

## Ekmek Yapımında Kullanılan Farklı Kurubaklagil ve Tahıl Unlarının Sağlık Üzerine Etkileri\*

Yasemin Tuğba ÖĞÜNÇ\*\*, Neslişah RAKICIOĞLU\*\*\*

### Öz

Bulaşıcı olmayan kronik hastalıkların global pandemisi düşünüldüğünde, sağlığı iyileştirici etkileri olan fonksiyonel besinlerin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Dünya genelinde günlük alınan diyet enerjisinin önemli bölümünü oluşturan ekmeğin, tüketicilerin günlük besin ögesi gereksinimlerini karşılamak üzere düşük maliyetli bitkisel kaynaklarla zenginleştirilmesi üzerine çalışmalar yapılmaktadır. Baklagiller ve tahıllar; diyet posası, vitaminler, mineraller ve fitokimyasalların zengin kaynağıdır. Bunların unlarının ekmeğe dahil edilmesi sağlık üzerinde olumlu etkilere sahip olmakla birlikte ekmeğin yüksek fitik asit içeriği, demir ve çinko gibi minerallerin emiliminde bozukluklara neden olabilmektedir. Bu derleme çalışmada, buğday ununa ikame edilen farklı kurubaklagil ve tahıl unlarının, ekmeğin besin ögesi içeriğine katkısı ve sağlıkla ilişkili diğer faktörlere olası etkisinin incelenmesi amaçlanmıştır.

**Anahtar Sözcükler:** Ekmek, baklagil unu, besin ögesi, fitik asit.

### Effects on Health of Different Legumes and Cereal Flours Used in Bread Making

#### Abstract

Considering the global pandemic of non-communicable chronic diseases, it is important to develop functional foods with health-improving effects. Studies are carried out on enriching bread, which constitutes an important part of the daily dietary energy worldwide, with low-cost plant sources to meet the daily nutritional requirements of consumers. Legumes and cereals are rich sources of dietary fiber, vitamins, minerals, and phytochemicals. Although the inclusion of their flours in bread making has positive effects on health, the high phytic acid content of breads can cause disorders in the absorption of minerals such as iron and zinc. This review study aims to examine the possible effects of different legumes and cereal flours substituted for wheat flour on the nutrient content of bread and other health-related factors.

**Keywords:** Bread, legume flour, nutrient, phytic acid.

#### Derleme Makale (Review Article)

**Geliş / Received:** 16.11.2023 & **Kabul / Accepted:** 01.07.2024

**DOI:** <https://doi.org/10.38079/igusabder.1391176>

\* Bu çalışma, Prof. Dr. Neslişah RAKICIOĞLU'nun danışmanlığında Yasemin Tuğba ÖĞÜNÇ tarafından hazırlanan Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü'nde yürütülen "Türkiye'de Ulusal Diyetin Fitik Asit İçeriği ve Ekmeğe Eklenen Farklı Kurubaklagil ve Tahıl Unlarının *İn Vitro* Glisemik İndeks ve Mineral Biyoyararlanımı Üzerine Etkisi" başlıklı doktora tezinden türetilmiştir.

\*\* Arş. Gör., Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Hamidiye Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Beslenme Bilimleri Anabilim Dalı, İstanbul, Türkiye. E-posta: [yasemin.ogunc@sbu.edu.tr](mailto:yasemin.ogunc@sbu.edu.tr) [ORCID https://orcid.org/0000-0002-1263-142X](https://orcid.org/0000-0002-1263-142X)

\*\*\* Prof. Dr., Hacettepe Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Fakültesi, Beslenme ve Diyetetik Bölümü, Toplum Beslenmesi Anabilim Dalı, Ankara, Türkiye. E-posta: [neslisah@hacettepe.edu.tr](mailto:neslisah@hacettepe.edu.tr) [ORCID https://orcid.org/0000-0001-8763-7407](https://orcid.org/0000-0001-8763-7407)

