



Glutensiz Ürünlerde Kullanılan Alternatif Protein Kaynakları

Sevgi Deren Yağdı^{1*}, Zehra Gülsünoğlu Konuşkan²

^{1*}İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0002-9519-5538)

sevgiyagdi@stu.aydin.edu.tr

²İstanbul Aydın Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, İstanbul, Türkiye, (ORCID: 0000-0001-6497-1912)

zehragulsunoglu@aydin.edu.tr

(International Conference on Design, Research and Development (RDCONF) 2021 – 15-18 December 2021)

(DOI: 10.31590/ejosat.1045522)

ATIF/REFERENCE: Yağdı, S. D., Gülsünoğlu Konuşkan, Z. (2021). Glutensiz Ürünlerde Kullanılan Alternatif Protein Kaynakları. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 32-39.

Öz

Çölyak hastalığı kronik bir bağırsak hastalığı olup, gluten tüketilmesi sonucu semptomlar ortaya çıkmaktadır. Çölyak hastalığının etkili tedavi yöntemi glutenin diyetten çıkarılmasıdır. Çölyak hastalarında görülen emilim bozuklukları ve makro-mikro besin ögesi eksiklikleri göz önünde bulundurulduğunda piyasadaki ürünlerin besin içeriklerinin zenginleştirilmesi kişinin hayat kalitesinin yükselmesine katkıda bulunur. Ayrıca, gluten fırıncılık ürünlerinde önemli bir yere sahiptir ve glutenin çıkarılması ile aynı özelliklere sahip ürün üretmek oldukça zordur. Bu sebeple, glutensiz ürünlerin hem teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi hem de besleyici değerinin artırılması önem kazanmaktadır. Glutene alternatif olarak kullanılan protein kaynakları, istenilen hamur yapısının oluşmasında, pişme sonrası renk, görünüş, tekstür ve lezzet gibi kalite özelliklerinin iyileştirilmesinde önemli bir rol oynar. Glutensiz ürünlerle yapılan çalışmalarda viskoelastiklik, besin içeriği, hamur sıklığı, renk-tat-koku kabul edilebilirliği konularında çok fazla çalışma yapılmıştır. En çok kullanılan alternatif kaynaklar ise süt proteinleri, yumurta albümini ve bitkisel proteinlerdir. Ancak son yıllarda yüksek protein içeriklerinin yanı sıra yüksek miktarda biyoaktif madde içeren algler ve yenilebilir böcekler de glutene alternatif olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu derlemede glutensiz ürün üretiminde kullanılacak alternatif protein kaynakları ve bunların glutensiz ürünlerin besin içeriklerine ve teknolojik özelliklerine sağladığı katkılar ile ilgili bilgi verilmesi amaçlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Çölyak hastalığı, Protein ikamesi, Glutensiz fırıncılık ürünleri

Alternative Protein Sources Used In Gluten-Free Products

Abstract

Celiac disease is a chronic intestinal disease which occur as a result of gluten consuming. The most effective treatment for celiac disease is the elimination of gluten from the diet. Considering the malabsorption and macro-micro nutrient deficiencies, enrichment of nutrient composition in the gluten-free products can significantly increase the life quality of celiac patients. Moreover, gluten is main structure-forming protein in dough and it is very difficult to obtain gluten-free products with the same properties without gluten. Therefore, both improving the technological properties and increasing nutritional value have been gained importance. Alternative protein sources play an important role for the formation of the desired dough structure and improvement of quality characteristics like color, appearance, texture and flavor after baking. Viscoelasticity, nutrient content, dough firmness and color-taste-fragrance acceptability of gluten-free products have been studied by several researchers. The most commonly used gluten alternatives are milk proteins, egg albumin and vegetable proteins. Recently, algae and edible insects, which contain high protein as well as high amounts of bioactive compounds, have been used as an alternative to gluten. In this review, it is aimed to give information about protein alternatives to gluten and their contributions to the nutritional value and technological properties of gluten-free products.

Keywords: Celiac disease, Protein substitutes, Gluten-free bakery products

* Sorumlu Yazar: sevgiyagdi@stu.aydin.edu.tr

1. Giriş

Çölyak hastalığı dünya nüfusunun %1-2'sini etkileyen en yaygın gıda intoleranslarından biridir. Çölyak hastalığı bağırsaklarda sindirime katkı sağlayan villusların yapılarında bozulmaya neden olarak besinlerin emilimini engellemekte ve ince bağırsakta tahribata neden olmaktadır. Bu hastalığa sahip kişilerin, başta buğday olmak üzere çavdar, arpa ve bazı yulaf çeşitlerini tüketmeleri durumunda sağlık sorunları ortaya çıkmaktadır. Bu etkilerin önlenmesi ve/veya azaltılmasında en etkili yöntem glutenin diyetten çıkarılmasıdır. Glutensiz diyet, çölyak hastalarının yanı sıra, son yıllarda bireysel tüketim tercihleri ve popüler diyetler sebebiyle diğer tüketici grupları tarafından da ilgi görmektedir (Mutlu ve ark., 2019).

Fırıncılık ürünlerinin görünüşü, iç yapısı, pişme ve reolojik özelliklerinde gluten önemli bir rol oynamaktadır. Gluten, gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşan bir depo proteindir. Gliadin fraksiyonu 28.000-55.000 molekül ağırlığına sahip, hamura uzayabilirlik ve viskozite sağlarken, glutenin fraksiyonu ise elastikiyet ve yapışkanlıktan sorumludur (Hayıt ve Gül, 2017). Hamurun yapışkan olması ve viskoelastik özelliklerinin yanı sıra gluten fermentasyon süresince karbondioksit gazının tutulmasını sağlayarak ekmeklerin kabarmasına ve gözenekli yapı oluşmasına yardımcı olur. Glutenin uzaklaştırılması ile cıvık bir hamur elde edilmekte, pişmiş üründe ufalanan bir tekstür gözlenmektedir (İşleroglu ve ark., 2009). Bu problemler göz önüne alındığında, glutensiz ürün formülasyonlarına farklı protein kaynaklarının ilave edilmesi zorunluluğu ortaya çıkmaktadır. Glutene alternatif birçok hayvansal (peynir altı suyu, yumurta beyazı, kollajen) ve bitkisel (soya, bezelye, barbunya, ayçekirdeği, kanola, patates, mısır, pirinç) protein kaynağının kullanılması ile hem protein içeriğini arttırmak hem de ürüne fonksiyonel özellikler kazandırmak mümkün olmaktadır (Rai ve ark., 2018). Son yıllarda alg ve yenilebilir böceklerin de yüksek protein içerikleri ve biyoaktif bileşenler açısından zengin olmaları dolayısıyla gıda uygulamalarında kullanımları hız kazanmıştır (Skendi ve ark., 2021).

