

Use of Germinated Grains and Legumes in Bakery Products and Their Effects on Product Quality

Fatma HAYIT^{1*}, Hülya GÜL²

¹Department of Food Technology, Yozgat Bozok University, Yozgat, Turkey.
fatma.hayit@bozok.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0097-406X

²Engineering Faculty, Food Engineering Department, Süleyman Demirel University, Isparta, Turkey.
hulyagul@sdu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6791-817X

Abstract: In this study, the changes in the nutritional content of germinated grains and legumes with the effect of germination and how their non-nutritional properties change were investigated. In addition, the effect of germinated grain and legume flours on the quality of dough and bakery product was examined. Grain and legume seeds are germinated by keeping them at a certain time and temperature, and their nutritional content is improved. Dietary fiber content, antioxidant amount, vitamin, mineral and protein content of these germinated products increase with the effect of germination process. Along with these, a decrease in the amount of phytic acid and enzyme inhibitors is observed with the effect of germination. Different grains and legume flours are already used in the production of bakery products such as bread, biscuits, noodles, and a variety of products are provided. With the use of germinated grains and legumes, it is aimed to increase the nutritional content of these food products such as protein, mineral substance, dietary fiber. The germination process also has positive effects on product quality. The bread volume feature varies with the difference of the products used. While the amount of gluten will decrease with the decrease in the amount of wheat flour in wheat breads, there is a decrease in the volume, but such a problem was not encountered in gluten-free bread samples. Especially in the production of gluten-free products, germinated grain and legume flours are used to increase the nutritional content of the products. Increasing the nutritional content in the production of pasta, biscuits, noodles with germinated grain and legume seeds and not creating a negative sensory aspect increases the usability of germinated products in these sectors.

Keywords: germinated grain, legumes, bakery products

Çimlendirilmiş Tahıl ve Baklagillerin Unlu Mamullerde Kullanımı ve Ürün Kalitesine Etkileri

Özet: Bu çalışmada çimlendirilmiş tahılların ve baklagillerin çimlendirmenin etkisi ile besinsel içeriklerinde ne gibi değişimler olduğu, besinsel olmayan özelliklerinin nasıl değiştiği derlenmiştir. Ayrıca çimlendirilmiş tahıl ve baklagil unlarının hamur ve unlu mamul kalitesi üzerine olan etkisi incelenmiştir. Tahıl ve baklagil tohumları belli süre ve sıcaklıkta bekletilerek çimlendirilip, besin içerikleri iyileştirilmektedir. Çimlendirilmiş bu ürünlerin diyet lif içeriği, antioksidan miktarı, vitamin, mineral ve protein içeriği çimlendirme işleminin etkisi ile artmaktadır. Bunlarla birlikte çimlenmenin etkisi ile fitik asit miktarında ve enzim inhibitörlerinde azalma gözlemlenmektedir. Ekmek, bisküvi, erişte gibi unlu mamül üretiminde farklı tahıllar ve baklagil unları hali hazırda kullanılarak ürün çeşitliliği sağlanırken, çimlendirilmiş tahıl ve baklagil kullanımı ile bu gıda ürünlerinde protein, mineral madde, diyet lif gibi besinsel içeriklerinin artırılması hedeflenmektedir. Çimlendirme işleminin ürün kalitesine de olumlu etkileri bulunmaktadır. Ekmek hacim özelliği ise kullanılan ürünlerin farklılığı ile değişkenlik göstermektedir. Buğday ekmeklerinde buğday unu miktarının azalması ile gluten miktarı azalacağı için hacim azalması söz konusu iken glutensiz ekmek örneklerinde böyle bir sorunla karşılaşmamıştır. Özellikle glutensiz ürünlerin üretiminde çimlendirilmiş tahıl ve baklagil unları ürünlerin besin içeriğini arttırmak için kullanılmaktadır. Makarna, bisküvi, erişte üretiminde besinsel içeriğin çimlendirilmiş tahıl ve baklagil tohumları ile artırılması ve duyuşal açıdan olumsuzluk oluşturmaması çimlendirilmiş ürünlerin bu sektörlerde kullanılabilirliğini arttırmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çimlendirilmiş tahıl, baklagil, unlu mamul

Reference to this paper should be made as follows (bu makaleye aşağıdaki şekilde atıfta bulunulmalı):

Hayit F., Gül H., 'Use of Germinated Grains and Legumes in Bakery Products and Their Effects on Product Quality', Elec Lett Sci Eng, vol. 17(2), (2021), 63-75.

1. GİRİŞ

Yenilebilir çimlendirilmiş filizler, bitki ve tohumların belirli süre ve sıcaklarda çimlendirilmesi ile ele edilen gıdalar olarak tanımlanır [1]. Çimlendirme morfolojik ve fizyolojik olgunluğa erişmiş canlı tohumların fide veya fidana dönüşme aşamasıdır [2]. Tahıl ve baklagiller çimlendirildiklerinde; antioksidan, diyet lif, vitamin, mineral, flavonoid, fenolik madde, β -glukan ve vitamin içerikleri artış göstererek önemli fonksiyonel gıdalara dönüşürler [3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]. Protein ve protein sindirilebilirlikleri de artar [10, 5, 4, 12]. Çimlendirilip filiz olarak tüketilen bitkiler; soya, çavdar, pirinç, bezelye, fasulye, kinoa, sorgum, nohut, buğday, arpa, yulaf, mercimek, karabuğday, maş fasulyesi, yonca, brokoli, turp, lahana, soğan, mısır, çemen otu, bakla gibi tohumlardır [4, 5, 6, 13, 14, 15, 7]. Bu tohum filizlerin, daha yüksek besin seviyeleri ve daha düşük miktarda antinutrient içermeleri tohumları besinsel olarak daha üstün duruma getirmektedir [14]. Çimlendirme ile özellikle baklagillerin ve hububatların besinsel değerlerinde oldukça önemli ve olumlu değişiklikler olması, insan beslenmesinde bu ürünlerin çimlendirilmesi ile tüketimini ve önemini arttırmaktadır [16, 7, 17, 18].

Fitik asit, mineralleri bağlayarak onları metabolizma için kullanılamaz hale getiren bileşenlerdir. Ayrıca bu yapılar fenolik bileşikler veya bunların oksitlenmiş ürünleri, esansiyel amino asitler, enzimler ve diğer proteinlerle kompleksler oluşturur ve böylece gıdaların besin değerlerini düşürürler [19]. Bu olumsuz özelliklerinden dolayı fitik asitler yapıda istenmez. Besinsel olmayan bir faktör olarak kabul edilen fitik asit miktarında çimlenme ile meydana gelen azalma, beslenme açısından çimlenmeyi ikinci kez önemli hale getirmektedir [9]. Bu çalışmada, tahılların ve baklagillerin çimlendirilmesiyle ürünlerde besin içeriklerinin nasıl değiştiği, çimlendirilmiş tahılların ve baklagillerin unlu mamullerde kullanımı ile üretilen unlu mamulün kalitesinin nasıl etkilendiği incelenmiştir.

