

Çölyak ve Çölyak Hastaları İçin Üretilen Ekmeklerin Kalite Özellikleri

Fatma HAYIT¹, Hülya GÜL²

ÖZET: Çölyak hastalığı, gluten intoleransı olan bireylerde gluten tüketimi ile oluşan kronik bağırsak hastalığıdır. Çölyak hastalarının tek tedavi yöntemi; hasta hayatından ömür boyu gluten ve gluten içeren tüm gıdaların çıkarılmasıdır. Dolayısıyla bu hastaların buğday ve buğday ürünlerini tüketmesi yasaktır. Ekmek toplumumuzun vazgeçilmez bir gıdası olarak değerlendirildiğinde bu hastalara yönelik glutensiz ekmek üretimi bir zorunluluk olmaktadır. Buğday ununda bulunan gluten hamur oluşumunda ve ekmek üretiminde yapıdan sorumlu, ekmek kalitesini belirleyen esas bileşendir. Buğday ekmeğinin hacimli, elastik özellikte, kendine has tat ve kokuya sahip olmasının başlıca nedeni glutendir. Glutenin yerinin doldurulamaması; glutensiz ekmek üretiminin zor olmasına sebep olmaktadır. Glutensiz ekmek üretiminde pirinç, mısır, soya fasulyesi, yarfıstığı, nohut gibi gluten içermeyen tahıl ve baklagil unları veya nişastaları ile karabuğday, kinoa, amarant gibi tahıl benzeri ürünlerin unları kullanılmaktadır. Bunların yanında hamur yapısının oluşturulması, ekmek kalitesinin artırılması için enzimler, gamlar, protein izolatları, asitler, yapı sağlayıcılar formüle dahil edilebilmektedir. Halen çölyak hastaları için ekmek üretiminde belirlenen sabit bir formülasyon bulunmamaktadır. Üretilen ekmeklerde gözlemlenen hacim azlığı, tekstür sertliği, lezzet kaybı, besin içeriğindeki düşüklüğü ve hızlı bayatlama prosesi üzerinde çalışmalar devam etmektedir. Bu çalışmada; çeşitli araştırmacılar tarafından glutensiz ekmek kalitesini arttırmaya yönelik yapılan çalışmalar derlenmiştir. Böylece bu konuda daha ileri araştırma yapmak isteyenlere ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Anahtar kelimeler: Ekmek, çölyak, kalite, glutensiz ekmek

Celiac Disease and The Quality Characteristics of Produced Bread for Celiac Patients

ABSTRACT: Celiac Disease is a chronic intestinal disease where the ingestion of gluten leads to damage in people with gluten intolerance. The only treatment for celiac disease is lifelong adherence to gluten-free diet. Thus, people with celiac disease are strictly forbidden to consume wheat and wheat products. It is imperative to produce gluten-free bread for celiac disease patients as bread is an essential part of the diet of our community. Gluten, available in wheat flour, is the main component that regulates the dough and bread formation and that determines the quality of the bread. Gluten makes wheat bread sizable and stretchy as well as with a unique flavor and odor. The inability to replace gluten in bread makes gluten-free bread production almost impossible. Gluten-free cereals and legume flours or starches like rice, corn, soy beans, peanut and chickpea as well as cereal-like products like buckwheat, quinoa and amaranth flours are used in gluten-free bread production. Besides these, several enzymes, gums, protein isolates, acids and structure providers are also added into the formula. A permanent bread formula for celiac disease still lacks. Efforts to settle challenges like lack of size and flavor, texture toughness as well as low nutritive value and rapid staling observed in the gluten-free breads are still in progress. In this study; studies to improve the quality of gluten-free bread is compiled by various researchers. In this study, we compiled studies to improve the quality of gluten-free bread by various authors. So this study tried to shed light for those who want to do further research for this topic.

Keywords: Celiac, bread, quality, gluten-free bread

¹ Bozok Üniversitesi, Boğazlıyan Meslek Yüksekokulu, Gıda İşleme Bölümü, Yozgat, Türkiye

² Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği, Isparta, Türkiye
Sorumlu yazar/Corresponding Author: Fatma HAYIT, fatma.hayit@bozok.edu.tr

GİRİŞ

Ülkemizde gerek tüketimimiz ve gerekse ekonomimizdeki payı itibarı ile tahıl ve tahıl ürünlerinin önemi büyüktür (Elgün ve Ertugay, 1997). Tahıllar ucuz, sağlanması kolay, kesif bir enerji kaynağı olması, kısmen tam biyolojik değerdeki protein içeriği ve biktırmayan nötr tat ve aromada oluşu ile yaygın bir şekilde tüketilmektedir (Elgün ve Ertugay, 1997). Tahılların kimyasal yapılarının başlıca bileşen grubu karbonhidratlar olmasına karşın bunların içerdikleri protein fraksiyonlarının miktarları ve kaliteleri mamul ürün üretiminde kaliteye etki eden temel öğeler olması nedeniyle özel bir öneme sahiptir (Dizlek, 2012). Ancak buğday, başta ekmek olmak üzere pek çok unlu mamulün üretiminde kullanılan başlıca hammadde olması nedeniyle özel bir yere sahiptir (Dizlek ve ark., 2006).