Teknolojik problemlere ilave olarak, glutensiz diyet uygulayan kişilerde beslenme yetersizlikleri özellikle vitamin ve mineral eksiklikleri görülmektedir (Rico ve ark., 2019). Aynı zamanda, glutensiz ürünlerde karbonhidrat ve yağ içeriğinin fazla, protein ve diyet lif oranının ise az olduğu bildirilmektedir (Yıldırım, 2020). Tüm bu olumsuzluklara ek olarak, glutensiz ürünlerin daha pahalı olması ve ürün çeşitliliğinin az olması gibi durumlar da söz konusudur. Glutensiz ürünlerin üretiminde hem teknolojik hem de besin değerleri açısından uygun maliyetlerle ürün üretilmesi konusunda yapılan çalışmalar son yıllarda hız kazanmıştır. Bu derlemeyle birlikte glutene alternatif olabilecek protein kaynaklarının; glutensiz fırıncılık ürünlerinin protein içeriğine ve kalitesine olan etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

2. Glutensiz Ürünlerde Kullanılan Protein Kaynakları

Glutensiz ürünlerin üretiminde gluten eksikliğinden dolayı meydana gelen teknolojik ve besinsel kayıpların önlenmesi için farklı protein kaynakları kullanılabilir. Ancak glutenin fırıncılık ürünlerinde önemli bir yere sahip olmasından dolayı, diğer protein kaynakları ile ikame edilmesi ve aynı teknolojik özelliklerde ürün üretilmesi oldukça güçtür. Son yıllarda bu

konuda yapılan çalışmalar hız kazanmış ve farklı protein kaynaklarının kullanımı ile gluten içeren ürünlere eş ürünler üretilmeye başlanmıştır. Ayrıca fırıncılık ürünlerinde istenen bir reaksiyon olan Maillard reaksiyonlarının gelişmesi, tat ve aromanın iyileştirilmesi için proteine ihtiyaç duyulmaktadır (Deora ve ark., 2015). Gluten proteininin varlığının bir diğer katkısı da bayatlamayı geciktirmesidir. Bu yüzden glutensiz ürünlerin raf ömrünün uzatılması için alternatif ve zengin içerikli bir protein kaynağına ihtiyaç duyulmaktadır (Özüğür ve Hayta., 2011).

Kullanılan protein kaynağına bağlı olarak glutensiz ürünlerin hem teknolojik hem de reolojik özellikleri farklılık göstermektedir (Matos ve ark., 2014). Glutene alternatif olarak hayvansal ve bitkisel kaynaklı proteinlerin yanı sıra algler ve yenilebilir böcekler de glutensiz ürünlerde protein içeriğini ve kalitesini yükseltmek amacıyla kullanılmaya başlanmıştır (Tablo 1). Farklı kaynaklardan elde edilen bu proteinler glutensiz gıdalara üç farklı formda katılabilmektedir ve protein konsantrasyonuna bağlı olarak protein unları (%10-20), protein konsantreleri (%55-60) ve protein izolatları (%80) olarak kategorize edilmektedir (Skendi ve ark., 2021). Bitkisel kaynaklardan elde edilen proteinlerin amino asit kompozisyonu hayvansal kaynaklardan elde edilenlere kıyasla daha az miktarda metiyonin ve lizin esansiyel aminoasitlerini içermektedir. Bu sebeple farklı protein kaynaklarının kombine edilerek kullanılması protein kalitesini arttırmaktadır.

2.1. Hayvansal Protein Kaynakları

Hayvansal kaynaklı proteinler arasında süt ve yumurta proteinleri glutensiz ürünlerde protein miktarını arttırmak ve amino asit kompozisyonunu iyileştirmek amacıyla en fazla kullanılan protein kaynaklarıdır. Ayrıca peynir endüstrisinde yan ürün olarak elde edilen peynir altı suyu (whey) da glutensiz ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır. Hayvansal proteinler, iyi çözünebilmeleri, sıkı emülsiyon oluşturmaları, köpük yapma kapasitelerinin iyi olması ve yüksek stabiliteyi sebebiyle teknolojik açıdan da pek çok fayda sağlamaktadır (Skendi ve ark., 2021).

Süt kaynaklarından elde edilen proteinlerin kullanılması ile glutensiz fırıncılık ürünlerinde, dokunun ve rengin iyileştirilmesinin yanı sıra bayatlamayı da geciktirebilmektedir (Arendt & Dal Bello, 2008). Glutensiz ürünlerin süt proteinleri ile zenginleştirilmesi teknolojik faydalarına ilave olarak kalsiyum ve lizin, metiyonin ve triptofan gibi esansiyel amino asitler açısından da zenginleştirilmiş olur (Krupa-Kozak ve ark., 2013). Glutensiz formülasyonlarda en yaygın olarak çalışılan süt proteinleri; kazein ve peynir altı suyu proteinleridir. Kazein peynire viskoelastik ve ağısı yapı kazandıran bir proteindir aynı zamanda iyi bir kıvam artırıcı ve bağlayıcıdır. Bu özelliği sebebiyle kazein, hamuru stabilize eder, esnek ve elastik bir görünüm verir. Peynir altı suyu konsantresi ve izolatu glutensiz ürünlerde jelleşmeyi sağlayarak kıvama katkıda bulunur (Büyükbeşe ve ark., 2020). Ancak, süt proteinlerinin kullanımı ile ilgili bazı kısıtlamalar mevcuttur. Gluten intoleransı veya çölyak hastalığı sebebiyle bağırsak emilimi bozulan kişilerde süt proteinlerinin kullanılması ile laktoz intoleransının da gelişme riski söz konusudur (Deora ve ark., 2015). Ayrıca bir çalışmada glutensiz makarnaya peynir altı suyu proteini eklenmesi ile örneklerin parlaklık (L*) değerinde düşme gözlenmiştir (Dedeoğlu, 2020). Bu sebeple, yüksek proteinli ve düşük laktoz içerikli hayvansal protein kaynaklarının (sodyum kazeinat, süt proteini izolatu gibi) kullanımı ile daha kabul edilebilir ürün şekli,

geliştirilmiş bir hacim ve daha sıkı dokuya sahip ürünler üretilmesinin yanı sıra laktoz intoleransı oluşma riskinin de ortadan kaldırılması söz konusudur (Gallagher ve ark., 2004).