1.1. Çimlendirilmiş Tahılların Besin Ögelerindeki Değişimler

Çimlendirme uygulaması, tahılın besin değerini iyileştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır. Tahılların çimlendirilmesi, tahıllardaki besin madde miktarını ve kalitesini arttırmaktadır [18]. Çimlenme sırasında genel olarak çeşitli besleyici faktörler ve mineraller artarken [10], fitik asit miktarı ise azalmaktadır [13]. Fitik asit miktarı çimlendirme ile artan fitaz aktivitesi ile azalır. Yapılan bir çalışmada mısırın 5 gün çimlendirilmesi ile fitaz aktivitesi maksimum değerini almıştır [20]. Başka bir çalışmada ise 6–10 gün boyunca arpalar çimlendirilmiş ve bu çimlendirme süresince fitaz aktivitesi ilk birkaç gün yaklaşık 8 kat arttığı daha sonrasında ise azaldığı gözlemlenmiştir [21]. Tian vd., [22] tarafından yapılan çalışmada ise, yulafın çimlendirilmesi ile fitik asit miktarının %0,35'ten %0,11'e düştüğü belirtilmiştir. Tahıllarda fitik asit, stakioz ve rafinoz miktarlarının azaltılmasında çimlendirme önem arz etmektedir [23, 24].

Çimlendirme ile protein miktarı önemli oranlarda artış göstermektedir [4, 25, 26, 7]. Sung vd., [21] tarafından yapılan çalışmada; 15-20 ve 25°C'lerde 6–10 gün boyunca arpalar çimlendirilmiş ve çimlenme sıcaklığının arpa fidelerinin büyümesine olumlu etki ettiğini, toplam protein miktarının sıcaklık artışı ile azaldığını, çimlendirme ile protein miktarının arttığını bildirmişlerdir. Yulafın çimlendirilmesi ile yapılan başka bir çalışmada, çimlendirmenin protein miktarını %3, lizin içeriğini %30 oranında arttırdığı tespit edilmiştir [22]. Çimlendirme ile protein ve nişasta sindirilebilirliği de önemli oranda artmaktadır [27]. Wen vd., [11] tarafından yapılan çalışmada, pirinçlerin çimlendirilmesi ile proteinlerin kolay sindirilebilen peptid yapılarına dönüştürüldüğü belirlenmiştir. Sorgumun çimlendirildiği ve besin değerinin incelendiği bir çalışmada; 36 saat çimlendirmenin protein sindirilebilirliğini %85.18, protein olmayan nitrojen miktarını %0.28, protein içeriğini %8.03 arttırarak besin ögelerinin

zenginleştirildiği bildirilmiştir [17]. Toplam protein artışına ek olarak bazı aminoasitler (lizin ve triptofan) çimlendirme ile artmaktadır [4]. Steve, [28] tarafından yapılan çalışmada, buğday unu çimlendirilmiş ve çimlenme ile protein miktarının, lizin ve valin aminoasitlerinin arttığı, su absorpsiyon değerinin azaldığı tespit edilmiştir.

Çimlendirme işlemi hammaddenin kantitatif ve kalitatif fenolik bileşimini de değiştirmektedir. Bu değişiklikler hammadde türüne ve çimlenme koşullarına bağlıdır [29]. Fiğ, mercimek ve soya fasulyesinin çimlendirilmiş tohumlarının antioksidan içeriklerinin incelendiği bir çalışma sonucunda, çimlendirme işleminin ürünlerde antioksidan içeriğini arttırdığı ayrıca çimlenmiş mercimek ve fiğ tohumlarının antioksidan içeriğinin soya fasulyesinden daha fazla arttığı bildirilmiştir [30]. Çimlendirilmiş kahverengi pirincin toplam ferulik asit ve gama-aminobütirik asit (GABA) içeriklerinin normal kahverengi pirince göre daha yüksek olduğu belirlenmiştir [25]. Buğday tohumlarının çimlendirdiği bir çalışmada [31]; 7 gün çimlendirme ile antioksidan, α -tokoferol, β -karoten, fenolik madde (ferulik ve vanillik asit) miktarlarında maksimum artış göstermiş olup bu artış ile birlikte çimlendirilmiş buğdayın antioksidan özellikte etki gösterdiğini tespit etmişlerdir. Yulafın çimlendirilmesi ile fenolik madde miktarında artış olduğu başka bir çalışma ile de ortaya konulmuştur [4]. Esmer pirinç, GABA, orizanol, fitosteroller ve vitamin E gibi biyoaktif bileşenler içermesinden dolayı önemli bir kaynaktır. Esmer pirinç çimlendikten sonra bu bileşenlerden bazılarının artmasına bağlı olarak fonksiyonel bir gıda ürünü haline gelmektedir [8]. GABA, tahılların çimlendirme işlemi ile birlikte yüksek miktarda sentezlenip birirmektedir. Önemli bir aminoasit olması açısından çimlenme ile GABA miktarının yükselmesi çimlendirme işlemi değerli kılmaktadır [32]. Çimlendirme süresinin uzaması ile GABA miktarı da artmaktadır [8].

Çimlendirme ile tahıl ürünlerinde diyet lif ve yağ miktarında da artışlar belirlenmiştir [7]. Narsih vd., [17] sorgumun çimlendirilmesi ve besin değerini inceledikleri çalışmalarında, 36 saat çimlendirmenin yağ içeriğini (%1.64) ve lif miktarını (%1.64) arttırarak daha yüksek besin içeriğine sahip sorgum elde ettiklerini bildirmişlerdir. Çimlendirilmiş kahverengi pirincin toplam diyet lif miktarı, normal kahverengi pirince göre daha yüksek bulunmuştur [25]. Wilhelmson vd., [4] tarafından yapılan çalışmada, yulafın çimlendirmesi ile β -glukanaz enziminin arttığı ve fonksiyonel bir bileşen olan β -glukan miktarında artışlar olduğu bildirilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada çimlendirme ile yulaf içeriğinde diyet lif, mineral madde ve vitamin miktarında da artış olduğu belirlenmiştir.

Casal ve Zevallos [7] tarafından karabuğdayın çimlendirilmesi ile karabuğday ununda nem, toplam şeker, amiloz, içeriklerinin arttığı belirtilmiştir. Steve, [28] tarafından yapılan çalışmada, buğday unu çimlendirilmiş ve çimlenme ile Ca, Mg, Fe, Na, K, P minerallerinin arttığı belirlenmiştir. Benzer olarak, Tarafdar vd., [33] tarafından yapılan çalışmada mısırın çimlendirilmesi ile Ca, Mg, Zn ve Fe içeriklerinin arttığı bildirilmiştir. Çimlendirme ile tahıllarda B ve C vitaminlerinde ve indirgen şeker oranında da artış olmaktadır [31, 26]. Tian vd., [22] yaptıkları çalışmalarında, nişasta enzim aktivitelerinin artması ile nişasta içeriğinin %60 dan %20 düştüğünü, indirgen ve çözünür şeker içeriklerinin arttığını belirtmişlerdir.