Gluten özellikle buğday esaslı ekmek, bisküvi, kek, makarna gibi halkın beslenmesinde önemli yer tutan tahıl ürünlerinin kalitesini etkileyen temel bileşendir (Özüğür ve Hayta, 2011). Bu protein, hamur sisteminde arzu edilen tekstürü ve hacmi elde etmek için gaz muhafaza etmede de gereklidir (Mahmoud et al., 2013).

Buğday ununun dolayısıyla glutenin formülasyona dâhil edilmediği “glutensiz” ürünlerde başta tekstür ve hacim olmak üzere renk, görünüş ve lezzet gibi diğer son ürün nitelikleri de olumsuz etkilenmekte ve kalite problemleri ortaya çıkmaktadır (Özüğür ve Hayta, 2011).

Gluten unlu mamul kalitesinde önemli yer tutan temel protein olmasına rağmen, dünya nüfusunun yaklaşık %1’ inde gluten intöleransı vardır (Novotni et al., 2012). Gluten intöleransı ya da çölyak hastalığı; genetik olarak yatkın kişilerde glutenin tüketilmesi ile tetiklenen bir hastalık olarak tanımlanmaktadır (Renzetti et al., 2008). Çölyak hastaları buğday, çavdar, kısmen yulaf, arpa prolaminlerinin gliadin fraksiyonunu tolere edemezler. Glutenin tüketimi ile beraber intraepitelyal lenfosit sayısındaki artışla ince bağırsak mukoza değişiklikleriyle birlikte kripta hiperplazisi ve villus düzleşme ile biçimlenen mukozal bir alerji durumu gerçekleşir (Hill et al., 2002). İnce bağırsak mukoza hasarı besin emilim bozukluğuna neden olabilecek olan kronik çoklu organ hastalığı ile sonuçlanır (Schaart and Mearin, 2014).

Çölyak hastaları, buğday ve türevi ürünleri tüketmelerine bağlı olarak; besin emilimini sağlayan bağırsağın hasarı uzun süreli olduğunda, vücutlarında yetersiz gıda emilimi ile beraber besinsel eksiklik oluşabilir (Hill et al., 2002). Tedavi; buğday, çavdar, arpa ve ürünleri içeren diyetin ortadan kaldırılmasını ve bir ömür boyu sürdürülmesini gerektirir. Böyle bir diyet ile ince bağırsaktaki hasarın tam iyileşmesi ve beslenme açıklarının düzeltilmesi ile semptomların çözüme kavuşturulması sağlanabilir (Hill et al., 2002). Çölyak hastalarının sayısının artması ile glutensiz ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır (Mahmoud et al., 2013). Özellikle ticari olarak temin edilen glutensiz ürünler düşük kalitededir. Bileşimi nişastaya dayalı olan bu ürünler hızlı bayatlamakta ve besin içeriğindeki eksiklik dolayısıyla olumsuz özelliklere sahip olmaktadır (Moroni et al., 2009). Glutenin temel yapı proteini olarak yerini almak teknolojik bir zorluktur fakat bu işlem yüksek kaliteli tahıl bazlı ürünlerin formüle edilebilmesi için gereklidir. Glutensiz ürünler için artan talep, çölyak hastalığındaki artış ya da glutenin reaksiyonu olan diğer alerjilerin artışı ile paralellik göstermektedir (Gallagher et al., 2004). Bu durum çölyak hastaları ve tüketebileceği ürünler üzerine yapılan çalışmalara hız kazandırmıştır. Bu hastaların, tahıl gruplarının önemli bir kısmını tüketemiyor olması, alternatif tahıllar ve yalancı tahıllara (pseudocereal) yönelimi arttırmış, bunların kullanıldığı fonksiyonel yeni ürünler üzerinde çalışma yapılmasını gerekli kılmıştır (Alvarez et al., 2010). Yalancı tahıl; karabuğday, kinoa, amarant gibi tahıl olmayan, ancak tahıl amaçlı kullanılan ve tohumları un haline getirilebilen bitkilere verilen genel isimdir. Son yıllarda tahıllara kıyasla yüksek oranda bulduklarını diyet lifi, esansiyel aminoasit, vitamin ve mineral içerikleriyle ilgi çekmektedirler (Alvarez et al., 2010). Öncelikle sağlıklı beslenme amaçlı kullanılmaya başlanmış olan yalancı tahılların, yakın tarihte prosese olan uygunlukları ve üretim kolaylıkları ile sanayi odaklı üretimleri de artmıştır (Alvarez et al., 2010).

Ekmek, bileşiminde bulunan yüksek düzeydeki karbonhidratlar nedeniyle enerji sağlayıcı olmasının yanı sıra, protein, lipit ve mineral madde gibi temel besin öğelerini de içerir (Dizlek ve Gül, 2007). Gluten matriksinden yoksun olan glutensiz ekmekler düşük özgül hacim, yüksek ekmek içi sertliği, düşük

teknolojik kalite ve yüksek bayatlama oranına sahiptir. Besinsel değeri arttırmak, hamurun yapısını geliştirmek ve gaz tutma gücünü arttırmak için glutensiz ekmek formülasyonlarına gluten dışında farklı proteinler ilave edilmektedir (Mahmoud et al., 2013).