## Giriş

Ekmek; hemen hemen her ülkede beslenmenin önemli bir parçasıdır. Dünya genelinde ekmek çoğunlukla buğday unu temelli olmakla birlikte farklı şekil ve formülasyonlarda yapılmakta olup kişi başına yılda ortalama 59-70 kg tüketilmektedir<sup>1,2</sup>. Son yıllarda Batı ülkelerinde özellikle rafine undan yapılan beyaz ekmek çeşitlerinin tüketiminde önemli bir azalma görülmüştür. Bu durumun ekmeğin kalitesi, tüketicinin ekmek algısı ve glutensiz diyetlere artan ilgi gibi tüketici tercihlerindeki değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir<sup>1</sup>. Tüketicilerin sağlıklı beslenmeye yönelik talepleri besin ögeleri, diyet posası ve fitokimyasal bileşikleri düşük oranda içeren rafine buğday ununa alternatif olarak farklı unlarının kısmen veya tamamen eklenmesiyle üretilen fonksiyonel ekmeklere dayalı yeni bir pazarın ortaya çıkmasını sağlamıştır<sup>3</sup>. Fırıncılık ve pastacılık ürünlerinde buğday ununun tamamen veya kısmen başka kaynaklardan elde edilen unlarla değiştirildiği iki veya daha fazla tür un karışımları “kompozit unlar” olarak tanımlanmaktadır. Buğday unu temelli ürünlerin üretiminde, yaygın kullanılan bitkisel unlar arasında farklı baklagiller ve tahıl unları da bulunmaktadır. Besin ögesi içeriğini zenginleştiren bu unlar hem gelişmekte olan hem de gelişmiş ülkeler için ekonomik avantajlar sunmaktadır<sup>2</sup>. Hayvansal kaynaklı proteinlerin aşırı tüketimi ile ilişkilendirilen sağlık riskleri nedeniyle alternatif protein kaynakları ile ilgili araştırmalar çoğunlukla baklagiller üzerine odaklanmaktadır. Ancak, tüketicilerin modern yaşam alışkanlıklarına uymayan uzun pişirme ve hazırlama süreleri baklagil tüketimini olumsuz etkilemektedir. Tüketimi artırmak için baklagil unlarının, unlu mamuller gibi günlük tüketilen temel besinlere dahil edilmesi önerilmektedir<sup>4</sup>. Buğday unu temelinde hazırlanan ekmeklere yapılan kurubaklagil unu ilavesi sadece ekmeğin besin ögesi içeriğini değil aynı zamanda fiziksel, kimyasal, fonksiyonel ve duyuşsal özelliklerini de etkilemektedir<sup>5,6</sup>. Son ürünün kalitesi; baklagil unlarının hazırlanmasında izlenen ön işleme adımları, baklagil ununun tahıl ununa oranı, son ürünün hazırlanma işlemleri vb. faktörlerden etkilenmektedir<sup>7</sup>.

Dünyanın hemen her yerinde en çok üretilen tahıl türleri pirinç, mısır ve buğdaydır. Ancak bunların yanında darı, sorgum, yulaf, arpa gibi diğer tahıl türleri ve amarant, kinoa ve karabuğday gibi pseudotahıllar da insan beslenmesinin bir parçasıdır<sup>8</sup>. Daha sağlıklı ve lezzetli besinlerin tüketimine olan talebin artması, gluten intoleransı veya alerjisinin görülme sıklığındaki artış, buğdaya alternatif tahıllara dayalı yeni bir pazarın ortaya çıkmasına neden olmuştur. Vitamin, mineral, diyet posası ve fitokimyasal bileşikleri düşük oranda içeren rafine buğday ununun, besin değeri yüksek farklı

tahıllardan elde edilen unlarla kısmen ikame edilmesi ile fonksiyonel ekmeğin üretimi artmıştır<sup>9,10</sup>. Tüketicilerin ve üreticilerin karışık tahıllar ve baklagil unları ile zenginleştirilerek üretilen ekmeklere yönelik artan tercihleri araştırmacıları bu fonksiyonel ekmeklerin kimyasal, duyu ve glikemik indeks ve antioksidan aktivitesi üzerindeki etkisini araştırmaya yöneltmiştir<sup>11</sup>. Bu derleme yazı; son yıllarda yapılan çalışmalara odaklanarak farklı kurubaklagil ve tahıl unlarının içerik olarak kullanımının, ekmeğin besin ögesi ve sağlık üzerine olan etkisine genel bakışı sunmayı amaçlamaktadır.

### **Farklı Baklagil ve Tahıl Unlarının Ekmeğin Besin Ögesi İçeriğine Etkisi**

Buğday (*Triticum aestivum*), un yapımında kullanılan en eski tahıllardan biridir. Bununla birlikte, rafine buğday unundan yapılan ekmeğin, öğütme işlemlerinin bir sonucu olarak düşük besin ögesi değeri ve azalmış antioksidan içeriğe sahiptir. Rafine un dan yapılan ekmeklere alternatif olarak fonksiyonel bileşenleri içeren baklagil ve farklı tahıl unlarının eklenmesiyle geliştirilen ekmekler, sağlık üzerine olan etkilerini iyileştirmek için dikkate değer bir müdahale olarak görülmektedir<sup>12</sup>.