1.2. Çimlendirilmiş Baklagillerin Besin Öğelerindeki Değişimler

Baklagil tohumlarının çimlenmesi sırasında enzimler, nişastayı, depo proteinlerini ve proteinli beslenme önleyici faktörleri parçalamak için aktif hale gelir. Amilaz inhibitörleri, lektin ve tripsin inhibitörleri gibi proteinli antinutritional faktörler baklagil tohumlarında bulunur. Bununla birlikte, çimlenme sırasında birkaç enzimin etkisiyle daha düşük bir seviyeye inerler [3]. Baklagillerde bu enzim aktivitelerinin etkisi ile fitik asit miktarı, oligosakkaritler önemli

miktarda azalmaktadır [12, 34, 35]. Baklagillerde de tahıl ürünlerinde olduğu gibi çimlenme ile protein miktarı ve protein sindirilebilirliği artış göstermektedir [12, 36, 35]. Bir çalışmada, nohutların çimlendirilmesi ile karoten içeriğinin, protein çözünürlüğünün ve in vitro protein sindirilebilirliğinin arttığı belirlenmiştir [14]. Bezelye yüksek protein içeriği nedeniyle büyük besin potansiyeline sahip bir baklagildir ve bazı durumlarda soya fasulyesine alternatif bir protein kaynağı olarak önerilmektedir. Urbano vd. [37] yaptıkları çalışmada; bezelyelerin 2 gün çimlenmesinin, protein ve karbonhidratların lezzetini ve besleyici özelliklerini önemli ölçüde iyileştirdiğini bildirmişlerdir.

Kontrollü çimlendirilen soya fasulyesi ve buğday tohumlarının biyolojik bileşenleri incelendiğinde bu ürünlerin taze ürünlere kıyasla vitamin, mineral ve fitoöstrojen seviyelerinin arttığı, besin değerlerinin de daha fazla olduğu görülmektedir [5]. Bakla tohumlarının çimlendirilmesinin biyoaktif fenolik bileşikler üzerindeki etkisi ve antioksidan aktivitesinin incelendiği bir çalışmada [15] çimlenme ile flavonoidlerde ve flavonoid olmayan fenolik bileşiklerde önemli değişiklikler olduğu, baklanın kantitatif ve kalitatif polifenolik bileşimini değiştirdiği ayrıca antioksidan aktivitede de bir artış gözlemlendiği belirtilmiştir. Casal ve Zevallos [7] tarafından yapılan çalışmada, maş fasulyesi, yonca, fava, çemen, hardal, buğday, brokoli, ayçiçeği, soya fasulyesi, turp, lahanası, mercimek ve soğan tohumları çimlendirilmiş ve çimlendirilmiş tohumların fenolik madde ve antioksidan değerlerinin çimlendirme ile önemli artış gösterdiği bildirilmiştir. Acı bakla tohumlarının 6 gün çimlendirilmesi ile C ve E vitaminleri aktivitelerinin ve antioksidan aktivite değerinin önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir [6].

Nohut tohumlarının çimlendirilmesi ile toplam fenolik içeriklerinin üç farklı çözücü kullanılarak incelendiği bir çalışma sonucunda [38], çimlendirmenin fenolik madde içeriğini %53.7 (aseton) ile %92.8 (methanol) arasında arttırdığı belirlenmiştir. Ayrıca çalışmada çimlenmenin, baklagillerin kalitesini iyileştirmek için en etkili süreçlerden biri olduğu bildirilmiştir. Saleh vd., [39] tarafından yapılan çalışmada, araştırmacılar bakla, nohut, mercimek, çemen otu ve fasulye tohumlarını çimlendirmişler ve çalışma sonucunda tohumlarda melatonin, toplam fenolik madde, toplam flavonoid ve antioksidan miktarlarının çimlendirme ile arttığını, en fazla artışın ise 6 gün çimlendirilmeleri ile olduğunu bildirmişlerdir .

Çimlendirme işlemi, baklagil türü ve çimlenme koşullarına bağlı olarak baklagillerin besin bileşimini değiştirerek B₂ vitamininin önemli ölçüde çimlenme ile artmasına sebep olmaktadır [24]. Vayupharp ve Laksanalamaı, [35] maş fasulyelerinin çimlendirilmesi ile bu ürünlerdeki besin değişimlerini inceledikleri çalışmalarında, maş fasulyesinin C vitamini içeriği ve toplam minerallerinin çimlendirme işlemi ile önemli oranda arttığını gözlemledikleri için maş fasulyelerinin filizinin tüketilmesinin sağlık açısından faydalı olacağı sonucuna varmışlardır. Mao vd., [16] tarafından yapılan çalışmada, soya fasulyesinin 4 gün çimlendirilmesi ile askorbik asit düzeyinin en yüksek düzeye geldiği fakat bu süreden sonra yapılan çimlendirmenin askorbik asit içeriğini azalttığı bildirilmiştir. L-galactono- γ -lactone dehidrogenaz enzimi ise çimlendirmenin 5. günü maksimum değere ulaşırken 5. günden sonra enzim aktivitesi azalmıştır. Yapılan çalışmalar ile nohut, börülce, soya fasulyesinin çimlendirilmesinin bu ürünlerde yağ içeriklerinin, nem değerinin, kül miktarının, lif içeriğinin ve Ca, Mg, Zn ve Fe gibi mineral maddelerinin artmasına sebep olduğu görülmektedir [12, 36, 33, 40, 35].

2. ÇİMLENDİRİLMİŞ TAHIL VE BAKLAGİLLERİN UNLU MAMUL ÜRETİMİNDE KULLANILMASI

2. 1. Hamur Kalitesi Üzerine Etkileri

Baklagiller ve tahıllar çimlendirme, pişirme, kavurma, fermente etme gibi prosesler sonrası un haline getirilerek ekmek üretiminde kullanılabilir.

Çimlendirilmiş baklagil unları ile ikame edilen buğday ununun su absorpsiyon değerinin arttığını veya tam tersine azaldığını bildiren çeşitli çalışmalar mevcuttur. Örneğin; çimlendirilmiş soya unu proteininin eklenmesi, çimlendirilmemiş soya unu ve buğday ununa göre farinograf su absorpsiyon değerini yükseltmiş ve bu artış çimlenme süreci nedeniyle hidrofilik bileşenlerin salınmasının bir sonucu olarak bildirilmiştir [41, 42]. Benzer şekilde çimlenme sonucu oluşan bu hidroliz ürünleri glütensiz un karışımlarının yoğrulması sırasında hamura en yüksek kıvamı vermiş, glütensiz unlarda işlem görmemiş nohut ununa göre pişirme, kızartma ve çimlendirme işlemleri uygulanmış ve nohut unlarının miksolab su absorpsiyon değerlerinde artış görülmüştür [43]. Hallen vd., [44] çimlendirilmiş börülce unu %5, %10, %15 ve %20 seviyelerinde buğday ununa karıştırıldığında su absorpsiyonunun arttığını bildirmişlerdir. Çimlendirilmiş soya unu ilavesi ile buğday ununun su absorpsiyon değerinin arttığı buna karşın artan oranlarda çimlendirilmiş sarı bezelye ununun dahil edilmesi sonucunda buğday ununun farinograf su absorpsiyonunun kademeli olarak azaldığı, ancak çimlendirilmiş bakla unlarının kullanımı ile aynı eğilimin izlenmediği hatta %100 buğday ununa göre sınırlı da olsa bir miktar artış olduğu Setia vd., [45] tarafından yapılan çalışma ile ortaya konulmuştur. Mondor vd., [46] çimlendirme ve kavurma işlemleri uygulayarak malt unu şeklinde kullandıkları yeşil bezelyelerin %10 oranında ikamesi ile farinograf su absorpsiyon değerinin arttığını, hamur gelişme süresinin değişmediğini ancak stabilite değerinin önemli ölçüde azaldığını belirlemişlerdir. Ancak Sadowska vd., [47] çimlendirilmiş bezelye ununun çimlendirilmemiş bezelye ununa göre daha düşük su absorpsiyon değerlerine sahip olduğunu fakat %12.5 ilave seviyesinden sonra hamur yumuşatıcı etkisinin oluştuğunu genel olarak çimlendirilmiş bezelye ununun hamurun reolojik özellikleri üzerinde daha olumlu etkilerde bulunduğunu ifade etmişlerdir. Benzer olarak su absorpsiyonunun buğday ununda %66 iken, %70 buğday unu-%30 çimlendirilmiş baklagil unu ile oluşturulan karışımlarda %52'nin altına düştüğü tespit edilmiştir [48].