Çölyak hastaları için ticari olarak üretilen unlu mamullerin kalitesinin düşük olduğu görüşü, araştırmacıları bu hastalar için farklı formülasyonlar kullanarak kalitesi, duysal özellikleri, kabul edilebilirliği daha yüksek, raf ömrü daha uzun olan yeni ürünler üretmeye yönlendirmiştir. Bu çalışmada; çeşitli araştırmacılar tarafından glutensiz ekmek kalitesini arttırmaya yönelik yapılan çalışmalar derlenmiş, ileriye yönelik bu alanda yapılabilecek araştırmalara ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Glutenin Ekmek Üretiminde Önemi

Unun içerdiği protein niceliği ve niteliği un kalitesi üzerine etki eden etmenlerin en önemlileridir. Proteinler içerisinde ise gluten proteinleri (glutenin ve gliadin) özel ve çok önemli bir yere sahiptir (Dizlek, 2011).

Gliadin hamurda uzayabilirlik ve vizkozite sağlarken, glutenin elastik ve yapışkan özelliklerden sorumludur (Mahmoud et al., 2013). Gluten, mevzuatta; bazı bireylerin tolere edemediği, suda ve 0.5 molar sodyum klorür çözeltisinde çözünmeyen; buğday, arpa, yulaf, çavdar veya bunların melezlerinde ve türevlerinde bulunan protein fraksiyonu olarak tanımlanır (Anonim, 2014). Gluten buğday proteini olması yanında çavdar, arpa ve yulaf gibi tahıllarda da bulunur, ancak miktarları azdır (Elgün ve Ertugay, 2002).

Gluten proteinleri tahılın nişastalı endosperm hücrelerinde biriken ana depo proteinleridir. Bu proteinler su ile karıştırıldığı zaman, sürekli bir viskoelastik ağ oluşturmak için bir araya gelirler. Bu viskoelastik yapı ekmek ve diğer unlu mamullerin oluşumu için buğday ununun kullanımını sağlar. Glutenin, hamura yüksek düzeyde esneklik kazandırmak için gereklidir. Bu protein glutenin elastik omurgasını oluşturur (Shewry et al., 2002). Ayrıca bu proteinler, hamura su emme kapasitesi, yapışkanlık, vizkozite, kohezif yapışkanlık, elastikiyet kazandırarak pişme kalitesini belirlemede önemli bir rol oynarlar. Gluten

proteinleri sulu alkol içinde çözünürlüklerine göre gliadin (çözünür) ve glutenin (çözünmez) olarak iki ana bölüme ayrılabilir. Her iki proteinde yüksek prolin ve glutamin içeriği ile karakterize edilen proteinlerdir. Gliadin 28.000- 55.000 civarında moleküler ağırlığı olan ve alfa / beta, gama ve omega-tipi olarak farklı primer yapılarına sahip bir proteindir. İkisinde de disülfid bağlar yoktur ya da zincir içi çapraz bağlar mevcuttur. Glutenin fraksiyonu zincirler arası disülfid bağlarla bağlanmış toplu proteinleri içerir (Wieser, 2007).

Yoğurma sırasında hamura katılan havanın ve mayalar tarafından oluşturulan karbondioksit gazının hamur içerisinde tutulmasını sağlayarak ekmeğin kabarmasını ve gözenekli bir yapı oluşturur. Ayrıca nişasta tanecikleri çevresinde koruyucu madde rolü oynayarak ve fazla suyu absorbe etmek suretiyle ekmeğin bayatlama hızını yavaşlatır (Dizlek, 2012). Hamur sisteminde arzu edilen tekstürü ve hacmi elde etmek için gaz tutmada ve istenen vizkozite için gerekli kuvvetli protein ağını oluşturmak için gereklidir (Mahmoud et al., 2013). Hamurda glutenin olmaması hamurun daha sıvı olmasına, pişmiş ürünün çökmesine, zayıf renge ve çeşitli kalite sorunlarına sebep olur (Torbika et al., 2010).

Çölyak hastalığı; Gluten içeren besinlerin alınmasıyla ortaya çıkan (İşleroğlu ve ark., 2009) çevresel prespirant (gluten) ile uyarılan genetik olarak belirlenmiş kronik inflamatuvar bağırsak hastalığıdır (Gren and Jabri, 2003, Villancacci et al., 2011). Genetik olarak yatkın bireylerde kronik bağırsaklık aracılı enteropati olarak tanımlanır (Koehler, 2014). Bu bireylerde çavdar ve arpanın alkolde çözünen proteinleri ve buğday gluteninin gliadin fraksiyonunun neden olduğu ince bağırsak mukozasının hasarı ile oluşan bir sendromdur (Fasono and Catassi, 2001). Genetik yatkınlık lökosit antijeni olmayan genlerin bir dizisini ve temel faktör olarak lökosit antijeni DQ2 ve DQ8 genlerini içerir (Koehler, 2014). En imünojenik protein olan buğday ile çavdar, arpa ve buğdayın depo proteini için anormal bir bağırsaklık tepkisi ile (Nehra et al., 2013) klasik olarak ince bağırsak villöz atrofi, kript hiperplazi (hücrelerin anormal çoğalması) ve lenfosit infiltrasyonu (sızıntı) ile karakterize edilir (Koehler, 2014). İnce bağırsak tümörü, T hücreli