Baklagiller; bitkisel protein, kompleks karbonhidrat ve diyet posasının önemli kaynağıdır. Bunun yanı sıra doymuş yağ oranları düşüktür ve kolesterol içermezler<sup>13</sup>. Baklagillerin protein içeriği (%20-40), tahıllara (%10-15) göre daha yüksektir<sup>14</sup>. Ayrıca baklagil unları, ekmeğin yapımında başlıca malzeme olarak kullanılan buğday ununa göre diyet posası, polifenoller ve B grubu vitaminleri daha yüksek oranda içerirler ve demir, çinko ve magnezyum gibi minerallerinin iyi kaynağıdır<sup>2,13</sup>. Yapılan çalışmalarda nohut ununun, buğday ununa farklı oranlarda ikamesi ile yapılan ekmeklerin protein, yağ, kül ve diyet posası içeriği sadece buğday unundan yapılan ekmeğe göre daha yüksek bulunmuştur<sup>15,16</sup>. Sarı bezelye ununun rafine buğday ununa %30 oranında eklenmesiyle hazırlanan ekmeklerin ise protein içeriği rafine beyaz ekmeğe göre anlamlı olarak daha yüksek bulunurken enerji, karbonhidrat ve yağ içeriği bakımından ekmekler arasında anlamlı fark olmadığı gösterilmiştir<sup>17</sup>. Baklagil unları ekmeğin sadece protein miktarını değil, protein kalitesini de olumlu etkiler. Baklagil proteinleri lizinden zengin ancak kükürtlü amino asitler bakımından sınırlıdır. Tahıl proteinleri ise lizinden sınırlı ancak kükürtlü amino asitleri yeterli düzeyde içermektedir<sup>18</sup>. Böylece tahıl ve baklagillerin birlikte tüketilmesi esansiyel amino asit dengesini sağlayarak protein kalitesini artırır. Yüksek protein kalitesi özellikle hayvansal kaynaklı proteinlerin tüketilmediği vejeteryan diyetler gibi bitkisel kaynaklı diyetleri tüketenlerde ve önemli bir sağlık sorunu olan protein enerji malnütrisyonunda proteinin kullanılabilirliğini arttırmada etkilidir<sup>18,19</sup>.

Benzer şekilde buğday ununa eklenen farklı tahıl unlarının da ekmekte toplam besin ögesi içeriğini geliştirdiği belirtilmektedir. Rafine buğday unu ile karşılaştırıldığında; çavdar, arpa, yulaf ve karabuğday unlarının daha yüksek miktarda diyet posası, esansiyel amino asitler ve fitokimyasal içeriğine sahip olduğu bilinmektedir<sup>11</sup>. Yapılan bir çalışmada kinoa unu ilavesinin ekmekte protein, yağ, kül ve polifenol içeriğini artırırken, nişasta içeriğini azalttığı saptanmıştır<sup>20</sup>. Buğday ununa eklenen teff ve chia unlarının ise ekmekte protein ve toplam diyet posası miktarını arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır<sup>21</sup>.

## **Farklı Baklagil ve Tahıl Unları ile Hazırlanan Ekmeklerin Sağlık Üzerine Etkileri**

### ***Glisemik İndeks***

Glisemik indeks kavramsal olarak 50 g kullanılabilir karbonhidrat içeren besinin oluşturduğu glisemik yanıtın 50 g referans karbonhidrat (glukoz çözeltisi veya beyaz ekmek gibi) tarafından oluşturulan glisemik yanıtı yüzdesel olarak oranı şeklinde tanımlanmaktadır<sup>22</sup>. Besinler kan glukoz düzeyi üzerindeki etkisine bağlı olarak düşük, orta ve yüksek glisemik indeksli olarak sınıflandırılmaktadır<sup>23</sup>. Tüketim miktarı yüksek temel besinlerden biri olan ekmeğin yüksek glisemik indekse sahip olduğu ve rafine buğday unuyla hazırlanan ekmeklerin glisemik indeksinin ortalama 59-89 aralığında olduğu belirtilmektedir<sup>24</sup>. Yüksek glisemik indeksli besinler; diyabetli bireylerde yemek sonrası kan glukozunda dalgalanmalara neden olması, sağlıklı bireylerde ise uzun vadede obezite ve tip 2 diyabet riskindeki artış ile ilişkilendirildiğinden sık tüketilmesi önerilmemektedir<sup>25</sup>.

Ekmeğin fiziksel yapısı, nişasta türü, posa, protein ve lipid içeriği glisemik yanıtı etkilemektedir. Buna ek olarak alfa-glukosidaz inhibitörleri olan polifenoller ve flavonoidler, nişasta hidrolizinde düşüşe ve glisemik indekste azalmaya neden olmaktadır<sup>23,26</sup>. Rafine undan yapılan beyaz ekmeklere her ikisi de sindirilemeyen karbonhidrat fraksiyonları olan dirençli nişasta ve toplam diyet posasını yüksek miktarda içeren tahıl ve baklagil unlarının eklenmesi, diyetle sıklıkla tüketilen ekmeğin glisemik indeksini düşürmede önemli stratejilerdendir<sup>27,28</sup>. Buğday ununa %20, %30 ve %40 oranlarında nohut unu eklenmesiyle geliştirilen ekmeklerin yetişkin bireylerde tam buğday ve rafine buğday ekmeklerine göre tüketimden sonra anlamlı olarak daha düşük glisemik yanıtı sahip olduğu bildirilmiştir<sup>29</sup>. Bu çalışmayı destekler nitelikte yapılan *in vivo* bir çalışmada kahvaltıda %24,3 nohut unu ile zenginleştirilmiş ekmek tüketimi ideal vücut ağırlığına sahip katılımcılarda beyaz ekmeğe göre daha düşük postprandiyal

plazma glukoz düzeyi ile ilişkilendirilmiştir<sup>30</sup>. Bu etkide buğday ununun randımanı ve eklenen kurubaklagil ununun miktarı önem taşımaktadır. Sağlıklı yetişkin kadınlarda tam buğday ununa %25 oranında nohut unu eklenerek yapılan ekmeğin kan glukoz yanıtında tam buğday ekmeğine göre anlamlı bir değişiklik sağlamadığı ancak tam buğday ekmeğine %35 oranında nohut unu eklendiğinde kan glukoz yanıtının beyaz ekmeğe veya tam buğday ekmeğine göre önemli ölçüde azaldığı gösterilmiştir<sup>31</sup>. Sadece buğday unu içeren ekmeğe ile karşılaştırıldığında, yulaf unu eklenen ekmeğin nişasta sindirilebilirliğinin daha düşük olduğu<sup>32</sup>, kinoa unu ile zenginleştirilmiş ekmeğelerde ise nişasta hidroliz hızındaki düşüşün ekmeğin nişasta sindirilebilirliğini azalttığı gösterilmiştir<sup>20,33</sup>.