Son yıllarda, yumurta proteinleri kaliteli bir protein kaynağı olması ve hamura kolaylıkla dahil edilebilmeleri nedeniyle glutensiz ürünlerin üretiminde yaygın olarak kullanılmaktadır. Özellikle fırıncılık ürünlerinin üretiminde glutenin sağladığı hacim artışını ve esnek ağısı yapıyı glutensiz ürünlerde sağlayabilmesi dolayısıyla önemli bir protein ikamesi konumundadır (Deora ve ark., 2015). Glutensiz pirinç makarnasına %7,5 oranında ilave edilen kurutulmuş yumurta proteinleri ile (beyazı, sarısı, tamamı) son ürünün çiğnenabilirlik, sertlik ve viskoelastik özelliklerinde iyileşme görülmüştür (Witek ve ark., 2020). Marti ve ark. (2014)'ın yaptığı bir çalışmada ise yumurta albüminiyle zenginleştirilmiş glutensiz makarnada albümin ikamesiyle daha homojen bir protein ağı oluşumu ve makarnanın dokusal-yapısal özelliklerinde iyileşme bulunmuştur. Bu çalışmada aynı zamanda yumurta akı ikamesi; peynir altı suyu proteinleri kullanılarak yapılan glutensiz makarnaya kıyasla daha az pişme kaybının yanı sıra daha sıkı bir yapıya sahip olduğu ve daha besleyici olduğu rapor edilmiştir. Hem glutensiz hem de yumurta içermeyen kek üretimi ile ilgili bir çalışmada ise, glutensiz keklerin dokusunu ve görünümünü iyileştirmek için mısır nişastası ve guar zıkmı ile birlikte soya protein izolatı kullanılmıştır (Tambunan ve ark., 2015). Shevkani ve Singh (2014) ise; gaz oluşumunu ve glutensiz keklerinin elastikiyetini iyileştirmek için barbunya, bezelye ve amarant protein izolatları kullanmıştır. Çalışmaların geneline bakıldığında, en iyi sonuçlar yumurta proteininin transglutaminaz ile birlikte kullanıldığı örneklerde ortaya çıkmıştır. Bu şekilde hamurda daha uygun bir ağı görünümü sağlanmıştır (Storck ve ark., 2013). Kullanılan protein kaynağına göre üretilen glutensiz ürünlerin yapısal özelliklerinin ve besin değerlerinin değiştiği görülmektedir. Matos ve ark. (2014)'ın yaptığı bir çalışmada farklı protein kaynaklarının (kazein, bezelye proteini izolatı, soya proteini izolatı, yumurta beyazı proteini) glutensiz keklerin reolojik ve kalite özelliklerine etkisi incelenmiştir. Kazein ve yumurta beyazı proteinlerinin glutensiz keklerde hacim artışını sağladığı ve hem reolojik hem de teknolojik özelliklerin kullanılan proteinin kaynağına göre farklılık gösterdiğini rapor etmişlerdir.

2.2. Bitkisel Protein Kaynakları

Tahıllar, psödotahıllar, baklagiller ve yağlı tohumlar glutensiz ürünlerin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Kolay bulunabilmeleri, ucuz olmaları, yüksek miktarda protein içermelerinin yanı sıra katıldıkları ürünlere fonksiyonel özellikler kazandırmaktadırlar. Hayvansal kaynaklı proteinlerin alerjenik karakterde olmaları sebebiyle bitkisel kaynaklı proteinlere olan ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Skendi ve ark., 2021). Ekstraksiyon, çöktürme, ultrafiltrasyon gibi işlemler ile bitkilerden proteinler izole edilmekte ve glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılmaktadır (Yavuz ve Özçelik, 2016). Glutensiz fırıncılık ürünlerinde protein kaynağı olarak kullanılan pirinç kepeği protein konsantrasyonunun hamur elastikiyetini ve mukavemetini geliştirdiği, nohut ve mercimek unu ilavesinin protein ve diyet lifi oranında anlamlı bir gelişme sağladığı, pisilyum tozu ikamesinin yoğunlaştırma sırasında hamurun kıvamını arttırdığı, fermente teff unu eklenmesinin kıvrımı sertliğini azalttığını, kinoa unu dahil edildiğinde yine hamur yapısı ve lif içeriğine katkısı olduğu, karabuğday ununun ise pişirme özelliklerini iyileştirdiği yapılan çalışmalar ile kanıtlanmıştır (Naqash ve ark., 2017).

Tahıl proteinleri aminoasit dizilimi bakımından oldukça zengin içeriğe sahiptir ve birçok çalışmada glutensiz ürünlerde tahıl proteinlerinden (mısır, yulaf, pirinç) özellikle zenginleştirme açısından yararlanılmaktadır. Baklagiller tahıllara oranla daha fazla protein içermektedirler, ancak tahıl üretimi daha yaygın olduğu için hammadde ulaşımı açısından protein tercihi olarak ilk sıralarda yer almaktadırlar. Glutensiz ürünler ile ilgili yapılmış çalışmalarda, pirinç ve mısır unu çok sıklıkla buğday unu yerine kullanılmıştır. Pirinç ununun alerjen etkisinin düşük olması ve buğdaya oranla daha yüksek lizin içeriğine sahip olması sebebiyle tercih edilmektedir (Ergin, 2011). Pirinç kepeği ve %2 oranında albümin katkılı glutensiz ekmeklerde, diyet lifi içeriği ve protein değeri, pirinç kepeğindeki çözünür ve çözünmeyen diyet lifi içeriğine doğrudan bağlı olmasına dayanarak, pirinç kepeğinin katkısıyla protein değerlerinin yanı sıra nihai ekmeğin renginin ve hacminin de arttığı bulunmuştur (Phimolsiripol ve ark., 2012). Özellikle kahverengi pirinç besin içeriğinin yüksek olması ve gluten içermemesi sebebiyle glutensiz ürünlerin üretiminde kullanılmaya başlanmıştır.

Baklagiller bitkisel protein kaynağı olarak oldukça önemli bir yere sahiptir. Ayrıca, baklagiller diyet posası, sindirilemeyen nişasta, vitamin ve mineral içeriği açısından da oldukça iyi bir kaynaktır (Türksoy, 2018). Özellikle bezelye, mercimek, soya ve nohut unu protein içeriği bakımından zengin olduğu için çoğunlukla tercih edilmektedir. Glutensiz ürünlerde kullanılan tahıllar lizin amino asidi açısından yetersiz kalırken, baklagil unu ilavesiyle ürünün besin içeriği artırılmakta ve esansiyel aminoasit oranında da artış sağlanmaktadır (Marco ve Rosell, 2008). Esansiyel aminoasitler açısından ürünü zenginleştirmek adına çeşitli çalışmalarda ilave protein kaynağı olarak chia tohumu kullanımı ile özellikle metiyonin ve sistein amino asitlerini dengeli bir şekilde içeren ürünler üretmek mümkün olmaktadır (Menga ve ark., 2017).