lenfomayla ilişkili enteropati çölyak hastalığının komplikasyonlarıdır (Green and Cellier, 2007). İnce bağırsaktaki inflamasyon villusların imhasına yol açarak malabsorbsiyon sonucunda yağlı dışkılama, kilo kaybı, gelişme geriliğine neden olur (Nehra et al., 2013). Glutene ek olarak patojenik mikroorganizmalar, gluten giriş zamanı, emzirme gibi çevresel tetikleyiciler hastalığın gelişimi için önemli olmaktadır (Koehler, 2014). Klinik belirtiler; hastanın yaşı, hastalık süresi ve kapsamı, bağırsak dışı patojenik durumların varlığı ile belirgin olarak değişir. Glutenin varlığı mukoza hasarının yenilenmesine yol açar (Fasono and Catassi, 2001). Hastalar çoğunlukla gastrointestinal olmayan belirtilere sahiptir ve hastalık osteoporoz hızının, kısırlığın, otoimmün hastalıkların ve kötü huylu hastalıkların oranları ile ilişkilidir (Villancacci et al., 2011). Hastalığın belirtileri; karın şişkinlikleri ve ağrı, kötü kokulu ve yağlı dışkı, kilo kaybı, yorgunluk, açıklanamayan anemi, davranış değişiklikleri, bacaklarda ve kollarda uyuşma karıncalanma, kemik ve eklem ağrıları, kas krampları, ağız içinde yaralar, kaşıntılı deri döküntüsü (Gujral et al., 2012), kronik ishal ile birlikte gelişme geriliği, karında distansiyon, kas atrofisi, kusma ve huzursuzluk (Yanar ve ark., 2013), ile aşırı zayıflıktır (Ribotta et al., 2004).

Çölyak hastalığı genetik olarak yatkın bireylerin sadece belli bir azınlığında gelişir. Başlaması sıklıkla çocukluk çağında olurken herhangi bir yaşta da olabilir (Nehra et al., 2013).

Son epidemiyolojik veriler çoğu batı ülkelerinde hastalığın yaklaşık %1-2 görülebildiğini göstermektedir (Özüğür ve Hayta 2011, Koehler, 2014). Çölyak hastalığının tanısı genellikle tipik belirtilere, serum antikor testlerine ve ince bağırsak biyopsisinin histolojik hükmüne dayanmaktadır (Koehler, 2014). İnce bağırsak biyopsisi çölyak hastalığı tanısında altın standart olarak kabul edilmekle birlikte (Villancacci et al., 2011, Nehra et al., 2013) tanının son derece zor olduğu, hastalığın farklı belirtilerinin tanımlanmasına izin veren hassas ve spesifik bir algoritmaya dayandığı belirtilmiştir (Fasono and Catassi, 2001). Tedavisi ise sıkı glutensiz diyetle uyum gerektirir (Fasono and Catassi, 2001; Gallagher et al., 2004; İşleroğlu ve ark., 2009; Özüğür ve Hayta, 2011; Nehra et al., 2013). Glutenin uzaklaştırılması ile tam mukozal iyileşme gerçekleşir (Fasono and Catassi, 2001).

Glutensiz Ekmek Üzerinde Yapılan Çalışmalar

Glutensiz hamurlar gluten ağının eksikliğinden dolayı normal hamurlardan daha sıvıdırlar. Ayrıca gaz tutma güçleri daha düşüktür. Stabilize edici mekanizma için bir aracı olarak gamlar, stabilizörler, prejelatinize nişastaların kullanımı önerilmektedir (Schober et al., 2005). Süt tozunun da glutensiz ekmekler üzerinde olumlu etkileri olduğu belirtilmektedir (Gallagher et al., 2004). Birçok farklı çalışmada alternatif hammaddeler kullanılarak kalitenin artırılmasına çalışılmıştır. Pirinç, mısır, soya fasulyesi, yer fıstığı nişasta ve unları ve hidrokolloidler, enzimler, soya fasulyesi proteinleri, yumurta beyazı gibi farklı hammaddeler buğday unundaki glutene alternatif olarak kullanılmıştır (Ribotta et al., 2004).

Nohut proteini, glutensiz ekmek hacmini geliştirmek için iyi bir emülsifier özelliğe sahiptir (Aguilar et al., 2015). Çalışmalarında glutensiz ekmekte şortening ve emülsifiyerlere alternatif olarak nohut unu ve yer fıstığı unu kullanan Aguilar ve ark. (2015), bu unun spesifik ekmek hacmini ve depolama modüllerini arttırdığını bildirmişlerdir. Yer fıstığı ununun ise ekmek hacmini azaltıp, ekmek içi renginin koyulaşmasına sebep olduğunu, her iki unun varlığında da ekmek kabuğunun renginin koyulaştığını, fakat ekmek formülasyonunda şorteningler ya da emülgatörler azaltıldığı ya da ilave edilmediği zaman pişirme özelliklerinin korunmasını sağlayarak olumlu etkileri olduğunu belirtmişlerdir.

