

TAHİL ESASLI GLUTENSİZ ÜRÜNLERİN BESİNSEL VE TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ

Gamze Özüğür¹, Mehmet Hayta²

¹Hitit Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Çorum

²Erciyes Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Kayseri

Geliş tarihi / Received: 23.03.2011

Düzeltilerek Geliş tarihi / Received in revised form: 04.05.2011

Kabul tarihi / Accepted: 07.05.2011

Özet

Çölyak hastalığı en yaygın gıda intoleranslarından biridir ve dünya nüfusunun %1-2'sini etkilemektedir. Çölyak hastalığında, yaşam boyu gluten içermeyen bir diyet ve sadece glutensiz ürünlerin tüketilmesi, temel tedavi yöntemidir. Gluten ise hamurun elastikiyet ve uzayabilirlik özelliklerinden sorumlu olan, ürünün görünüm ve iç yapısına katkıda bulunan, hamurun temel yapısını oluşturan proteindir. Gluten içermeyen ürünlerde gluten eksikliğinden kaynaklanan kalite kusurlarının ve besinsel problemlerin giderilmesi için formülasyona çok çeşitli bileşenler ilave edilebilmektedir. Gluteni taklit ederek istenilen hamur yapısının oluşması ve fırınlama sonrasında renk, görünüş, tekstür ve lezzet gibi kalite özelliklerinin iyileştirilmesi amacıyla nişasta ve hidrokolloid kullanımı yaygın bir yaklaşımdır. Besinsel değeri düşük olan glutensiz ürünlerin vitamin, mineral ve protein içeriklerinin artırılmasına yönelik çalışmalar mevcuttur. Bu derlemede gluten içermeyen ekmek, kek, bisküvi ile makarna-eriştenin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesine yönelik yapılan çalışmalar üzerinde durulmuştur.

Anahtar kelimeler: Çölyak hastalığı, gluten, glutensiz tahıl ürünleri

THE IMPROVEMENT OF NUTRITIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF GLUTEN-FREE CEREAL-BASED PRODUCTS

Abstract

Celiac disease is one of the most common food intolerances with prevalence of 1-2% worldwide. Currently, a lifelong gluten-free diet and so the consumption of only gluten-free product is the basic treatment for celiac disease. Gluten is the main structure-forming protein in dough, responsible for the elastic and extensible properties of dough and contributes to appearance and microstructure of product. A wide variety of components can be added to the formulation in gluten-free products to overcome the quality defects and dietary problems due to the lack of the gluten. The use of starch and hydrocolloids is a common approach for the formation of the desired structure of dough to mimic gluten and the improvements of quality characteristics such as color, appearance, texture and flavor after the baking process. There have been such studies on the increase of vitamin, mineral and protein content of gluten-free products with low nutritional value. In this review, the studies for improving the nutritional and technological characteristics of gluten-free bread, cakes, biscuits and pasta-noodles have been considered.

Keywords: Celiac disease, gluten, gluten-free cereal foods

*Yazışmalardan sorumlu yazar / Corresponding author;

✉ gamzeozugur@hitit.edu.tr

☎ (+90) 364 227 4533 / 1285

☎ (+90) 364 227 4535

GİRİŞ

Gluten Latince "yapıştırıcı" (glue) anlamındaki bir kelimeden türemiştir (1). Bir tahıl proteini olan gluten, undan nişasta ve diğer bileşenlerin yıkanarak uzaklaştırılması ile elde edilir. Yaş gluten %65 oranında su içerir ve kuru maddede %75-86 oranında proteinden oluşur. Geri kalan kısımda ise karbonhidrat ve lipid bulunmakta ve gluten-protein matriksi içinde sıkıca tutulmaktadır. Gluten protein kompleksi, glutenin ve gliadin fraksiyonlarından oluşmaktadır. Gluten, hamurun viskoelastik özelliklerinden sorumludur (2). Aynı zamanda mayalı fırın ürünlerinde şekerlerin fermentasyonu sonucu oluşan gaz hücrelerini tutarak, hamurun kabarmasını sağlamaktadır. Fırınlama sırasında gluten proteinleri denatüre olarak hamur stabilize olmakta ve ürünün iç yapısına ve hacmine katkı sağlamaktadır (1). Gluten proteinleri yüksek prolin içermeleri nedeniyle, gastrointestinal sistemde proteolitik yıkıma karşı oldukça dayanıklıdır. Ayrıca, yüksek glutamin içeriği ile gluten, transglutaminaz (TG) enzimi için de iyi bir substrattır (3).