Çimlendirme işlemi amilaz (α -amilaz, β -amilaz ve α -glukozidaz gibi endojen amilazlar) ve proteaz gibi enzimleri aktive eder [49, 45]. Tetiklenen enzimatik aktivite; nişasta ve nişasta olmayan polisakkaritlerin yanı sıra proteinlerin parçalanmasına, indirgen şekerlerde, çözünür diyet liflerinde, peptitlerde, amino asitlerde ve çözünmeyen fenolik bileşiklerde artışa yol açar [50]. Amilolitik ve proteolitik enzimlerin aktive olması nedeniyle çimlendirilmiş baklagil unları içeren ekmek hamurları %100 buğday unu hamuru ile karşılaştırıldığında, çok daha yapışkan ve daha zayıf bir hamur yapısına sahip olurlar [48].

Çimlendirilmiş baklagil unlarının hamur yapısını zayıflattığını farinograf ve reometre testleri ile de görmek mümkündür. Çimlendirilmiş sarı bezelye ve bakla unları kullanımı ile elde edilen hamurların farinografta ölçülen hamur gelişme süresi ve stabilitesi kademeli olarak azalırken, yoğurma tolerans indeksi ise kademeli olarak artmış ve sonuçta daha zayıf bir hamur yapısının oluşumuna neden olmuştur [45].

Ekmek üretiminde düşük proteinli buğday unu kullanıldığı zaman hamurun reolojik özelliklerini iyileştirmek için çimlendirilmiş baklagil unlarından yararlanılabilir. Çimlendirilmiş soya ununun zayıf unların ekstensografik özellikleri (uzamaya karşı direnç ve elastikiyet gibi) üzerinde önemli

bir etkisi olmamasına karşın farinografik özelliklerinden hamur gelişme süresini ve stabilitesini arttırdığı bildirilmiştir [41].

Çimlendirme işlemi ile artan enzim aktivitesi tahılların veya baklagillerin nişasta yapılarında değişimlere yol açar. Pirinç ununun entalpi haricinde başlangıç, tepe ve sonuç sıcaklıkları gibi diferansiyel taramalı kalorimetre ile ölçülen termal parametreleri ile kırmızılık değeri dışındaki renk parametreleri üzerinde meydana gelen önemli düzeydeki düşüş çimlendirme sonrası nişasta yapısındaki değişimlere atfedilebilir [51]. Çimlendirilmiş nohut unu içeren glütensiz unların miksolab ölçümlerinde C4 ve C5 değerlerindeki azalma da muhtemelen, çimlenme ile artan enzim aktivitesinden kaynaklanmaktadır [43]. Miksolab ölçümlerinde C4 yani dördüncü bölge hamurun 90°C’de sabit tutulduğu bölgedir, burada konsistensin düşmesi unda bulunan amilaz aktivitesi artışı ile ilişkilendirilmektedir [52]. Marengo vd., [53] tarafından yapılan mikro-visko amilograf analizinde; çimlendirilmemiş nohut ununa göre çimlendirilmiş nohut ununun ısıtma işlemi sırasında ulaşılan maksimum viskozite değerini azalttığı ve viskozite değerinde meydana gelen bu azalmanın da muhtemelen çimlenme ile artan α -amilaz aktivitesinden kaynaklandığı rapor edilmiştir. Bu çalışmalara benzer şekilde buğday ununa ilave edilen çimlendirilmiş sarı bezelye ve bakla unlarının, kompozit unların yapışma viskozitelerini daha da azalttığı belirlenmiştir [45]. Çimlendirilmiş amarant, esmer darı, kinoa, acı bakla, mercimek, bezelye ve mısır filizlerinin unlarını içeren glütensiz hamur formülasyonlarında kontrole göre viskoziteyi azalttığı rapor edilmiştir [54].

Çimlendirilmiş baklagil unları ile ikame edilen buğday unlarının amilaz enzim aktivitesinin arttırdığı düşme sayısı değerinin azalması ile de kendini gösterir. Düşme sayısındaki azalma, kullanılan baklagil çeşidine göre farklılık gösterebilir. Örneğin yapılan bir çalışmada [45], aynı ilave düzeyinde çimlendirilmiş sarı bezelye unu ile ikame edilmiş buğday ununun, çimlendirilmiş bakla unu ile ikame edilmiş buğday ununa göre daha düşük düşme sayısı değerine sahip olduğu saptanmıştır.

Çimlendirme işleminin nişastanın retrogradasyonunu yavaşlatma gibi olumlu bir etkisi vardır. Çimlendirme ile artan α amilaz aktivitesi nişastanın dekstrinizasyonunu arttırmakta dolayısıyla nişasta süspansiyonunun soğutulması esnasında retrogradasyonunu sınırlandırmaktadır. Bu durum çimlendirilmiş nohut unu gibi baklagiller ile zenginleştirilmiş ekmek üretiminde ekmeğin retrogradasyonu sınırlandırarak bayatlamasını geciktirmektedir [53]. Özellikle glütensiz ekmek veya diğer glütensiz ürünlerde çimlendirilmiş baklagil unlarının kullanılması, retrogradasyonu geciktirerek bu ürünlerin raf ömürlerinin arttırılmasına da katkıda bulunacaktır.

Çimlendirme işleminin fermentasyon sonrası ekmek hamuru hacmi üzerinde de olumlu etkisi vardır. Çimlendirme, buharda pişirme ve kavurma gibi ön işlemler uygulanmış soya unu ilaveli hamurlarda 35 dakikalık bir fermentasyon işlemi sonrasında ölçülen hamur hacmi değerleri incelendiğinde işlem görmemiş soya unu hamuruna göre sadece çimlendirilmiş soya unu hamurlarının en yüksek hamur hacmi değerini verdiği, pişirme ve kavurma işlemi uygulanmış soya unu ile oluşturulan hamurların ise hamur hacmini azalttığı belirlenmiştir [55]. Morita vd., [56] yaptıkları çalışmada, %30 çimlendirilmiş kahverengi pirinç unu ile buğday unu zenginleştirilmiş ayrıca bu una fitaz, hemiselülaz ve yağ asitlerinin sükroz esterleri eklenmiş çalışma sonucunda daha iyi ekmek kalitesi ve hamur özellikleri elde edildiği bildirilmiştir.

Ekmek üretiminde olduğu gibi bisküvi üretiminde de bisküvi hamurlarının viskozite özellikleri hem pişme performansı hem de bisküvilerin kalite özellikleri ve sindirim hızları üzerinde etkilidir. Nikstamilize mavi mısır unu ile ikame edilen çimlendirilmiş ve ekstrüde edilmiş siyah

fasulye (*Phaseolus vulgaris L.*) ununun artan oranlarda kullanılması ile bisküvi hamurlarının viskozitesinin azaldığı saptanmıştır [57].