Proteazın, glutensiz pirinç ekmeğinin kalitesini geliştirmek için etkili bir gıda katkı maddesi olduğunu belirten Hatta ve ark. (2015), basillolisin, papain ve subtilisin ilavesi ile yapılan glutensiz ekmeklerin kontrol ekmekleri ile karşılaştırıldığında, glutensiz pirinç ekmeklerinin %30 ve %60 oranlarında hacminin arttığını, ekmek içi sertliğin ise %10-30 azaldığını rapor etmişlerdir. Glutensiz ekmeklerde yapı oluşturuşu madde olarak keten tohumu ekstraktının, pektin ve guar gam yerine kullanılması glutensiz ekmeğın duşusal kabul edilebilirliğini geliştirmekte, ekmeğın bayatlaması ve tekstürü üzerine ise sınırlı etki göstermektedir (Korus et al., 2015). Glutensiz ürünlerin raf ömrünü arttırmak için Axel ve ark. (2015) tarafından yapılan çalışmada, kinoa ilaveli ekşi mayalı ekmek üretiminde *Lactobasillus amylovarus*'un antifungal aktivitesi araştırılmıştır. *Lactobasillus amylovarus* ile elde edilen ekşi hamur ilavesinin spesifik hacim

ve ekmek içi sertlik gibi nitelikler açısından ekmek kalitesini geliştirdiği belirlenmiştir. Bununla beraber bu uygulamanın ekmek raf ömrünü dört gün uzattığı ve yüksek güvenilirli daha iyi ekmek kalitesi verdiği belirlendiği için glutensiz ekmek üretiminde önemli olduğu bildirilmiştir. Kaliteli ve koruyucu içermeyen gıda ürünleri için de bu uygulamanın tüketici ihtiyaçlarını karşılayacağı sonucuna varılmıştır.

Yılmaz ve Doğan (2015), gluten içermeyen farklı un, nişasta karışımlarına emülgatör, kıvam arttırıcı ilave ederek 8 farklı karışım oluşturarak incelemiştir. Çalışma sonucunda buğday unu ile yapılan şahit örneğe göre glutensiz ekmeklerde bayatlamının daha hızlı olduğu, protein miktarının çok düşük olduğu, hacmin oldukça düştüğü ve duyusal beğenilirliğinin de az olduğu belirlenmiştir. Aynı araştırmacılar glutensiz karışımlarda ekmek kalitesini arttırmak için pirinç ununun karışımında mutlaka olması gerektiğini ve bu karışımların protein içeriklerini zenginleştirilerek besleyici değerinin artırılması gerektiğini bildirmiştir.

Glutensiz ekmek üretiminde ekmeklerin lif açısından zenginleştirilmesi amacıyla farklı özellikteki lifler kullanılmaktadır (Martinez et al., 2014, Costantini et al., 2014). İri taneli çözünmeyen lifler ekmek hacminin azalmasına ve daha sert ekmek yapısına sebep olmaktadır. Çözülebilir özellikte ve çözünmeyen ince lifler ise glutensiz ekmek üretimi için üretilen hamur kıvamını ve fermantasyon hacmini azaltırken, ekmek hacminin artmasını ve sertliğin azalmasını sağlayarak olumlu etki göstermektedir (Martinez et al., 2014). Tatar ve yaygın karabuğday unları kullanılarak glutensiz ekmeklerin zenginleştirilmesi için Costantini ve ark. (2014) tarafından yapılan çalışmada, buğday unu ve yaygın karabuğday ununda çözülebilir lif oranları aynı iken tatar karabuğday ununda bu değer çok düşük bulunmuştur. Aynı çalışmada yapılan ekmek örneklerindeki en fazla çözülebilir lif içeriğinin yaygın karabuğday ve buğday unundan yapılan ekmek örneklerinde olduğu, toplam lif açısından bakıldığında ise karabuğday unlarından yapılan ekmek örneklerinin toplam lif içeriğinin buğday unu ile yapılan ekmek örneklerinden fazla olduğu belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada farklı oranlarda (%10, %15 ve %20) karabuğday unu ilavesi ile yapılan ekmekler duyusal açıdan değerlendirilmiş ve formülasyona %10 ve %15 oranında ilave edilen karabuğday unu ile üretilen

örneklerin ilavesiz örneklere göre daha yüksek puan aldığı belirlenmiştir (Yarpuz, 2011). Fransız ekmeğine benzer glutensiz ekmek üretimi için yapılan başka bir çalışmada ise, karabuğday ununun istenilen renk özelliği verdiği ayrıca bu tarz ekmeklere benzer gözenek boyutunu sağlamada faydalı olduğu belirtilerek, Fransız ekmeğini taklit ederken %1.9 guar gam ve %5 karabuğday unu kullanılmasının uygun olduğunu bildirmişlerdir (Mezaize et al., 2009).