### ***Antioksidan Kapasite***

Ekmeğe gibi sık tüketilen temel tahıl ürünlerinin antioksidan kapasitesi, oksidatif stres ile ilişkili bazı kronik hastalıkların başlangıcını geciktirme olanağı sunmaktadır<sup>34</sup>. Polifenoller; bitkisel kaynaklı besinlerde yaygın olarak bulunan ve olumlu sağlık etkileri ile ilişkilendirilen biyoaktif bileşiklerdir ve besinlerin antioksidan kapasitesinin temel unsurlarındandır<sup>34-35</sup>. İnsan beslenmesinde yaygın olarak kullanılan baklagil ve tahıllar, toplam fenolik içerikleri nedeniyle serbest radikalleri süpürme ve lipid peroksidasyonunu önleme aktiviteleri ile diyet antioksidan kapasitesinin önemli bir parçası oldukları düşünülmektedir<sup>36,37</sup>. Bouhhal ve ark (2019) tarafından yapılan çalışmada, mercimek ununun buğday ununa göre daha yüksek toplam flavonoid ve fenolik içeriğe sahip olduğu gösterilmiştir. Antioksidan aktivite ile doğrudan ilişkili olan toplam fenolik içeriği nedeniyle mercimek ununun, buğday ununda antioksidan aktiviteyi geliştirmek için etkili bir bileşen olabileceği belirtilmiştir<sup>38</sup>. Buğday ununa eklenen nohut<sup>39</sup>, lüpen<sup>40</sup>, siyah<sup>41</sup> ve kırmızı mercimek unuları<sup>42,43</sup> gibi çeşitli baklagil unuları ile yapılan ekmeğin toplam fenolik içeriklerinin sadece buğday unu ile yapılanlara göre önemli ölçüde yüksek olduğu gösterilmiştir. Bununla birlikte buğday ununa eklenen farklı tahıl unularının da ekmeğe toplam fenolik içerik ve antioksidan kapasiteyi arttırdığı bilinmektedir. Buğday ununa ayrı ayrı %15 ve %30 oranında kinoa, amarant ve karabuğday ununun eklenmesinin tüm ekmeğelerde duyuusal özelliklerinin yanı sıra antioksidan özellikleri de iyileştirdiğini, antioksidan içerikteki en fazla artışın karabuğday unu ile yapılan ekmeğelerde olduğunu bildirmiştir<sup>44</sup>.

## ***Mineral Biyoyararlanımı***

Mikro besin ögesi eksiklikleri büyümede azalma, zihinsel bozukluklar, perinatal komplikasyonlar, morbidite ve mortalite riskinde artışa neden olur<sup>45</sup>. Demir eksikliği; gelişmekte olan ülkelerde %40, gelişmiş ülkelerde %10 görülme sıklığına sahip olup anemi dünya üzerinde yaklaşık 2 milyar insanı etkileyen önemli bir sağlık sorunudur<sup>46</sup>. Çinko eksikliği ise immün fonksiyonda bozulma ve beş yaş altı çocuklarda başlıca mortalite nedeni olan diyare ve akut solunum yolu enfeksiyonu insidansında artış ile ilişkilidir<sup>45</sup>. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA)-2017 sonuçlarına göre 19 yaş ve üzeri bireylerin %14,3'ünün demir ve %58,6'sının çinko için Avrupa Gıda Güvenliği Otoritesi (EFSA) tarafından önerilen ortalama gereksinim düzeyini karşılayamadığı sonucuna ulaşılmıştır<sup>47</sup>.

Sağlıklı beslenme, vücuda yeterli mineral alınması açısından önemlidir<sup>48</sup>. Baklagiller; demir, çinko, bakır gibi mineraller için iyi veya orta düzeyde zengin diyet kaynakları olarak gösterilmektedir<sup>49</sup>. Bouhlal ve ark (2019) tarafından yapılan mineral analizi çalışmasında mercimek ununun buğday ununa göre daha yüksek demir ve çinko içeriğine sahip olduğu gösterilmiştir<sup>38</sup>. Başka bir çalışmada; tam buğday ununun %25, %30, %35 ve %40 oranlarında bakla unu ile zenginleştirilmesinin demir, çinko, bakır, kalsiyum, magnezyum, potasyum, sodyum ve fosfor içeriğindeki doğrusal artış ile ilişkili olduğu bildirilmiştir<sup>50</sup>.