Bezelye üretimi ve işlenmesi kolay bir baklagil olmasının yanı sıra, aminoasit kompozisyonu bakımından gıda endüstrisinde fonksiyonel bir baklagil olarak kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek, 2018). Nohut ise kıvam arttırıcı ve emülgatör özelliği sebebiyle glutensiz ürünlerde protein ikamesi olarak kullanılmaktadır. Mercimek proteini flavonoidler ve protein içeriği açısından zengin; sindirilebilirliği yüksek bir bakliyattır. Giménez ve ark. (2013)'nın, bakla unu (%30) ve mısır unu (%70) kullanarak ürettikleri glutensiz spagettilere özellikle diyet lifi açısından zengin olan bakla unu ilavesinin ürünün protein içeriğini artırmanın yanı sıra diyet posasını, tekstürel özelliklerini ve fizikokimyasal kalitesini de anlamlı oranda geliştirdiğini vurgulamışlardır.

Soya proteini glutensiz ürünlerde gevrekliği, hamurun yapısını ve esnekliğini geliştirmektedir (Aydar ve ark., 2019). Ancak, soya proteini ilave edilen glutensiz ürünlerde hacim artışı yetersiz kalmaktadır (Ziobro ve ark., 2013). Glutensiz ekmek formülasyonuna patates ve soya proteini ilavesi, diğer proteinlere kıyasla daha yoğun bir kırıntı yapısına sahip daha küçük ekmekler elde edilmesini sağlamıştır. Bununla birlikte, keçiyoynuzu, acı bakla ve bezelye ilavesi, daha büyük hücre gözenekleri ve daha yumuşak bir ekmek kırıntısı ve artan bir hacim ile sonuçlanmıştır. Verilerin analizine bakıldığında ürüne eklenen proteinin özellikleri ekmeğin özelliklerinin oluşmasına öncülük etmiştir. Köpürme işlevlerinin ve hamurdaki proteinlerin çözünürlüğünün, hamur özellikleriyle önemli ölçüde ilişkili olduğu görülmüş ve bu da nihai ekmek kalitesini etkilemiştir (Horstmann ve ark., 2017). Glütensiz (pirinç ve yumurta albümini bazlı) makarnaya tatlı patates, soya fasulyesi ve her ikisinin kombinasyonu ilave edilmiş

ve sonuçta sadece soya fasulyesi ilave edilen örneklerde pişme süresi kısalmış, proteinler arası daha güçlü bir ağ oluşumu gözlenmiştir (Marengo ve ark., 2018). Bu gibi çalışmalar sayesinde glutensiz ekmek formülasyonlarına bitkisel protein ilave edilmesinin nihai ürüne olan etkisinin tahmin edilmesi sağlanmaktadır. Bu da, hem glutensiz ekmek kalitesinin iyileştirilmesine yardımcı olmakta hem de besin değerini arttırmaktadır.

Tahılsız veya yalancı tahıl olarak da adlandırılan, psödotahtiller mineral, vitamin, esansiyel amino asitler ve yağ asitleri bileşimleri açısından oldukça zengin olmaları, gluten içermemeleri sebebiyle nişasta veya pirinç bazlı ve düşük besin içeriğine sahip glutensiz ürünlere sağlıklı bir alternatif olarak kullanılmaktadırlar (Baykut, 2021). Karabuğday, yüksek protein (%13) içeriği, nişasta (çoğunluğu dirençli nişasta), çözünür diyet lifleri, esansiyel aminoasit bileşimi (özellikle yüksek lizin içeriği), vitaminler, mineraller ve antioksidan maddeler gibi birçok değerli bileşenleri barındıran zengin bir besin kaynağıdır (Baykut, 2021). İçeriğinde yüksek oranda linoleik asit gibi çoklu doymamış yağ asitleri de bulunmaktadır (Aydar ve ark., 2019). Karabuğdayın protein açısından biyolojik değeri, yumurta proteininin biyolojik değerinin yaklaşık %93'üne karşılık gelmektedir (Yaver ve Bilgiçli, 2020). Karabuğday (13,9 g/100 g); glutensiz ürün endüstrisinde sıklıkla kullanılan mısır (8,3 g/100 g) ve pirinç (6,9 g/100 g) ununa kıyasla çok daha yüksek oranda protein içermektedir.

Karabuğdayın nişasta fraksiyonu ve tane boyutu nedeniyle yüksek su absorplama kapasitesine sahiptir ve ayrıca pirinç (1,5 g/100 g) ve mısırla (2,8 g/100g) kıyaslandığında toplam diyet lifi içeriği de yüksektir (9,2 g/100 g). Bu sayede eklendiği ürünün glisemik indeksini düşürüp ürünü daha sağlıklı hale getirmektedir. Bu da karabuğday ununun diğer glutensiz unlarla (mısır ve pirinç) karıştırılarak glutensiz ürün üretiminde başarıyla kullanılabileceğini gösterilmektedir (De Arcangelis ve ark., 2020). Başka bir çalışmada karabuğday unu farklı oranlarda (%10, %20, %30, %40) glutensiz ekmek formüllerine eklenmiş eklenme yüzdesi arttıkça ekmek hacminde ve duyuşal özelliklerinde iyileşmeler görülmüş. Ayrıca %40'luk karabuğday ikameli ürünün bakır ve manganez içeriği diğerlerinde kıyasla yüksek bulunmuştur (Krupa-Kozak ve ark., 2013).

Amarant; tahıl, sebze ve baklagiller ile kıyaslandığında daha yüksek protein (%13-14) içeriğine sahip olması ile birlikte vitamin, mineral ve biyoaktif bileşenler açısından da zengindir. Bu sebeple glutensiz ürünlerin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır (Mlakar ve ark., 2009). Cabrera-Chávez ve ark., (2012) yapmış oldukları bir çalışmada, glutensiz pirinç bazlı makarnanın dokusal özelliklerini iyileştirmek ve protein açısından zenginleştirmek için yeni bir ekstrüzyonla pişirme yöntemi kullanılmış ve amarant ilave edilerek mineral, lif içeriğinin yanında protein sindirilebilirliğinin de arttığını rapor etmişlerdir. Makarna yapımından önce 3:1 oranda pirinç unu ve amarant karışımının ekstrüzyonla pişirilmesi, son ürünün tekstürel özellikleri açısından en iyi sonuçları vermiştir (Cabrera-Chávez ve ark., 2012). Schoenlechner ve ark., (2010) yaptığı bir çalışmada ise amarant, kinoa ve karabuğday unlarıyla üretilen glutensiz makarnada en az pişme kaybı ve en iyi doku sıklığı amarant ilave edilen örneklerde saptanmıştır.