Çalışmalarında inülin, sükroz ve dondurulup kurutulmuş ve ultrafiltrasyon ile konsantre edilmiş sığır protein plazması kullanılarak glutensiz ekmeklerin kalitesinin artırılmasını amaçlayan Furlan ve ark. (2015) tarafından, protein ve inülinin eklenmesi ile tekstürel özelliklerin gelişiminin sağlandığı; glutensiz ekmek hacminin arttığı, hacmin özellikle %3.5 protein kullanıldığında maksimum değere ulaştığı belirtilmiştir. Duyusal analizler sonucunda ise kontrol grubuna göre istatistiki önemli bir fark bulunmadığı, bu maddelerin glutensiz ekmek örneklerinde organoleptik özellikleri negatif etkilemediği bildirilmiştir. Dondurarak kurutma, ultrafiltrasyon ve inülin ilave edilerek hazırlanan bir katkı formülasyonu ile hava gözeneklerinde çapta azalma, iyi simetri oluşumu ve zaman içinde ekmek sertliğinde azalma gibi önemli gelişmelerin elde edildiği bu yüzden bu formülasyon ile gelişmiş bir protein ağı elde etmenin mümkün olacağı bildirilmiştir. Farklı dozlarda (%0.5 ve %10), farklı proteinler ile (yumurta albümini, kalsiyum kazeinat, bezelye proteini ve soya proteini izolatları) zenginleştirilen pirinç nişastası bazlı hamurlara eklenen asit etkisinin (%0.5 asetik ve laktik asit), hamur profili ve hamur viskoelastiği üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada (Ronda et al., 2014), bitkisel kaynaklı proteinlerin glutensiz ekmek formülasyonuna ilavesi daha yapılı (daha stabil viskoelastisite, daha yüksek viskoelastik modül gibi) hamur matriksi etkisine neden olurken, asit etkisinin bu etkiyi azalttığı raporlanmıştır. Hayvansal kaynaklı proteinlerin formülasyona dahil edilmesi ile asidifikasyon daha düşük hamur deformasyonu ve viskozitede kararlılık göstermiştir. Hamurun asitlendirilmesi amiloz retrogradasyonunu azaltmıştır. Proteince zenginleştirilmiş pirinç nişastalı hamurların asitlendirilmesinin hamur viskometrik niteliklerinin gelişmesini, glutensiz ekmekler için önem taşıyan reolojik niteliklerin de iyileşmesini sağladığı belirlenmiştir.

Farklı gamlar, DATEM (Mono ve Digliseridlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri) ve LBG (Keçi boynuzu gamı) içeren, pirinç unlu ekmek hamurunun reolojik özelliklerini belirleyen ve pirinçli ekmeğinin kalitesini (hacmi, sertlik ve duyuşal özellikleri) değerlendiren Demirkese ve ark. (2010), en yüksek elastikliğin (%0.5 oranında kullanılan) DATEM, guar ve ksantan gamları içeren pirinç hamur örneklerinde gözlemlendiğini belirtmişlerdir. Bir emülsifiyer olarak Purawave™ kullanıldığında ise hamur örneklerinin nispeten daha düşük kıvam ve DATEM ilavesine göre daha az viskoelastik modül değerine sahip olduğu, pirinç hamurunun viskoelastik parametrelerinin ekmek sertliği ile ilişkili bulunduğu, DATEM ilavesinin duyuşal özellikleri ve spesifik hacim bakımından ekmek kalitesini geliştirdiğini raporlamışlardır.

Glutensiz ekmeklerde HPMC (Hidroksi Propil Metil Selüloz) kullanımı üzerine yapılan bir optimizasyon çalışmasında pirinç nişastası bazında 4.35 g /100 g HPMC, 1g/100g beta glukoz ve 0.37 g/100 g peynir altı suyu proteini kullanılarak optimum formülasyon oluşturulabileceği ve bu formülasyonla yapılan glutensiz ekmek örneklerinin analiz verileri ile deneysel buğday unu ile yapılan ekmek örnekleri verileri arasında bir uyum olduğu belirlenmiştir. Ayrıca duyuşal analiz sonuçlarına göre verilen formülasyonla yapılan örneklerin kabul edilebilir olduğu raporlanmıştır (Kittisuban et al., 2014). Mezaize ve ark. (2009) tarafından yapılan, Fransız stili ekmekler için glutensiz formülasyon optimizasyonu çalışma sonuçlarında, spesifik hacmin HPMC ve guar gam ile arttığını, hidrokoloitlerin özellikle HPMC ve guar gam ilavesi ile sertliğin azaldığını belirtmişlerdir. Farklı bir çalışmada pirinç unu tabanlı glutensiz ekmek üretimi için yapı sağlayıcı olarak HPMC ve işlem yardımcısı olarak TG (transglutaminaz) kullanılmıştır. Çalışma sonucunda pirinç ununa %1 TG, %13 soya, %4 HPMC kombinasyonunun veya bu hammaddelerin bireysel ilavesinin pirinç bazlı glutensiz ekmeklerin fiziksel özelliklerinde önemli değişimlere sebep olacağı raporlanmıştır (Marco and Rosell, 2008). Enzim aktif soya unu glutensiz ekmek hacmini ve yapısını olumlu yönde etkilemektedir. Soya ununun kaliteyi olumlu etkilemesinde partikül boyutu ve miktarı önem arz etmektedir. En iyi sonuçlar için %12.5 -15 arası konsantrasyonda ve 90 µm partikül boyutunda soya unu kullanılmalıdır. Boyut ve miktar yanında soya ununun