2.2. Unlu Mamul Kalitesi Üzerine Etkisi

Glütensiz ürünlerin kalitelerinin ve besin değerlerinin iyileştirilmesi yönünde çok sayıda çalışma yapılmasına rağmen hala bu ürünlerin teknolojik kaliteleri ve besin içerikleri bakımından bazı eksiklikleri bulunmaktadır. Bu bağlamda çimlendirilmiş tahıllar ve baklagiller sahip oldukları üstün fonksiyonel özellikleri nedeniyle glütensiz ekme ve diğer gıdaların üretiminde kullanılabilecek alternatif birer kaynaktır. Çimlendirilmiş amarant, esmer darı, kinoa, acı bakla, mercimek, bezelye ve mısır filizlerinin glütensiz ekme kalitesi üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada [54]; filizlenmiş unları içeren tüm ekmeklerin kontrol ekmeğine göre önemli ölçüde iyileştirilmiş ekme kalitesine sahip olduğu, dolayısıyla bu filizlerin glütensiz ekmeklerin besin içeriğinin artırılması amacıyla kullanılabileceği bildirilmiştir.

López-Guel vd., [42] çimlendirilmiş soya fasulyesi ununun buğday ununa düşük miktarlarda eklendiği zaman ekme kalitesini iyileştirdiğini, ancak soya fasulyesi ununun hangi bileşeninin bu iyileşmede rol oynadığını araştırmak amacıyla yola çıktıkları çalışmalarında; çimlendirilmiş ve çimlendirilmemiş soya unundan elde ettikleri 7S protein fraksiyonunun hamurun reolojik özellikleri ve ekme kalitesi üzerine etkisini incelemişlerdir. Araştırmacılar bu protein fraksiyonunun ekme kalitesini çok az etkilediğini, ekme hacmi ve tekstürü üzerinde anlamlı bir değişikliğe yol açmadığını belirlemişlerdir. Elde ettikleri sonuçlara göre, çeşitli literatürde bildirilen soya ununun ekme kalitesi üzerindeki iyileştirici etkisinin 7S protein fraksiyonu ile ilişkili olmadığını, muhtemelen bu protein fraksiyonunun ekstraksiyonu sırasında aktif enzimlerin ya da diğer bileşenlerin elimine olduğunu rapor etmişlerdir.

Fermente edilmiş ve çimlendirilmiş börülce ununun buğday ununa katkısının ekme yapımında etkisinin incelendiği çalışmada [58], çimlendirilmiş börülce unu kullanımı ile ekmeklerde protein içeriğinin ve kül miktarının kontrol grubuna göre yüksek olduğu bildirilmiştir.

Çimlendirilmiş baklagil unları ekme hacmi üzerinde farklı etkilerde bulunabilmektedir. Guardado-Félix vd., [59] %15 çimlendirilmiş nohut ilavesinin kontrol ekmeğine göre ekme hacmini %11 oranında azalttığını saptamışlardır. Buna karşın; Ouazib vd., [43] kontrol ekmeği ile %10 veya %20 çimlendirilmiş nohut unu ilaveli ekmeklerin hacimleri arasında önemli bir fark olmadığını tespit etmişlerdir. Kaur vd., [60] %10'a kadar çimlendirilmiş buğday unu ilavesinin, ekme hacmine herhangi bir olumsuz etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Çimlendirme işlemi ve sonrasında kavurma ve öğütme ile malt unu haline getirilmiş yeşil bezelye unu ekmeğin görünüşü üzerinde önemli bir etkide bulunmazken ekme hacminin kontrole ve malt haline getirilmemiş bezelye unu ilave edilen ekmeklere göre bir miktar daha azalmasına yol açmıştır. Her durumda yeşil bezelye unu ekmeklerin protein içeriklerinin önemli derecede artmasını sağlamıştır. Özellikle bu artış çimlendirilmiş ve kavrulmuş malt unu şeklinde kullanılan yeşil bezelyelerde daha da öne çıkmıştır [46].

Çimlendirilmiş tahıl unlarının eklenmesi ile ekme kalitesi üzerinde meydana gelen bazı olumsuz etkileri hem glüten proteinlerinin seyrülmesine hem de çimlendirme ile artan enzim aktivitesi sonucu nişastanın yapısının ve özelliklerinin değişmesine atfedilebilir. Bu görüşü doğrular şekilde Sadowska vd., [47] artan oranlarda çimlendirilmiş bezelye unu ilavesinin ekme hacmini düzenli şekilde azalttığını, gözenek büyüklüklerini ve ekme içi sertliğinin arttığını, ekme rengini ve tadını etkilediğini belirlemişlerdir. Önemli bir nokta ise bu çalışmada; çimlendirilmemiş bezelye unu kullanılarak üretilen ekmeklere göre çimlendirilmiş bezelye unu

ihativa eden ekmeklerin daha iyi kalitede olduğuna dikkat çekilmiştir. Glütensiz ekmek üretiminde çimlendirilmiş yulaf kullanımının ekmek hacmi ve iç yapısını olumlu etkilediği görülmüştür [61].

İyi kalitede bir hamur yapısı sağlayabilmek ve ekmek elde edebilmek için çimlendirilmiş tahılların ve baklagillerin üst kullanım sınırı çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konulmuştur. Örneğin; çimlendirilmiş bezelye unu için üst sınır %12.5 [47], çimlendirilmiş nohut unu için %20 [63], çimlendirilmiş mercimek unu için yine en fazla %20 oranında kullanımı önerilmiştir [68].

Glütensiz soya ekmeğinin tüketici beğenilirliğini arttırmak için soya unu ısıtılmayan (ham ve çimlendirme) ve ısıtılan (buharlama ve kavurma) işlemler ile muamele edildikten sonra glütensiz ekmek üretiminde kullanılmıştır. Çimlendirilmiş soya unu katkılı ekmeklerin diğer ekmeklere göre en yüksek ekmek hacmi ve en düşük sertlik değerine ve daha iyi bir görüntüye sahip olduğu, ancak ısıtılan işlem uygulanmış soya unu içeren ekmeklerin daha az fasulyemsi koku ve tada sahip oldukları belirlenmiş olup, çimlendirilmiş soya ununun tad ve koku üzerindeki bu olumsuz etkisinin bazı iyileştirici katkıları ile giderilebileceği şeklinde öneride bulunulmuştur [55].

Çimlendirilmiş esmer pirinç ununun glütensiz kek üretiminde kullanılması ile kek örneklerinin besinsel ve fonksiyonel özellikleri olumlu yönde etkilenmiştir. Kek ürünlerinin bayatlaması bu şekilde geciktirilerek raf ömrünün uzatılması sağlanmıştır [62]. Glütensiz erişte üretiminde çimlendirilmiş nohut unu kullanımı eriştelere daha iyi pişirme kalitesine sebep olurken duyuşal değerlendirmelerde çimlendirilmiş nohut ununun en fazla 20g/100g olarak kullanılması gerektiği belirlenmiştir [63]. Çimlendirilmiş soya, mercimek ve nohut unları ile tarhana yapımında çimlendirme ile tarhananın yağ, kül, nişasta, toplam enerji miktarı ve protein sindirilebilirliği azalırken; suda eriyen protein ve selüloz miktarı artmıştır [64].