Zengin aminoasit örüntüsüne sahip kinoa glutensiz ürün formülasyonlarında kullanıldığında hem besin değerlerinde artış hem de teknolojik özelliklerinde iyileşme sağlamaktadır (Caperuto, 2001). Pirinç ve mısır unu kullanılarak yapılan

glutensiz ekmeklerde, pirinç ve mısır unu yerine beyaz kinoa unu kullanımı ile hamurun gaz tutma kapasitesinde, tadında ve özgül hacminde belirgin bir artış elde edildiği görülmüştür (Elgeti ve ark., 2014). Kinoa'nın gıda endüstrisindeki bir diğer katkısı ise iyi bir emülsifiye aracı olması ve su tutma kapasitesinin yüksek olması sebebiyle glutensiz ürünlere kıvam arttırıcı olarak da kullanılabilmesidir. Bu şekilde formüle edilmiş ürünlere çok daha kaliteli duyuşal özellikler tespit edilmiştir (Dağ ve Özkan, 2019). Hayit ve Gül (2019)'un yaptığı çalışmanın duyuşal analiz raporuna göre; kinoa unu ilave edilen ve kısmi pişir-dondur prosedürü uygulanan glutensiz ekmeklerin panelistler tarafından kabul edilebilirliği artmıştır. Ayrıca Alencar ve ark. (2015)'nin yaptığı çalışmada glutensiz ekmek üretirken formülasyona kinoa ve amarant unu ilave etmenin ürünün protein ve yağ içeriğine ek olarak nütrisyonel kalitesinin artmasını sağladığı bulunmuştur.

Yağlı tohumlar yüksek protein içermeleri sebebiyle glutensiz ürünlerin zenginleştirilmesinde kullanılmaktadır. Özellikle yüksek protein içerikleri sebebiyle pamuk tohumu (%55-60 protein), yer fıstığı (%47-55 protein), susam (%50 protein), keten tohumu (%18-25 protein), çiya tohumu (%19-23 protein) bu amaçla sıklıkla kullanılmaktadır (Çetiner ve Bilek 2018). Yağlı tohumların kullanımını kısıtlayan en önemli faktör, besin değeri olmayan bileşenler (fitik asit, okzalit, tripsin ve amilaz inhibitörleri) içermesidir. Örneğin keten tohumu %3,36, kanola tohumu %2,50 oranında fitik asit içermektedir (Berikten ve Kıvanç, 2018). Bu bileşenlerin çoğu protein çözünürlüğüne etki etmekte ve protein eldesini zorlaştırmaktadır. Özellikle fitik asitin sindirilebilmesi için gerekli olan fitaz enzimi insanlarda bulunmadığı için çözünemeyen kompleks yapılar oluşturup fizyolojik yararlılımları engellemesinin yanı sıra, oldukça güçlü bir şelatördür ve besin öğelerinin bağırsaktan absorbe olmalarını engelleyerek proteinlerin sindirilebilirliğini etkilemektedir (Şat ve Keleş, 2004). Bu gibi durumlarda, bazı ön işlemler ile (fermentasyon, çimlendirme, enzim uygulaması) besin değerlerini olumsuz etkileyen bu bileşikler uzaklaştırılabilmektedir (Çetiner ve Bilek, 2018). Özellikle baklagillerdeki fitik asit miktarını azaltabilmek adına çimlendirme yöntemi oldukça başarılı olarak kullanılmakta ve bu sayede gıda endüstrisine biyoyararlılımı yüksek ürünler kazandırılabilir. Megat ve Azrina (2012)'nin yaptığı çalışmada, soya fasulyesi ve yer fıstığının toplam fenolik, tanen ve fitik asit içerikleri üzerine çimlenmenin etkisini belirlenmiştir. Fitik asit içeriği çimlendirilmiş soya fasulyesinde önemli ölçüde azalmıştır. Fitik asit miktarındaki söz konusu azalma tohumlar çimlenirken ortaya çıkan enzimatik değişikliklerden kaynaklanmaktadır.

2.3. Algler ve Yenilebilir Böcekler

Algler, protein, yağ, vitamin, mineral, antioksidan ve doğal renk maddeleri açısından zengin birer kaynak olmalarından dolayı ürün zenginleştirme ve geliştirmede kullanılmaktadırlar. Özellikle glutensiz ürün üretiminde alglerin kullanılması Çölyak hastalarında görülen yetersiz mikro besin ögesi alımı sorununa alternatif bir çözüm olmaktadır. Rózyto ve ark. (2017) yapmış oldukları bir çalışmada, kahverengi alg (*Ascophyllum nodosum*) ilave edilen glutensiz ekmeklerin fiziksel, duyuşal ve antioksidan özellikleri incelenmiştir. %4 oranında alg kullanılarak yapılan ekmeklerde daha büyük bir hacim elde edilmiştir. Artan kahverengi alg içeriği ile birlikte ekmek renginde ve dokuda da olumlu değişiklikler gözlemlenmiştir (Rózyto ve ark., 2017.) Başka bir çalışmada ise *Spirulina platensis* ilave edilen glutensiz noodle örneklerinin protein içeriklerinin %73'e kadar arttığı,

vitamin, mineral ve aminoasit açısından zenginleştirdiği rapor edilmiştir (Riyad ve ark., 2020).

Gıdaların algler ile zenginleştirilmesi çalışmalarında amino asit dizilimi ve protein içeriği bakımından farklı alg türleri (*Algae Dunaliella*, *Green Algae*, *Laminaria ochroleuca*, *Spirulina* spp.) kullanılmaktadır. Algler endüstride, maliyeti minimumda tutmak amacıyla izole edilmeden biyokütle olarak kullanılmaları sebebiyle ilave edildiği ürünlerde renk, aroma ve tekstür gibi duyuşal özellikleri etkilemektedir (Skendi ve ark., 2021). Diprat ve ark. (2020) glutensiz ekmek üretiminde protein kaynağı olarak *Chlorella sorokiniana* kullanımı ile ekmeklerde koyu yeşil bir renk ve düşük parlaklık rapor etmişlerdir. Ayrıca *Chlorella sorokiniana* ilavesi ile hacim ve tekstürde önemli bir değişim gözlenmemiştir. Khemiri ve ark. (2020), *Nannochloropsis gaditana* ve *Chlamydomonas* sp. ile zenginleştirilmiş glutensiz ekmek ürünlerinde protein, omega-3 yağ asitleri ve kül içeriğinin kontrol örneklerine kıyasla daha yüksek olmasına karşın yoğun bir yeşil-sarı renk oluşumu rapor etmişlerdir.