enzimatik aktiviteye de sahip olması gerekmektedir (Ribotta et al., 2004).

SONUÇ

Çölyak hastalarının ihtiyaçları doğrultusunda kabul edilebilir nitelikte yeni ürünlerin geliştirilmesi önemlidir. Genel olarak glutensiz ürünlerde mineral madde, protein ve vitamin eksikliği belirlenmiştir. Glutensiz ekmeklerin besleyici değerini arttırmak adına çalışmalarda çeşitli katkıları kullanılarak eksikliğin kısmen giderilmesine çalışılmıştır. Gluten ağ yapısının eksikliğinden kaynaklanan ürünlerin kalitelerinde önemli oranda gerilemeler görülmektedir. Kaliteyi arttırmak için yapılan çalışmalarda; farklı proteinler, gamlar, enzimler ve farklı bakliyat ve tahıl benzeri ürünler kullanılsa da glutenin sağladığı hamur ve ekmek yapısına ulaşamamıştır. Glutensiz ekmeklerde en büyük sorunlardan biri de ürünün hızlı bayatlamasıdır. Çölyak hastalarının taze ekmeğe ihtiyacı bulunmaktadır. Glutensiz ürünlerin her alanda üretilmemesi sonucu sadece büyük şehirlerde bu ihtiyaç karşılanırken, farklı bölgelerde yaşayan hastalar ürün tedarik etmede sorun yaşamaktadır. İnternet üzerinden yapılan satışlar mevcuttur fakat burada da taze ürün arzı bulunmamaktadır. Ekmeğin en çok tüketilen unlu mamul olduğu düşünülürse, bundan sonraki yapılacak çalışmalarda çölyak hastaları için öncelikle kalitesi yüksek, duyuşal kabul edilebilirliği olan, taze olarak tüketime imkân sağlayan, glutensiz ürünlerin üretimi için çalışmalara ihtiyaç bulunmaktadır.

KAYNAKLAR

- Aguilar N, Albanell, E Minarro, B Marta, C, 2015. Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. *Food Science and Technology*, 62: 225-232.
- Anonim, 2014. Gıda ve kontrol genel müdürlüğü 2014. <http://mevzuat.basbakanlik.gov.tr/Metin.aspx?MevzuatKod=9.5.15749&MevzuatIliski=0&sourceXmlSearch=gluten>. Erişim Tarihi: 10.02.2015.
- Axel C, Röcker, B Brosnan, B Zannini, E Furey, A Coffey, A Arendt, E, 2015. Application of *Lactobacillus amylovorus* DSM19280 in gluten-free sourdough bread to improve the microbial shelf life. *Food Microbiology*, 47: 36-44.
- Costantini L, Lucsic L, Molinari R, Kreft I, Bonofaccia G, Manzi L, Merendino N, 2014. Development of gluten-free bread using tartary buckwheat and chia flour rich in flavonoids and omega-3 fatty acids as ingredients. *Food Chemistry*, 165: 232-240.