Çimlendirilmiş bezelye ununun %10 oranında makarna üretiminde kullanılması ile makarna örneklerinin protein, besinsel lif, vitamin ve mineral madde içerikleri ile antioksidan aktiviteleri artış göstermiş, duyuşal açıdan da kabul edilebilir olduğu belirlenmiştir [65]. Liu vd., [66] yaptıkları bir çalışmada; filizlendirilmiş maş fasulyesi erişte üretiminde kullanılmıştır. Çimlendirme süresindeki artış ile un rengi koyulaşarak ürünlerin protein ve amiloz içeriği artış göstermiştir. Yağ ve kül içeriği ile yapışkanlık değeri azalma göstermiştir. Beslenme ve fonksiyonel özellikleri arttırdığı için eriştelere çimlendirilmiş maş fasulyesinin kullanılabilir olduğu belirtilmiştir. Yapılan başka bir çalışma sonucunda [67], çimlendirilmiş bezelye unu içeren kurabiyelerin kabul edilebilir duyuşal özellikler verdiği, bezelye ununun artmasıyla birlikte biyolojik değeri ve protein kullanımında da artış olduğu belirtilmiştir. Çimlendirilmiş siyah mercimek unu kullanımı ile bisküvi üretimi yapılan başka bir çalışmada bisküvilerin çap ve yayılma oranının azaldığını, kalınlığının arttığını, sertliğinin arttığı belirlenirken, % 20 seviyesinde çimlendirilmiş mercimek ununun eklenmesi, buğday ununu desteklemek için optimal kabul edilmiştir [68]. Bisküvi üretiminde %5 çimlendirilmiş susam unu kullanımının incelendiği çalışmada ise [69] üretilen %5 çimlendirilmiş susam unu içeren örneklerin kontrol örneklerden duyuşal olarak farklı olmadığını bununla beraber çimlendirilmiş susam ilaveli ürünlerde protein, yağ ve kül içeriklerinin arttığını, karbonhidrat içeriğinin ise azaldığı belirlenmiştir. Glütensiz bisküvi üretimi için çimlendirilmiş amarant unu kullanımı ile elde edilen örneklerin antioksidan ve lif içeriklerinin önemli miktarda arttığı tespit edilmiştir [70].

3. SONUÇ

Çimlendirilmiş tahıl ve bakliyat tohumlarının öğütülerek buğday ununa ikame edilmesi ile su absorpsiyon değeri, kullanılan hammadde özelliklerine göre değişiklik gösterebilmektedir. Hamur yapısı glüten miktarının azaltılmasına bağlı olarak zayıflamaktadır. Fakat zayıf özellikte buğday unlarına, çimlendirilmiş tahıl ya da baklagil unu ilavesi ile hamurun reolojik özelliklerini iyileştirmek mümkündür. Un formülasyonlarının amilaz enzim aktivitesi çimlendirme yöntemi ile artırılabilir. Çimlendirme işlemi ile nişastanın retrogradasyonu yavaşlatılarak bayatlama geciktirilebilmekte böylelikle unlu mamul ürünlerde raf ömrü uzatılabilmektedir. Ürünlerin pişirme sonrası besin değerleri de çimlendirilmiş tahıl ve bakliyat unu kullanılarak değişmektedir. Son ürünlerin diyet lif, protein, kül, nişasta, toplam enerji miktarı gibi besinsel faktörlerini artırarak ürün özellikleri olumlu etkilenmektedir. Glütensiz unlu mamul üretiminde de çimlendirme işlemi ile üretilen unların kullanılması son ürünü besinsel ve fonksiyonel açıdan olumlu etkilemektedir. Özellikle glütensiz ürünlerin üretiminde çimlendirilmiş tahıl ve bakliyatların kullanımı ile ürün yapısı olumlu etkilenerek besinsel içerikleri zenginleştirilebilmektedir. Tüm bu etkilerine rağmen buğday ununa eklenen çimlendirilmiş tahıl ve bakliyat unları buğday glüteninin azaltılmasına bağlı olarak ekmek hacminde azalmaya yol açmaktadır. Ekmek hacmi tüketici tarafından en önemli kalite parametrelerinden biridir. Bu yüzden çimlendirilmiş ürün kullanımına bağlı olarak ekmek hacminde gözlemlenen olumsuz durumun yeni çalışmaların ışığı ile önlenmesi gerekmektedir.

References

- [1] Yetim, H., Öztürk, İ., Törnük, F., Sağdıç, O., Hayta, M. Yenilebilir Bitki ve Tohum Filizlerinin Fonksiyonel Özellikleri. *Gıda*, 35 (3) , 205-210, 2010.
- [2] Arslan, M. Çeşitli şiddetteki gök gürültüsü seslerinin tohum çimlenmesi üzerine etkileri. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Kütahya, 42 s, 2010.
- [3] Savelkoul, F.H.M.G., Van der Poel, A.F.B., Tamminga, S. The presence and inactivation of trypsin inhibitors, tannins, lectins and amylase inhibitors in legume seeds during germination. A review. 1992.
- [4] Wilhelmson, A., Oksman-Caldentey, K.M., Laitila, A., Suortti, T., Kaukovirta-Norja, A., Poutanen, K. Development of a Germination Process for Producing High β -glucan, Whole Grain Food Ingredients from Oat. *Cereal Chem*, 78: 715-720, 2001.
- [5] Plaza, L., Ancos, B., Cano, M.P. Nutritional and health-related compounds in sprouts and seeds of soybean (*Glycine max*), wheat (*Triticum aestivum* L.) and alfalfa (*Medicago sativa*) treated by new drying method. *Eur. Food Res. Technol.*, 216 (2), 138-144, 2003.
- [6] Orozco, R., Piskula, M.K., Zielinski, H., Kozłowska, H., Frias, J., VidalValverde, C., Germination as a process to improve the antioxidant capacity of *Lupinus angustifolius* L. var. Zapaton, *European Food Research and Technology*, 223, 495-502, 2006.
- [7] Casals, B. A., Zevallos, L. Impact of germination on phenolic content and antioxidant activity of 13 edible seed species. *Food Chemistry*, 119(4), 2010.
- [8] Turan, A. Çimlendirilmiş esmer pirinç keki üretiminin biyoaktif bileşenlere etkisi. *Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi*, 3-60, 2013.
- [9] Okur, B., Madenci, A. B. Çiğ Beslenme (Raw Food) Akımında Çimlendirilmiş Hububat ve Baklagillerin Önemi. *Journal of Tourism and Gastronomy Studies*, 7 (1), 664-675, 2019.
- [10] Lintschinger, J., Fuchs, N., Moser, H., Jager, R., Hlebeina, T., Markolin, G., Uptake of various trace elements during germination of wheat, buckwheat and quinoa. *Plant Foods for Human Nutrition*, 50, pp. 223-237, 1997.