Artan dünya nüfusu ile birlikte sürdürülebilir gıdaya olan ilgi de gün geçtikçe artmaktadır. Gıda endüstrisinde kullanılan protein kaynakları göz önüne alındığında hammadde yetersizlikleri ortaya çıkmakta ve sürdürülebilir alternatif protein kaynaklarına yönelim artmaktadır. Özellikle son yıllarda protein açısından zengin (%20-76 protein) (Yılmaz, 2019) ve çiftlik hayvanlarına göre daha az atık üretme konularında dikkat çekici olan yenilebilir böcekler (sinekler, kınkanatlılar, tırtıllar, karıncalar, kriketler, çekirgeler) ilgi çekici hale gelmiştir (Aydın ve ark., 2021). Günümüzde halihazırda 1600 civarında böcek türü insanlar tarafından tüketilmektedir (Çabuk, 2021).

Kriket tozu, yüksek su ve yağ tutma kapasitesi ve insan tüketimine uygun mikrobiyolojik özelliklere sahip olması dolayısıyla glutensiz fonksiyonel gıdaların üretimi için umut vadeden önemli bir kaynaktır. Da Rosa Machado ve Thys, (2019)'in yaptığı bir çalışmada, mercimek ve karabuğday unlarının kullanımına kıyasla glutensiz ekmekler için Kriket (*Gryllus assimilis*) tozunun kullanımı ile kabul edilebilir teknolojik özelliklere ve yüksek protein içeriğine sahip glutensiz ekmek üretmişlerdir. Kowalczewski ve ark. (2021)'in yaptığı bir çalışmada ise, kriket tozu (*Acheta domesticus*) ilave edilen örneklerin daha geç bayatladığı ve ekmek sertliğinin daha az olduğu rapor edilmiştir. Bu durum ise ilave edilen kriket tozunun moleküler seviyede bir değişime sebep olarak su transferini stabilize etmesi ile açıklanabilmektedir. Protein kaynağı olarak mercimek ve karabuğday unu yerine kullanılan kriket unlarının daha stabil bir yapı oluşturmaları sebebiyle ekmek sertliğini arttırmıştır. Ayrıca, ekmeklerin yapışkanlık ve esneklik özelliklerini iyileştirmede kriket unlarının daha etkili olduğu görülmüştür. Yapışkanlığı yüksek olan ekmek, dilimleme ve çığneme sırasında bütünlüğünü korurken esneklik özelliği iyi olan ekmekler ise sıkıştırılıp bırakıldıklarında eski haline geri dönebilme özelliğine sahiptir. Ancak, yüksek protein içeriği sebebiyle kriket unlarının kullanımı ile ekmek iç yapısı yüksek poroziteye sahiptir. Yapılan çalışmalarda, daha kaliteli ekmek üretimi için yüksek yağ içeriği sebebiyle kriket unu kullanılan ekmeklerde ilave yağ kullanılmaması gerektiğini rapor etmişlerdir (Skendi ve ark., 2021).

Tablo 1. Farklı protein kaynaklarının glutensiz ürünlerde kullanımı ve ürün kalitesine etkileri

Protein Kaynağı	Glutensiz Ürün	Üründe meydana gelen değişim	Referanslar
Yumurta albümini ve peynir altı suyu proteini	Pirinç unu ile yapılmış makarna	Düşük pişirme kaybı ve makarna görüntüsünde iyileşme görülmüştür.	Marti ve ark., 2013
Soya, bezelye protein izolatu, yumurta beyazı proteinleri, kazein	Pirinç unu ile yapılmış kek	Kazein ve yumurta beyazı proteinleri kek hacmini arttırmış, bezelye protein izolatu daha yumuşak ve elastik bir yapı kazandırmıştır.	Matos ve ark., 2014
Kazein ve albumin protein izolatları	Pirinç unu ile yapılmış ekmek	Kabuk tekstürü iyileştirilmiş ve daha iyi spesifik hacim elde edilmiştir.	Storck ve ark., 2013
Albumin, kollajen, bezelye, acı bakla ve soya proteini	Mısır ve patates nişasta ile yapılmış ekmek	Soya proteini ve kollajen spesifik hacmi azaltmış, acı bakla proteini ve albumin ise arttırmıştır.	Ziobro ve ark., 2013
Yumurta proteini	Pirinç unu ile yapılmış makarna	Makarnanın çığnenebilirliğini ve sertliğini arttırmıştır.	Witek ve ark., 2020
Kahverengi alg (<i>Ascophyllum nodosum</i>)	Pirinç, mısır ve darı unu ile yapılmış ekmek	Ekmek hacmi artmış, sertlik azalmıştır. Kabuk bayatlaması artan alg konsantrasyonu ile azalmıştır. Ekmeğin antioksidan özellikleri artmıştır.	Rózyło ve ark., 2017
<i>Spirulina platensis</i>	Patates unu ile yapılmış noodle	Hacimde, mineral, vitamin ve esansiyel amino asit içeriğinde artış görülmüştür.	Riyad ve ark., 2020
Kriket (<i>Gryllus assimilis</i>)	Pirinç ve mısır unu ile yapılmış ekmek	Su ve yağ tutma kapasitesinde artış ve gözenekli bir ekmek yapısı görülmüştür.	Da Rosa Machado & Thys 2019
Kriket (<i>Acheta domesticus</i>)	Mısır ve patates nişastası ile yapılmış ekmek	Daha koyu bir kabuk rengi elde edilmiş, gözenekli bir ekmek yapısı görülmüştür. Antioksidan aktivitesi artmıştır.	Kowalczewski ve ark., 2021

3. Sonuç

Sonuç olarak, gluten proteinine alternatif olarak kullanılan farklı protein kaynakları ile yapılan çalışmaların umut vadetmesine karşın glutenin sağladığı hamur yapısına ve tekstürel özelliklere ulaşamadığı görülmektedir. Hem ürünün kalitesini yükseltmek, hem de gluten proteininin sağladığı doku ve yapının devamlılığını sürdürürebilmek için glutensiz fırıncılık ürünlerinin üretiminde farklı protein kaynaklarının tek başlarına veya kombine halde denenmesi ile ilgili çalışmalarda hidrasyon yeteneği, proteinlerin ekstraksiyon prosesleri, viskozite ve su tutma kapasitelerinin optimize edilmesi gerekmektedir. Algler ve yenilebilir böcekler kullanılarak yapılan glutensiz ürünler ile ilgili literatürde yeterli çalışma bulunmamaktadır. Glutensiz ürünler hızlı bir şekilde bayatladıkları için taze ürünlere olan ihtiyaç da fazladır. Her geçen yıl artan glutensiz beslenme tercihi ve zorunluluğuna bakıldığında, tüketicinin ihtiyaçlarına ve taleplerine cevap verilebilmesi için bu konuda daha fazla çalışma yapılması gerekmektedir.

