physicochemical, nutritional and storage studies”. *Current Research in Nutrition and Food Science Journal*, vol. 6, no. 3, pp. 757-769, 2018.
- [139] J. Jyoti, V. Sangwan, V. Rani, “Formulation, nutritional evaluation and storage stability of gluten free quinoa biscuits for celiac disease patients”. *Annals of Phytomedicine An International Journal*, vol. 11, no. 1, pp. 359-364, 2022.