- [11] Wen, H., Cao, X., Gu, Z., Tang, J., Han, Y. Effects of components in the culture solution on peptides accumulation during germination of brown rice. *European Food Research and Technology*. 228(6), 2009.
- [12] Dogra, J., Dhaliwal, Y.S., Kalia, M. Effect of soaking, germination, heating and roasting on the chemical composition and nutritional quality of soyabean and its utilization in various Indian leavened products. *Journal of Food Science and Technology*, 38(5): 453-457, 2001.
- [13] Khattak, A.B., Zeb, A., Khan, M., Bibi, N., Khalil, S.A., Khattak, M.S. Influence of Germination Techniques on Phytic Acid and Polyphenols Content of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Sprouts, *Food Chem*, 104: 1074-1079, 2007.
- [14] Khattak, A.B., Zeb, A., Khan, M., Bibi, N. Impact of Germination Time and Type of Illumination on Carotenoid Content, Protein Solubility and in vitro Protein Digestibility of Chickpea (*Cicer arietinum* L.) Sprouts, *Food Chem*, 109: 797-801, 2008.
- [15] Dueñas, M., Hernández, T., I. Estrella, Fernández, D. Germination as a process to increase the polyphenol content and antioxidant activity of lupin seeds (*Lupinus angustifolius* L.), *Food Chemistry*, Volume 117, Issue 4, Pages 599-607, 2009.
- [16] Mao, J. J., Dong, J. F., Zhu, M. Y., Effect of germination conditions on ascorbic acid level and yield of soybean sprout, *Journal Science Food Agriculture*, 85, 943-947, 2005.
- [17] Narsih, N., Yunianta, Harijono, H., The study of germination and soaking time to improve nutritional quality of sorghum seed, *International Food Research Journal*, 19 (4), 1429–1432, 2012.
- [18] Rana, G. K., Khan, M. A., Singh, Y. Effect of Germination on Nutritional and Organoleptic Properties of Multigrain Dalia. *Indian Res. J. Genet. Biotech* 7(4) : 436 – 441, 2015.
- [19] Shahidi, F., Naczk. M. An overview of the phenolics of canola and rapeseed: chemical, sensory and nutritional significance. *Journal of American Oil Chemist Society*, 69, pp. 917-924, 1992.
- [20] Laboure, A. M., Gagnon, J., Lescure, A. M. Purification and characterization of a phytase (myo-inositolhexakisphosphate phosphohydrolase) accumulated in maize (*Zea mays*) seedlings during germination. *Biochemical Journal*, 295(2), 1993.
- [21] Sung, HG., Shin, HT., Ha, JK., Lai, HL., Cheng, KJ, Lee, JH. Effect of Germination Temperature on Characteristics of Phytase Production from Barley. *Bioresource Technology*, 96: 1297-1303, 2005.
- [22] Tian, B., Xie, B., Shi, J., Wu, J., Cai, Y., Xu, T., Xue, S. and Deng, Q., Physicochemical changes of oat seeds during germination, *Food Chemistry*, 119, 1195–1200, 2010.
- [23] El-Adawy, T. A., Nutritional composition and antinutritional factors of chickpeas (*Cicer arietinum* L.) undergoing different cooking methods and germination. *Plant Foods for Human Nutrition* 57(1):83-97, 2002.
- [24] Valverde, C.V., Frías, J., Sierra, I., Blazquez, I., Lambien, F., Kuo, Y. H. New functional legume food by germination. Effect on the nutritive value of beans, lentils and peas *European Food Research and Technology*, 215, pp. 472-476, 2002.
- [25] Ohtsubo, K., Suzuki, K., Yasui, Y., Kasumi, T. Bio-functional components in the processed pre-germinated brown rice by a twin- screw extruder. *Journal of Food Composition and Analysis*, 18(4), 2005.
- [26] Trachoo, N., Boudreaux, C., Moongngarm, A., Samappito, S., Gaensakoo, R. Effect of germinated rough rice media on growth of selected probiotic bacteria. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 9(14), 2006.
- [27] Negi, A., Boora, P., Khetarpaul, N. Starch and protein digestibility of newly released moth bean cultivars: Effect of soaking, germination and pressure-cooking. *Nahrung*, 45 (4), 2001.

- [28] Steve, I. O. Influence of germination and fermentation on chemical composition, protein quality and physical properties of wheat flour (*Triticum aestivum*). *Journal of Cereals and Oil Seeds*, 3(3), 2012.
- [29] Amoros, M. L., Hernandez, T., Estrella, I. Effect of germination on legume phenolic compounds and their antioxidant activity. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(4), 2006.
- [30] Zielinski, H. Peroxyl radical-trapping capacity of germinated legume seeds. *Nahrung*, 46 (2), pp. 100-104, 2002.
- [31] Yung, F., Basu, T. K. and Ooraikul, B., Studies on germination condition and antioxidant contents of wheat grain, *International Journal Food Science Nutrition*, 52 (4), 319-330, 2001.
- [32] Shelp, B. J., Mullen, R. T. and Waller, J. C., Compartmentation of GABA metabolism raises intriguing questions, *Trends in Plant Science*, 17, 57–59, 2012.
- [33] Tarafdar, J. C., Yadav, B. K., Dave, S. Phytate phosphorus and mineral changes during soaking, boiling and germination of legumes and pearl millet. *Journal of Food Science and Technology*, 45(4), 2008.
- [34] Türk, Ö. Bazı Kuru Baklagillerin Oligosakkarit İçerikleri Üzerine Pişirme ve Çimlendirmenin Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, 65 Sayfa, İzmir, 2009.
- [35] Vayupharp, B., Laksanalama, V. Nutrients and anti-nutrients of high chlorophyll – mungbean sprouts as affected by different periods of germination and sprouting stages. *Int J Agric and Biol Eng*, 6(4): 121 – 129, 2013.
- [36] Bibi, N., Aurang, Z., Amal, B. K. and Mohammad, S. K., Effect of germination time and type of illumination on proximate composition of chickpea seed (*Cicer arietinum* L.), *American Journal of Food Technology*, 3, 24-32, 2008.
- [37] Urbano, G., Lopez-Jurado, M., Frejnagel, S., Gomez-Villalva, E., Porres, J. M., VidalValverde, C., Aranda, P. Nutritional assessment of raw and germinated pea (*Pisum sativum* L.) protein and carbohydrate by in vitro and in vivo techniques, *Nutrition*, 21, 230-239, 2005.
- [38] Tarzi, B. G., Gharachorloo, M., Bahariniab, M., Mortazavic, S. A. The Effect of Germination on Phenolic Content and Antioxidant Activity of Chickpea. *Iranian Journal of Pharmaceutical Research*, 11 (4), 2012.
- [39] Saleh, H. M., Hassan, A. A., Mansour, H. E., Fahmy, H. A., El-Fath, A. and ElBedawey, A., Melatonin, phenolics content and antioxidant activity of germinated selected legumes and their fractions, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, In Press, 2017.
- [40] Rumiya, James, A.P., Jayasena, V., Effect of germination on the nutritional and protein profile of Australian sweet lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Food Nutr. Sci.* 3, 621–626, 2012.
- [41] Rosales-Juárez, M., González-Mendoza, B., López-Guel, E. C., Lozano-Bautista, F., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G., Calderón-Domínguez, G. Changes on dough rheological characteristics and bread quality as a result of the addition of germinated and non-germinated soybean flour. *Food and Bioprocess Technology*, 1(2), 152-160, 2008.
- [42] López-Guel, E. C., Lozano-Bautista, F., Mora-Escobedo, R., Farrera-Rebollo, R. R., Chanona-Pérez, J., Gutiérrez-López, G. F., Calderón-Domínguez, G. Effect of soybean 7S protein fractions, obtained from germinated and nongerminated seeds, on dough rheological properties and bread quality. *Food and bioprocess technology*, 5(1), 226-234, 2012.
- [43] Ouazib, M., Garzon, R., Zaidi, F., Rosell, C. M. Germinated, toasted and cooked chickpea as ingredients for breadmaking. *Journal of food science and technology*, 53(6), 2664-2672, 2016.