4. Teşekkür

Bu çalışma İstanbul Aydın Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonunca kabul edilen 07.07.2021 tarihli 2021/9 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

Kaynakça

- Alencar, N. M. M., Steel, C. J., Alvim, I. D., de Morais, E. C., & Bolini, H. M. A. (2015). Addition of quinoa and amaranth flour in gluten-free breads: Temporal profile and instrumental analysis. *LWT-Food Science and Technology*, 62(2), 1011-1018.
- Arendt, E. K., & Dal Bello, F. (2008). Functional cereal products for those with gluten intolerance. In *Technology of functional cereal products*, 446-475. <https://doi.org/10.1533/9781845693886.2.446>
- Aydar Y., Akgün A. & Dengiz İ.T. (2019). Glutensiz diyetle kullanılan alternatif hammaddeler. Geleceğin dünyasında bilimsel ve mesleki çalışmalar, mühendislik ve doğa bilimleri. (Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Gıda Mühendisliği Bölümü).
- Aydın, M., Arslan Danacıoğlu, D. & Türker, S. (2021). Gıda teknolojisinde yenilikçi yaklaşımlar. *Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi*, 3 (1), 19-36. <https://doi.org/10.51973/head.925628>
- Baykut, E. D. (2021). Bazı Tahıl Benzeri Ürünlerin Besin İçeriği ve Gıda Endüstrisinde Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (23), 89-98. <https://doi.org/10.31590/ejosat.789955>
- Berikten, D., & Kıvanç, M. (2018). Fitazlar: Çevreye Etkisi, Beslenme ve Biyoteknolojideki Önemi. *Akademik Gıda*, 16(1), 109-119.
- Büyükbese, D., Emre, E. E., & Kaya A. (2020). Farklı Oranlarda Gam, Protein ve Emülgatör Kullanımı ve Jelatinizasyonun Pirinç Makarnası Kalitesine Etkisi. *Akademik Gıda*, 18 (1), 45-63. <https://doi.org/10.24323/akademik-gida.730113>
- Cabrera-Chávez, F., de la Barca, A. M. C., Islas-Rubio, A. R., Martí, A., Marengo, M., Pagani, M. A., ... & Iametti, S. (2012). Molecular rearrangements in extrusion processes for the production of amaranth-enriched, gluten-free rice

- pasta. *LWT*, 47 (2), 421-426. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2012.01.040>
- Caperuto, L. C., Amaya-Farfan, J., & Camargo, C. R. O. (2001). Performance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) flour in the manufacture of gluten-free spaghetti. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 81 (1), 95-101. [https://doi.org/10.1002/10970010\(20010101\)81:1<95::AID-JSFA786>3.0.CO;2-T](https://doi.org/10.1002/10970010(20010101)81:1<95::AID-JSFA786>3.0.CO;2-T)
- Çabuk, B. Influence of grasshopper (*Locusta Migratoria*) and mealworm (*Tenebrio Molitor*) powders on the quality characteristics of protein rich muffins: nutritional, physicochemical, textural and sensory aspects. *Food Measure* 15, 3862-3872 (2021). <https://doi.org/10.1007/s11694-021-00967-x>
- Çetiner, M., & Bilek, S. E. (2018). Bitkisel protein kaynakları. *Çukurova Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 33 (2), 111-126. <https://dergipark.org.tr/en/pub/cutarim/issue/42081/470649>
- da Rosa Machado, C., & Thys, R. C. S. (2019). Cricket powder (*Gryllus assimilis*) as a new alternative protein source for gluten-free breads. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 56, 102180.
- 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. <https://doi.org/10.33483/jfpau.487757>
- De Arcangelis, E., Cuomo, F., Trivisonno, M. C., Marconi, E., & Messina, M. C. (2020). Gelatinization and pasta making conditions for buckwheat gluten-free pasta. *Journal of Cereal Science*, 95, 103073. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.103073>
- Dedeoğlu, M. (2020). *Glutensiz makarna üretim parametrelerinin optimizasyonu*. (Yüksek lisans tezi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=daz5c2EhfNMMW7EZuIMdJw&no=QqvkJNedQE_H--_8G8ide8g
- Deora, N. S., Deswal, A. & Mishra, H. N. (2015). Functionality of alternative protein in gluten-free product development. *Food Science and Technology International*, 21 (5), 364-379. <https://doi.org/10.1177/1082013214538984>
- Diprat, A. B., Thys, R. C. S., Rodrigues, E., & Rech, R. (2020). *Chlorella sorokiniana*: A new alternative source of carotenoids and proteins for gluten-free bread. *LWT*, 134, 109974.
- Elgeti, D., Nordlohne, S. D., Föste, M., Besl, M., Linden, M. H., Heinz, V., ... & Becker, T. (2014). Volume and texture improvement of gluten-free bread using quinoa white flour. *Journal of Cereal Science*, 59 (1), 41-47. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2013.10.010>
- Ergin, A. (2011). Çölyak hastalarına özel bisküvi, erişte ve pide üretimi (Yüksek lisans tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü). <http://acikerisim.pau.edu.tr/xmlui/handle/11499/1407>
- Gallagher, E., Gormley, T. R., & Arendt, E. K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science & Technology*, 15 (3-4), 143-152. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2003.09.012>
- Giménez, M. A., González, R. J., Wagner, J., Torres, R., Lobo, M. O., & Samman, N. C. (2013). Effect of extrusion conditions on physicochemical and sensorial properties of