Bitkisel kaynaklı besinlerde bulunan fitik asit, fenolik bileşikler ve posa gibi anti besin öğeleri demir ve çinkonun biyoyararlanımında azalmaya neden olarak eksikliklerinden sorumlu tutulmaktadır<sup>51</sup>. Fitik asit (inositol heksakisfosfat veya IP6, fitik asidin tuz formu); tohumlardaki fosfatın ana depolama şeklidir ve gelişmekte olan embriyolar için tohumların çimlenmesi sırasında kullanılır. Bitkilerde stres adaptasyonuna yanıt olarak fizyolojik süreçlerde yer alırken insan beslenmesinde anti besin ögesi olarak kabul edilmektedir<sup>52</sup>. Diyetle yüksek miktarda alındığında bakır, çinko, demir ve kalsiyum ile çözünmeyen kararlı kompleksler oluşturarak biyoyararlanımlarını sınırlandırır<sup>53</sup>. Tahıllar ve kurubaklagiller önemli mineral kaynağı olmakla birlikte fitik asiti de yüksek miktarda içermektedirler. Özellikle doğurganlık çağındaki kadınlarda vücut demir düzeyinin düşük olması, demir eksikliği anemisi prevalansının yüksek olmasına yol açar ve bu bireylere tüm ana öğünlerinde fitik asitten zengin besinleri tüketmemeleri önerilir<sup>54</sup>. Geleneksel hazırlama ve pişirme yöntemleri ile mayalandırmadan yapılan ekmeklerde fitik asitin bozunması için uygun koşullara nadiren ulaşılmaktadır<sup>55</sup>.

Diyette demir ve çinko minerallerinin biyoyararlanımını değerlendirebilmek için pratik olarak fitik asit ile çinko veya demir arasındaki molar oran hesaplanmaktadır. Fitik asit/mineral molar oranındaki azalma, mikro besin öğelerinin biyoyararlanımında artışı göstermektedir. Bu oran çinko için  $>15$  ve demir için  $>1$  olduğunda minerallerin biyoyararlanımının engellendiği kabul edilmektedir<sup>56</sup>. Karabuğday ve kinoanın; buğday ununa ayrı ayrı %10 ve %20 ve birlikte karışım olarak %20 oranında eklenerek hazırlanmış ekmeklerin özellikle demir, potasyum, magnezyum, mangan ve çinko mineralleri ve fitik asit içeriğinin sadece buğday unu ile hazırlanan ekmekten daha yüksek olduğu bildirilmiştir. Ekmekler arasında en yüksek fitik asit içeriğine sahip olanın kinoa unu eklenen ekmekler olduğu görülmüştür<sup>57</sup>. Başka bir çalışmada buğday ununa %25 ve %50 oranında amarant unu eklenerek yapılan ekmeklerde, fitik asitin demir ve çinkoya molar oranının bu minerallerin emilimini olumsuz etkileyecek eşik değerin üzerinde olduğu gösterilmiştir<sup>58</sup>. Chia ununun buğday ununa %5 ve %10 oranında eklendiği ekmeklerde ise demir emilimi için her iki ekmekte, çinko emilimi için ise sadece %10 oranında chia unu eklenen ekmekte fitik asit/mineral molar oranının eşik değeri aştığı belirtilmiştir<sup>59</sup>. Bu nedenle fitik asit içeriği yüksek tahıl ve kurubaklagil unlarından yapılan ekmeklerde her ne kadar son ürünün besin ögesi içeriği olumlu etkilense de minerallerin düşük biyoyararlanımına neden olabilme olasılığı yüksektir.

### **Sonuç ve Öneriler**

Dünya genelinde yüksek tüketim trendine karşılık rafine beyaz undan yapılan ekmekler, düşük besin ögesi değeri ve yüksek nişasta sindirilebilirliği göz önünde bulundurulduğunda besin ögesi gereksinimlerini tam olarak karşılayamamaktadır. Buğday ununa diyet posası, vitamin ve mineraller açısından zengin baklagil veya diğer tahılların unlarının ikamesiyle hazırlanan ekmekler, besin ögesi ve posa içeriğine katkıları ve glisemik indeks üzerine olumlu etkileri nedeniyle beslenme ilişkili hastalıkların önlenmesini sağlayarak halk sağlığını olumlu yönde etkileyebilir. Ancak karışım unlar ile hazırlanan ekmekler mineral içeriği bakımından zengin hammaddelerden hazırlanmış olsa da posa ve fitik asit içeriğindeki artış, demir ve çinko gibi vücutta önemli fonksiyonları olan mikro minerallerin emilimini engelleyebilmektedir. Bu nedenle mineral yetersizliği bakımından risk altında olan toplumun hassas gruplarında tüketim konusunda dikkatli olunması gerekebilir.