- Demirkesen I, Mert B, Sumnu G, Şahin, S, 2010. Rheological properties of gluten free bread formulation. *Journal of Food Engineering*, 96: 295-303.
- Dizlek H., 2012. Gluten proteinlerinin hamur ve ekmek nitelikleri üzerine etkileri. *Dünya Gıda Dergisi*, 18: 80-86.
- Dizlek H, 2011. Gluten oluşumu ve bunu sınırlayan engelleyen etmenler. *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 6: 14-22.
- Dizlek H, Gül H, 2007. L-Askorik asit ve ekmekçilikteki işlevleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2: 26-34.
- Dizlek H, Özer M.S, Altan A, Gül H. 2006. Buğdaydaki gluten proteinlerinin birbirleriyle etkileşimleri. *Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Fuarı, 7-9 Eylül 2006, Gaziantep*.
- Elgün, A, Ertugay, Z, 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi. Üçüncü baskı, Erzurum, Türkiye. 376s.
- Elgün, A, Ertugay, Z, 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Dördüncü Baskı, Erzurum, Türkiye. 411 s.
- Fasano A, Catassi C, 2001. Current approaches to diagnosis and treatment of celiac disease: an evolving spectrum. *Gastroenterology*, 120: 36-51.
- Furlan, R, Padilla, P, Campderros, M, 2015. Improvement of gluten-free bread properties by the incorporation of bovine plasma proteins and different saccharides into the matrix. *Food Chemistry*, 170: 257-260.
- Gallagher E, Gormley T, Arendt E, 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 143-152.
- Green, P, Cellier, C, 2007. Celiac disease. *The New England Journal of Medicine*, 357: 1731-1743.
- Gren P, Jabri B, 2003. Coeliac disease. *Lancet*, 362: 383-391.
- Gujral N, Freeman H, Thomson A, 2012. Celiac disease: prevalence, diagnosis, pathogenesis and treatment. *World Journal of Gastroenterology*, 18: 6036-6059.
- Hatta E, Matsumoto K, Honda Y, 2015. Bacillofysin, papain, and subtilisin improve the quality of gluten-free rice bread. *Journal of Cereal Science*, 61: 41-47.
- Hill I, Bhatnagar S, Cameron J, De Rosa S, Maki M, Russell G, Troncone, R, 2002. Celiac disease: working group report of the first world congress of pediatric gastroenterology, hepatology, and nutrition. *Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition*, 35: 78-88.
- İşleroglu H, Dirim S, Ertekin F, 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34: 29-36.
- Kittisuban P, Ritthiruangdej P, Suphantharika M, 2014. Optimization of hydroxypropylmethylcellulose, yeast β -glucan, and whey protein levels based on physical properties of gluten-free rice bread using response surface methodology. *Food Science and Technology*, 57: 738-748.
- Koehler P, 2014. Celiac disease and gluten. *Multidisciplinary Challenges and Opportunities*, 1: 96.
- Korus J, Witzcak T, Ziobro R, Juszczak L, 2015. Linseed (*Linum usitatissimum* L.) mucilage as a novel structure forming agent in gluten-free bread. *Food Science and Technology*, 62: 257-264.
- Mahmoud RM, Yousif EI, Cadallah, MG, Alawneh AR, 2013. Formulations and quality characterization of gluten-free egyptian balady flat bread. *Annals of Agricultural Sciences*, 58: 19-25.
- Marco C, Rosell C, 2008. Breadmaking performance of protein enriched, gluten-free breads. *European Food Research and Technology*, 4: 1205-1213.
- Martinez M, Diaz A, Gomez M, 2014. Effect of different microstructural features of soluble and insoluble fibres on gluten-free dough rheology and bread-making. *Journal of Food Engineering*, 142: 49-56.
- Mezaize S, Chevallier S, Bail A, Lamballerie, MD, 2009. Optimization of gluten-free formulations for french-style breads. *Journal of Food Science*, 74: 140-146.
- Moroni, AV, Bello, FD, Arendt, EK, 2009. Sourdough in gluten-free bread-making: an ancient technology to solve a novel issue?. *Food Microbiology*, 26: 676-684.
- Nehra V, Marietta E, Murray J, 2013. Celiac disease. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 298-306.
- Novotni D, Cukelj N, Smerdel B, Bituh M, Dujmic F, Curic D, 2012. Glycemic index and firming kinetics of partially baked frozen gluten free bread with sourdough. *Journal of Cereal Science*, 55: 120-125.
- Özüğür G, Hayta, M, 2011. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36: 287-294.
- Renzetti S, Bello FD, Arendt EK, 2008. Microstructure, fundamental rheology and baking characteristics of batters and breads from different gluten-free flours treated with a microbial transglutaminase. *Journal of Cereal Science*, 48: 33-45.
- Ribotta P, Ausar, S, Morcillo, M, Perez, G. 2004. Production of gluten-free bread using soybean flour. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84: 1969-1974.
- Ronda F, Villanueva M, Collar C, 2014. Influence of acidification on dough viscoelasticity of gluten-free rice starch-based dough matrices enriched with exogenous protein. *Food Science and Technology*, 59: 12-20.
- Schaart M, Mearin M, 2014. Early Nutrition: prevention of celiac disease?. *Journal Pediatr Gastroenterol Nutrition*, 59: 18-20.
- Schober T, Messerschmidt M, Bean S, Park S, Arendt E, 2005. Gluten-free bread from sorghum: quality differences among hybrids. *Cereal Chemistry*, 82: 394-404.
- Shewry P, Halford N, Belton P, Tatham A, 2002. The structure and properties of gluten: an elastic protein from wheat grain. *Philosophical Transactions*, 28: 133-142.
- Torbica A, Hadnadev M, Dapcevic T, 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocolloids*, 24: 626-632.
- Villanacci V, Ceppa P, Tavani E, Vindigni C, Volta U, 2011. Coeliac disease: the histology report *Digestive and Liver Disease*, 43: 385-395.
- Wieser H, 2007. Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiol*, 24: 115-124.
- Yanar Ö, Durmaz Ö, Gökçay G, 2013. Atipik başlangıçlı çölyak hastalığı. *Çocuk Dergisi*, 13: 126-130.
- Yarpuz D. 2011. Glutensiz ekmek üzerine araştırmalar. Selçuk Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek Lisans Tezi, 44s.
- Yılmaz Y, Doğan, I, S, 2015. Glutensiz Ekmek Karışımların Kalite ve Bileşenler Yönünden Değerlendirilmesi. *Gıda*, 40: 335-342.