- corn-broad beans (*Vicia faba*) spaghetti type pasta. *Food chemistry*, 136(2), 538-545. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.08.068>
- Hayıt, F. & Gül H. (2017). Çölyak ve çölyak hastaları için üretilen ekmeklerin kalite özellikleri. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(1), 163-169.
- 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. <https://doi.org/10.31466/kfbd.647249>
- Horstmann, S. W., Foschia, M., & Arendt, E. K. (2017). Correlation analysis of protein quality characteristics with gluten-free bread properties. *Food & function*, 8 (7), 2465-2474. <https://doi.org/10.1007/s00217-006-0405-y>
- İşleröğlü, H., Dirim, S. N., & Ertekin, F. K. (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34(1), 29-36.
- Khemiri, S., Khelifi, N., Nunes, M. C., Ferreira, A., Gouveia, L., Smaali, I., & Raymundo, A. (2020). Microalgae biomass as an additional ingredient of gluten-free bread: Dough rheology, texture quality and nutritional properties. *Algal Research*, 50, 101998. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101998>
- Kowalczewski, P. Ł., Gumienna, M., Rybicka, I., Górna, B., Sarbak, P., Dziedzic, K., & Kmiecik, D. (2021). Nutritional Value and Biological Activity of Gluten-Free Bread Enriched with Cricket Powder. *Molecules*, 26(4), 1184.
- Krupa-Kozak, U., Bączek, N., & Rosell, C. M. (2013). Application of dairy proteins as technological and nutritional improvers of calcium-supplemented gluten-free bread. *Nutrients*, 5 (11), 4503-4520. <https://doi.org/10.3390/nu5114503>
- Marco, C., & Rosell, C. M. (2008). Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *Journal of Food Engineering*, 88 (1), 94-103. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2008.01.018>
- Marengo, M., Amoah, I., Carpen, A., Benedetti, S., Zanoletti, M., Buratti, S., ... & Iametti, S. (2018). Enriching gluten-free rice pasta with soybean and sweet potato flours. *Journal of food science and technology*, 55(7), 2641-2648. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3185-z>
- Marti, A., Barbiroli, A., Marengo, M., Fongaro, L., Iametti, S., & Pagani, M. A. (2014). Structuring and texturing gluten-free pasta: egg albumen or whey proteins?. *European Food Research and Technology*, 238 (2), 217-224. <https://doi.org/10.1007/s00217-013-2097-4>
- Matos, M. E., Sanz, T., & Rosell, C. M. (2014). Establishing the function of proteins on the rheological and quality properties of rice based gluten free muffins. *Food Hydrocolloids*, 35, 150-158. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.05.007>
- Megat Rusydi, M. R., & Azrina, D. A. (2012). Effect of germination on total phenolic, tannin and phytic acid contents in soy bean and peanut. *International Food Research Journal*, 19(2).
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.11.151>
- Mlakar, S. G., Turinek, M., Jakop, M., Bavec, M., & Bavec, F. (2009). Nutrition value and use of grain amaranth: Potential future application in bread making. *Agricultura*, 6 (4), 43-53.
- Mutlu, C., Tontul, S. A., Candal, C., & Erbaş, M. (2019). Bazi tahıl benzeri ürünlerin glutensiz kek üretiminde kullanımı. *Gıda*, 44(5), 770-780.
- Naqash, F., Gani, A., Gani, A., & Masoodi, F. A. (2017). Gluten-free baking: Combating the challenges-A review. *Trends in Food Science & Technology*, 66, 98-107. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.004>
- Özüğür, G. & Hayta, M. (2011). Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36 (5), 287-294. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/6914/92398>
- Phimolsiripol, Y., Mukprasirt, A., & Schoenlechner, R. (2012). Quality improvement of rice-based gluten-free bread using different dietary fibre fractions of rice bran. *Journal of Cereal Science*, 56(2), 389-395. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2012.06.001>
- Rai, S., Kaur, A., & Chopra, C. S. (2018). Gluten-Free Products for Celiac Susceptible People. *Frontiers In Nutrition*, 5, 116. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00116>
- Rico, D., Ronda, F., Villanueva, M., Montero, C. P., & Martin-Diana, A. B. (2019). Development of healthy gluten-free crackers from white and brown tef (*Eragrostis tef* Zucc.) flours. *Heliyon*, 5(10), e02598. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02598>
- Riyad, Y. M., Naeem, M. M., & Slama, S. Evaluation of gluten-free noodles fortified by *Spirulina* algae. <https://doi.org/10.21608/enj.2020.144758>
- Rózyło, R., Hameed Hassoon, W., Gawlik-Dziki, U., Siastała, M., & Dziki, D. (2017). Study on the physical and antioxidant properties of gluten-free bread with brown algae. *CyTA-Journal of Food*, 15(2), 196-203. <https://doi.org/10.1080/19476337.2016.1236839>
- Schoenlechner, R., Drausinger, J., Ottenschlaeger, V., Jurackova, K., & Berghofer, E. (2010). Functional properties of gluten-free pasta produced from amaranth, quinoa and buckwheat. *Plant foods for human nutrition*, 65 (4), 339-349. <https://doi.org/10.1007/s11130-010-0194-0>
- Shevkani, K. & Singh, N. (2014). Influence of kidney bean, field pea and amaranth protein isolates on the characteristics of starch-based gluten-free muffins. *International Journal of Food Science & Technology*, 49, 2237-2244.
- Skendi, A., Papageorgiou, M., & Varzakas, T. (2021). High Protein Substitutes for Gluten in Gluten-Free Bread. *Foods*, 10(9), 1997. <https://doi.org/10.3390/foods10091997>
- Storck, C. R., da Rosa Zavareze, E., Gularte, M. A., Elias, M. C., Rosell, C. M., & Dias, A. R. G. (2013). Protein enrichment and its effects on gluten-free bread characteristics. *LWT-Food Science and Technology*, 53 (1), 346-354. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2013.02.005>
- Şat, İ. G., & Keleş, F. (2004). Fitik asit ve beslenmeye etkisi. *Gıda*, 29(6), 405-409.
- Tambunan, B.A., Julianti, E. & Suhaidi, I. (2015). The making of gluten and egg free cake from composite flour of rice, cassava, potato starch, and soybean with the addition of hydrocolloid. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*, 3, 471-481.
- Türksoy, S. (2018). Tam tane baklagil unlarının kimyasal, fonksiyonel ve reolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Gıda*, 43 (1), 78-89. <https://dergipark.org.tr/en/pub/gida/issue/32293/334881>

- Witek, M., Maciejaszek, I., & Surówka, K. (2020). Impact of enrichment with egg constituents on water status in gluten-free rice pasta–nuclear magnetic resonance and thermogravimetric approach. *Food Chemistry*, 304, 125417.
- Yaver, E. & Bilgiçli, N. (2020). Tahıl benzeri ürünler: bileşimi, beslenme-sağlık üzerine etkileri ve tahıl ürünlerinde kullanımı. *Food and Health*, 6 (1), 41-56. <https://doi.org/10.3153/FH20006>
- Yavuz, M., & Özçelik, B. (2016). Bitkisel Protein İzolatlarının Fonksiyonel Özellikleri. *Akademik Gıda*, 14 (4), 424-430. <https://dergipark.org.tr/en/pub/akademik-gida/issue/55781/763550>
- Yıldırım, E. (2020). Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Besleme. *Genel Sağlık Bilimleri Dergisi*, 2 (3), 175-187. <https://dergipark.org.tr/en/pub/jgehes/issue/58651/686873>
- Yılmaz, M. B. (2019). Farklı baklagil ve yenilebilir böcek unları ile zenginleştirilmiş eriştelerin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin belirlenmesi (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü)
- Ziobro, R., Witczak, T., Juszcak, L., & Korus, J. (2013). Supplementation of gluten-free bread with non-gluten proteins. Effect on dough rheological properties and bread characteristic. *Food Hydrocolloids*, 32 (2), 213-220. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2013.01.006>