Toplumların kendi kültürel tüketim ve beslenme alışkanlıkları dikkate alınarak buğday ununa farklı unların uygun ikame oranları belirlenerek geliştirilen fonksiyonel ekmeklerin beslenme ve sağlık açısından faydalarının yanı sıra duyu kalitelerinin de

dikkate alınması tüketicilerin satın alma tercihlerinde de değişiklik yapmalarını sağlayabilir. Fonksiyonel ekmeklerin besleyici özellikleri geliştirilse de rafine undan yapılan ekmeklere göre enerji miktarı anlamlı olarak değişmediği için ekmeğin çeşitli ve dengeli beslenmenin bir parçası olarak diyetle ölçülü miktarda önerildiği kadar tüketilmesi gerektiği unutulmamalıdır.

## KAYNAKLAR

1. Caroch M, Morales P, Ciudad-Mulero M, et al. Comparison of different bread types: Chemical and physical parameters. *Food Chemistry*. 2020;310:125954. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.125954.
2. Olakanmi SJ, Jayas DS, Paliwal J. Implications of blending pulse and wheat flours on rheology and quality characteristics of baked goods: a review. *Foods*. 2022;11(20):3287. doi: 10.3390/foods11203287.
3. Torbica A, Belović M, Tomić J. Novel breads of non-wheat flours. *Food Chemistry*. 2019;282:134-140. doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.113.
4. Mariscal-Moreno RM, Chuck-Hernández C, Figueroa-Cárdenas JdD, Serna-Saldivar SO. Physicochemical and nutritional evaluation of bread incorporated with Ayocote Bean (*Phaseolus coccineus*) and Black Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Processes*. 2021;9(10):1782. doi: 10.3390/pr9101782.
5. Boukid F, Zannini E, Carini E, Vittadini E. Pulses for bread fortification: A necessity or a choice? *Trends in Food Science & Technology*. 2019;88:416-428. doi: 10.1016/j.tifs.2019.04.007.
6. Bojňanská T, Musilová J, Vollmannová A. Effects of adding legume flours on the rheological and breadmaking properties of dough. *Foods*. 2021;10(5):1087. doi: 10.3390/foods10051087.
7. Escobedo A, Mojica L. Pulse-based snacks as functional foods: Processing challenges and biological potential. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2021;20(5):4678-4702. doi: 10.1111/1541-4337.12809.
8. Bender D, Schönlechner R. Recent developments and knowledge in pseudocereals including technological aspects. *Acta Alimentaria*. 2021;50(4):583-609. doi: 10.1556/066.2021.00136.
9. Coțovanu I, Ungureanu-Iuga M, Mironeasa S. Investigation of quinoa seeds fractions and their application in wheat bread production. *Plants*. 2021;10(10):2150. doi:10.3390/plants10102150.



10. Torbica A, Belović M, Popović L, Čakarević J, Jovičić M, Pavličević J. Comparative study of nutritional and technological quality aspects of minor cereals. *Journal of Food Science and Technology*. 2021;58(1):311-322. doi: 10.1007/s13197-020-04544-w.
11. Molfetta M, Celano G, Minervini F. Functional, nutritional, and sensory quality of mixed flours-based breads as compared to durum wheat semolina-based breads. *Foods*. 2021;10(7):1613. doi: 10.3390/foods10071613.
12. Ibidapo OP, Henshaw FO, Shittu TA, Afolabi WA. Quality evaluation of functional bread developed from wheat, malted millet (*Pennisetum Glaucum*) and 'Okara' flour blends. *Scientific African*. 2020;10:e00622. doi: 10.1016/j.sciaf.2020.e00622.
13. Binou P, Yanni AE, Karathanos VT. Physical properties, sensory acceptance, postprandial glycemic response, and satiety of cereal based foods enriched with legume flours: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2022;62(10):2722-2740. doi: 10.1080/10408398.2020.1858020.
14. Erbersdobler H, Barth C, Jahreis G. Legumes in human nutrition. Nutrient content and protein quality of pulses. *Ernahrungs Umschau*. 2017;64(9):134-139. doi: 10.4455/eu.2017.034.
15. Man S, Păucean A, Muste S, Pop A. Effect of the chickpea (*Cicer arietinum* L.) flour addition on physicochemical properties of wheat bread. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2015;72(1):41-49. doi: 10.15835/buasvmcnfst:11023.
16. Xiao Y, Huang L, Chen Y, Zhang S, Rui X, Dong M. Comparative study of the effects of fermented and non-fermented chickpea flour addition on quality and antioxidant properties of wheat bread. *CyTA-Journal of Food*. 2016;14(4):621-631. doi: 10.1080/19476337.2016.1188157
17. Millar KA, Barry-Ryan C, Burke R, McCarthy S, Gallagher E. Dough properties and baking characteristics of white bread, as affected by addition of raw, germinated and toasted pea flour. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*. 2019;56:102189. doi: 10.1016/j.ifset.2019.102189.
18. Hertzler SR, Lieblein-Boff JC, Weiler M, Allgeier C. Plant proteins: assessing their nutritional quality and effects on health and physical function. *Nutrients*. 2020;12(12):3704. doi: 10.3390/nu12123704
19. Mariotti F, Gardner CD. Dietary protein and amino acids in vegetarian diets-a review. *Nutrients*. 2019;11(11). doi: 10.3390/nu11112661.