- [44] Hallén, E., Ibanoglu S., Ainsworth, P., Effect of fermented/germinated cowpea flour addition on the rheological and baking properties of wheat flour, *Journal of Food Engineering*, 63: 177-184, 2004.
- [45] Setia, R., Dai, Z., Nickerson, M. T., Sopiwnyk, E., Malcolmson, L., Ai, Y. Properties and bread-baking performance of wheat flour composited with germinated pulse flours. *Cereal Chemistry*, 97(2), 459-471, 2020.
- [46] Mondor, M., Guévremont, E., Villeneuve, S. Processing, characterization and bread-making potential of malted yellow peas. *Food Bioscience*, 7, 11-18, 2014.
- [47] Sadowska, J., Błaszczak, W., Fornal, J., Vidal-Valverde, C., Frias, J. Changes of wheat dough and bread quality and structure as a result of germinated pea flour addition. *European Food Research and Technology*, 216(1), 46-50, 2003.
- [48] Baik, B. K., Han, I. H. Cooking, roasting, and fermentation of chickpeas, lentils, peas, and soybeans for fortification of lavened bread. *Cereal Chemistry*, 89(6), 269-275, 2012.
- [49] Cornejo, F., Caceres, P. J., Martínez-Villaluenga, C., Rosell, C. M., Frias, J. Effects of germination on the nutritive value and bioactive compounds of brown rice breads. *Food Chemistry*, 173, 298-304, 2015.
- [50] Hung, P. V., Maeda, T., Yamamoto, S., Morita, N. Effects of germination on nutritional composition of waxy wheat. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 667-672, 2012.
- [51] Chinma, C. E., Anuonye, J. C., Simon, O. C., Ohiare, R. O., Danbaba, N. Effect of germination on the physicochemical and antioxidant characteristics of rice flour from three rice varieties from Nigeria. *Food Chemistry*, 185, 454-458, 2015.
- [52] Şahin, M., Aydoğan, S., Akçacık, A. G., Hamzaoğlu, S. Ekmeklik Buğday Kalite Değerlendirmesinde Miksolab Cihazının Kullanımı. *Tarla Bitkileri Merkez Araştırma Enstitüsü Dergisi*, 23(1), 7-13, 2014.
- [53] Marengo, M., Carpen, A., Bonomi, F., Casiraghi, M. C., Meroni, E., Quaglia, L., Marti, A. Macromolecular and micronutrient profiles of sprouted chickpeas to be used for integrating cereal-based food. *Cereal Chemistry*, 94(1), 82-88, 2017.
- [54] Horstmann, S. W., Atzler, J. J., Heitmann, M., Zannini, E., Lynch, K. M., Arendt, E. K. A comparative study of gluten-free sprouts in the gluten-free bread-making process. *European Food Research and Technology*, 245(3), 617-629, 2019.
- [55] Shin, D. J., Kim, W., Kim, Y. Physicochemical and sensory properties of soy bread made with germinated, steamed, and roasted soy flour. *Food Chemistry*, 141(1), 517-523, 2013.
- [56] Morita, N., Maeda, T., Watanabe, M., Yano, S., Pre-germinated brown rice substituted bread: dough characteristics and bread structure, *International Journal of Food Properties*, 10:779–789, 2007.
- [57] Rosa-Millán, J., Pérez-Carrillo, E., Guajardo-Flores, S. Effect of germinated black bean cotyledons (*Phaseolus vulgaris* L.) as an extruded flour ingredient on physicochemical characteristics, in vitro digestibility starch, and protein of nixtamalized blue maize cookies. *Starch-Stärke*, 69(3-4), 1600085, 2017.
- [58] İbanoğlu, Ş., Ainsworth, P. and Hallen, E. Effect of Fermented/Germinated Cowpea Flour Addition on the Rheological and Baking Properties of Wheat Flour. *Journal of Food Engineering*, 63: 177–184, 2004.
- [59] Guardado-Félix, D., Lazo-Vélez, M. A., Pérez-Carrillo, E., Panata-Saquicili, D. E., Serna-Saldívar, S. O. Effect of partial replacement of wheat flour with sprouted chickpea flours with or without selenium on physicochemical, sensory, antioxidant and protein quality of yeast-leavened breads. *LWT*, 109517, 2020.
- [60] Kaur K., Singh N., Singh H., Studies on the effect of skim milk powder, sprouted wheat flour, and ph on rheological and baking properties of flour, *International Journal of Food Properties*, 5(1), 13–24, 2002.

- [61] Mäkinen, O. E., Zannini, E., Arendt, E. A., Germination of oat and quinoa and evaluation of the malts as gluten free baking ingredients, *Plant Foods for Human Nutrition*, 68:90–95, 2013.
- [62] Yun, H., Kim, J. M., Shin, M. Quality and Storage Characteristics of Gluten-free Rice Pound Cakes with Different Ratios of Germinated Brown Rice Flour. *Korean Society of Food and Cookery Science*, 31(6), 2015.
- [63] Sofi, S.A., Singh, J., Mir, S.A., Dar, B.N. In vitro starch digestibility, cooking quality, rheology and sensory properties of gluten-free pregelatinized rice noodle enriched with germinated chickpea flour, *LWT*, Volume 133, 2020.
- [64] Türker, S., Sağlam, pişirilmiş ve çimlendirilmiş çeşitli baklagil katkılarıyla, mayasız ve maya ilavesiyle fermente edilen tarhananın bazı fiziksel, kimyasal ve besinsel özellikleri üzerine bir araştırma. Atatürk Üniversitesi / Fen Bilimleri Enstitüsü / Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı. 78, Erzurum, 1991.
- [65] Torres, A., Frias, F., Granito, M., Vidal-Valverde, C. Germinated *Cajanus cajan* seeds as ingredients in pasta products: Chemical, biological and sensory evaluation. *Food Chemistry*, 101(1), 2007.
- [66] Liu, Y., Meijuan, X., Wu, H., Jing, L., Gong, B., Gou, M., Zhao, K., Li. The compositional, physicochemical and functional properties of germinated mung bean flour and its addition on quality of wheat flour noodle. *J Food Sci Technol*. 55(12):5142–5152, 2018.
- [67] Okpala, L. C., Okoli, E. C., Formulation and evaluation of cookies containing germinated pigeon pea, fermented sorghum and cocoyam flour blends using mixture response surface methodology, *Advance Journal of Food Science and Technology*, 3(5): 366-375, 2011.
- [68] Patel M, Rao GK. Effect of untreated, roasted and germinated black gram (*Phaseolus mungo*) flours on the physicochemical and biscuit (Cookie) making characteristics of soft wheat flour. *Journal of Cereal Science*. 199;:22:285–9, 1995.
- [69] Olagunju, A. I., Ifesan B. O. T., Nutritional composition and acceptability of cookies made from wheat flour and germinated sesame (*Sesamum indicum*) flour blends, *British Journal of Applied Science Technology*, 3(4) : 702-713, 2013.
- [70] Chauhan, A., Saxena, D.C., Singh, S. Total dietary fibre and antioxidant activity of gluten free cookies made from raw and germinated amaranth (*Amaranthus spp.*) flour. *LWT - Food Science and Technology*, 63(2), 2015.