20. Wang X, Lao X, Bao Y, Guan X, Li C. Effect of whole quinoa flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread. *Food Hydrocolloids*. 2021;119:106840. doi: 10.1016/j.foodhyd.2021.106840.
21. Zięć G, Gambuś H, Lukasiewicz M, Gambuś F. Wheat bread fortification: the supplement of teff flour and chia seeds. *Applied Sciences*. 2021;11(11):5238. doi: 10.3390/app11115238.
22. Augustin LSA, Kendall CWC, Jenkins DJA, et al. Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2015;25(9):795-815. doi: 10.1016/j.numecd.2015.05.005.
23. Gallo V, Romano A, Ferranti P, D'Auria G, Masi P. Properties and in vitro digestibility of a bread enriched with lentil flour at different leavening times. *Food Structure*. 2022;33:100284. doi: 10.1016/j.foostr.2022.100284.
24. Punia Bangar S, Sharma N, Singh A, Phimolsiripol Y, Brennan CS. Glycaemic response of pseudocereal-based gluten-free food products: a review. *International Journal of Food Science & Technology*. 2022;57(8):4936-4944. doi: 10.1111/ijfs.15890.
25. Shao S, Yi X, Li C. Main factors affecting the starch digestibility in Chinese steamed bread. *Food Chemistry*. 2022;393:133448. doi: 10.1016/j.foodchem.2022.133448.
26. Beltrão Martins R, Nunes MC, Gouvinhas I, et al. Apple flour in a sweet gluten-free bread formulation: impact on nutritional value, glycemic index, structure and sensory profile. *Foods*. 2022;11(20):3172. doi: 10.3390/foods11203172.
27. Hefni ME, Thomsson A, Witthöft CM. Bread making with sourdough and intact cereal and legume grains—effect on glycaemic index and glycaemic load. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*. 2021;72(1):134-142. doi: 10.1080/09637486.2020.1769568.
28. Bajka BH, Pinto AM, Ahn-Jarvis J, et al. The impact of replacing wheat flour with cellular legume powder on starch bioaccessibility, glycaemic response and bread roll quality: A double-blind randomised controlled trial in healthy participants. *Food Hydrocolloids*. 2021;114:106565. doi: 10.1016/j.foodhyd.2020.106565.
29. Zafar TA, Aldughpassi A, Al-Mussallam A, Al-Othman A. Microstructure of whole wheat versus white flour and wheat-chickpea flour blends and dough: impact on

- the glycemic response of pan Bread. *International Journal of Food Science*. 2020;2020:8834960. doi: 10.1155/2020/8834960.
30. Zafar TA, Al-Hassawi F, Al-Khulaifi F, Al-Rayyes G, Waslien C, Huffman FG. Organoleptic and glycemic properties of chickpea-wheat composite breads. *J Food Sci Technol*. 2015;52(4):2256-63. doi: 10.1007/s13197-013-1192-7.
  31. Johnson S, Thomas S, Hall R. Palatability and glucose, insulin and satiety responses of chickpea flour and extruded chickpea flour bread eaten as part of a breakfast. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2005;59(2):169-176. doi: 10.1038/sj.ejcn.1602054.
  32. Cao H, Wang C, Li R, Guan X, Huang K, Zhang Y. Influence of sprouted oat flour substitution on the texture and in vitro starch digestibility of wheat bread. *Food Chemistry: X*. 2022;15:100428. doi: 10.1016/j.fochx.2022.100428
  33. Xu X, Luo Z, Yang Q, Xiao Z, Lu X. Effect of quinoa flour on baking performance, antioxidant properties and digestibility of wheat bread. *Food Chemistry*. 2019;294:87-95. doi: 10.1016/j.foodchem.2019.05.037.
  34. Gómez M, Gutkoski LC, Bravo-Núñez Á. Understanding whole-wheat flour and its effect in breads: A review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2020;19(6):3241-3265. doi: 10.1111/1541-4337.12625.
  35. Nie T, Cooper GJ. Mechanisms underlying the antidiabetic activities of polyphenolic compounds: A review. *Frontiers in Pharmacology*. 2021;12:3536. doi: 10.3389/fphar.2021.798329.
  36. Wahab IA, Mong J. Waste water of various boiled legumes as potential of radical scavenging agents. *IOP Publishing*. 2021:012069. doi: 10.1088/1755-1315/756/1/012069.
  37. Rahaman MM, Hossain R, Herrera-Bravo J, et al. Natural antioxidants from some fruits, seeds, foods, natural products, and associated health benefits: An update. *Food Sci Nutr*. 2023;11(4):1657-1670. doi: 10.1002/fsn3.3217.
  38. Bouhlal O, Taghouti M, Benbrahim N, Benali A, Vioni A, Benba J. Wheat-lentil fortified flours: health benefits, physicochemical, nutritional and technological properties. *Journal Materials Environmental Science*. 2019;10(11):1098-1106.
  39. Sidhu JS, Zafar T, Almusallam A, Ali M, Al-Othman A. Effect of substitution of wheat flour with chickpea flour on their physico-chemical characteristics. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*. 2024;42(2):290-305. doi: 10.1108/AGJSR-09-2022-0178.

40. Plustea L, Negrea M, Cocan I, et al. Lupin (*Lupinus* spp.)-fortified bread: a sustainable, nutritionally, functionally, and technologically valuable solution for bakery. *Foods*. 2022;11(14):2067. doi: 10.3390/foods11142067.
41. Çelik M, İlyasoğlu H. Effect of replacement of wheat flour with black lentil flour on bread quality. *St. Cerc. St. CICBIA*. 2022;22(3):255-263.
42. Carcea M, Turfani V, Narducci V, et al. Bread for the aging population: the effect of a functional wheat–lentil bread on the immune function of aged mice. *Foods*. 2019;8(10):510. doi: 10.3390/foods8100510.
43. Boeriu AE, Liliana BC, Canja CM, Gavrila C. Effect of red lentil flour addition on total polyphenols content and antioxidant capacity of frozen dough bread. *Revista de Chimie*. 2020;71(10):108-117. doi: 10.37358/Rev.Chim.1949.
44. Chlopicka J, Pasko P, Gorinstein S, Jedryas A, Zagrodzki P. Total phenolic and total flavonoid content, antioxidant activity and sensory evaluation of pseudocereal breads. *LWT - Food Science and Technology*. 2012;46(2):548-555. doi: 10.1016/j.lwt.2011.11.009.
45. Bailey RL, West KP Jr., Black RE. The epidemiology of global micronutrient deficiencies. *Ann Nutr Metab*. 2015;66 Suppl 2:22-33. doi: 10.1159/000371618.
46. Rusu IG, Suharoschi R, Vodnar DC, et al. Iron supplementation influence on the gut microbiota and probiotic intake effect in iron deficiency—A literature-based review. *Nutrients*. 2020;12(7):1993. doi: 10.3390/nu12071993.
47. Türkiye Beslenme ve Sağlık Araştırması (TBSA) 2017. T.C. Sağlık Bakanlığı, Yayın No:1132, 2019.
48. Dashti B, Al-Waalan T, Al-Fili B, Khashawi R, Al- Azmi B, Ejaz M. Establishment of a phytate database in kuwait for frequently consumed traditional and composite dishes in Kuwait: A study on the role of phytate in the bioavailability of iron and zinc using phytate-mineral molar ratios. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2023;121:105387. doi: 10.1016/j.jfca.2023.105387.
49. Ramírez-Ojeda AM, Moreno-Rojas R, Cámara-Martos F. Mineral and trace element content in legumes (lentils, chickpeas and beans): Bioaccessibility and probabilistic assessment of the dietary intake. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2018;73:17-28. doi: 10.1016/j.jfca.2018.07.007.
50. Benayad A, Taghouti M, Benali A, Aboussaleh Y, Benbrahim N. Nutritional and technological assessment of durum wheat-faba bean enriched flours, and sensory quality of developed composite bread. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2021;28(1):635-642. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.10.053.

51. Burgos VE, Binaghi MJ, de Ferrer PAR, Armada M. Effect of precooking on antinutritional factors and mineral bioaccessibility in kiwicha grains. *Journal of Cereal Science*. 2018;80:9-15. doi: 10.1016/j.jcs.2017.12.014.
52. Silva VM, Putti FF, White PJ, Reis ARd. Phytic acid accumulation in plants: Biosynthesis pathway regulation and role in human diet. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021;164:132-146. doi: 10.1016/j.plaphy.2021.04.035.
53. Cichońska P, Ziarno M. Legumes and legume-based beverages fermented with lactic acid bacteria as a potential carrier of probiotics and prebiotics. *Microorganisms*. 2022;10(1):91. doi: 10.3390/microorganisms10010091.
54. Petroski W, Minich DM. Is There such a thing as “anti-nutrients”? a narrative review of perceived problematic plant compounds. *Nutrients*. 2020;12(10):2929. doi: 10.3390/nu12102929.
55. Hager AS, Wolter A, Jacob F, Zannini E, Arendt EK. Nutritional properties and ultra-structure of commercial gluten free flours from different botanical sources compared to wheat flours. *Journal of Cereal Science*. 2012;56(2):239-247. doi: 10.1016/j.jcs.2012.06.005.
56. De Angelis D, Pasqualone A, Allegretta I, et al. Antinutritional factors, mineral composition and functional properties of dry fractionated flours as influenced by the type of pulse. *Heliyon*. 2021;7(2):e06177. doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06177.
57. Bilgiçli N, İbanoğlu Ş. Effect of pseudo cereal flours on some physical, chemical and sensory properties of bread. *Journal of Food Science and Technology*. 2015;52:7525-7529. doi: 10.1007/s13197-015-1770-y.
58. Miranda-Ramos KC, Sanz-Ponce N, Haros CM. Evaluation of technological and nutritional quality of bread enriched with amaranth flour. *LWT*. 2019;114:108418. doi: 10.1016/j.lwt.2019.108418.
59. Miranda-Ramos K, Millán-Linares MC, Haros CM. Effect of chia as breadmaking ingredient on nutritional quality, mineral availability, and glycemic index of bread. *Foods*. 2020;9(5):663. doi: 10.3390/foods9050663.