Glutene duyarlı bağırsak hastalığı olarak da bilinen çölyak hastalığı en yaygın gıda intoleranslarından biridir (4). Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde, genellikle prolamin grubu tahıl proteinlerinin tüketimiyle bağışıklık sistemindeki bozukluğa neden olan bir enteropatidir (5). Gluten adı altında toplanan bu prolaminler buğdayda gliadin, çavdarda sekalin, arpada hordeindir (6). Bu hastalık dünya nüfusunun %1-2'sini etkilemektedir (7, 8). Çölyak hastaları gluten içeren gıdalar tükettiğinde sindirim bozukluğundan kaynaklanan tipik belirtiler sergilerler (9). Değişkenlik göstermekle birlikte kabızlık veya ishal, kilo kaybı veya kilo alma ve çoğu zaman yorgunluk ve zayıflık öne çıkan belirtiler arasındadır (1). Bu belirtiler bağışıklık sisteminin gluteni yabancı bir antijen olarak algılamasının sonucunda verdiği bir cevaptır. Küçük çocuklarda kusma, ishal, karın şişliği, iştahsızlık, kilo alamama ve boy uzamasında yavaşlama gibi tipik belirtilerle ortaya çıkan hastalık, ileri yaşlarda kansızlık, boy kısalığı, kemik zayıflığı ve nedeni bilinmeyen karaciğer hastalığı gibi çok değişik belirtilerle kendini göstermektedir (2). Çölyak hastalığında, yaşam boyu gluten içermeyen bir diyet ve sadece glutensiz ürünlerin tüketilmesi, temel tedavi yöntemidir.

Glutensiz gıdalar buğday, arpa, çavdar ve tartışmalı da olsa yulaf içermemelidir (10). Codex Alimentarius'a göre glutensiz gıdalar aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır (11):

(a) buğday, çavdar, arpa veya bunların melezlerinin prolaminlerini içermeyen bileşenlerden üretilen ve gluten seviyesi 20 ppm'i geçmeyen veya

(b) buğday, çavdar, arpa, yulaf, kılçıksız buğday veya bunların melezlerinden "glutensiz" olarak belirtilen bileşenleri içeren ve gluten seviyesi 200 ppm'i geçmeyen veya

(c) (a) ve (b) deki bileşenlerden herhangi ikisinin karışımı olup gluten seviyesi 200 ppm'i aşmayan gıdalar

Gluten özellikle buğday esaslı ekmek, bisküvi, kek, makarna gibi halkın beslenmesinde önemli yer tutan tahıl ürünlerinin kalitesini etkileyen temel bileşendir. 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. Gluten, kaliteli ekmek üretimi için gerekli olan, hamurun elastikiyet ve uzayabilirlik özelliklerinden sorumlu olan, görünüş ve ekmek içi yapısına katkıda bulunan başlıca proteindir.

GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE KALİTE PROBLEMLERİ

Renk, görünüş, tekstür ve lezzet

Glutensiz ekmek hamurları akışkan, bir yapıda olup, fırlama sonrası ise ufalanarak tekstür ve zayıf bir renk oluşmaktadır (12, 13).

Glutensiz keklere çoğunlukla pirinç unu kullanılmaktadır. Düşük gaz tutma kapasitesi nedeniyle pirinç ürünleri düşük hacim, zayıf tekstür, renk ve içyapı gibi bazı kalite sorunlarına sahiptir (13).

Gluten, makarna hamurunun yoğurma sırasında gelişimini sağlamakta ve pişme sırasında dağılmasını önlemektedir (14). Gluten yokluğunda bu gelişimi sağlayacak ve kaynar su içerisinde dağılmasını önleyecek bileşenler ve/veya teknolojiler kullanılması gerekmektedir.

Glutensiz bisküvilerde bu tür sorunlara daha az rastlanmaktadır (15). Genellikle saf nişasta esaslı

olmalarından kaynaklanan kuru ve kumlu bir ağız hissi yaratmaktadırlar (16). Gluten yokluğu fırıncılar için önemli bir sorundur. Piyasadaki birçok glutensiz ürün düşük kalitede, zayıf damak tadına sahip ve kötü lezzetlidir (14, 17).

Besleyicilik ve Nutrasötik Özellikler

Glutensiz ürünlerin, genellikle zenginleştirilmemesi ve çoğunlukla rafine un veya nişastadan yapılmalarından dolayı, gluten içeren benzer ürünler ile aynı seviyede besinsel değer taşımadıkları görülmektedir. Bu nedenle, glutensiz bir diyetle ilgili olan çölyak hastalarının, özellikle besinsel lif alımı ile ilgili, dengeli bir şekilde beslenip beslenmedikleri konusunda hala belirsizlikler vardır (18). Glutensiz diyetle B vitamini, kalsiyum, D vitamini, demir, çinko, magnezyum ve besinsel lif yetersizliği söz konusudur (19). Yüksek protein ve mineral seviyesine sahip karabuğday ve sorgum gibi besleyici glutensiz unların bulunduğu bildirilmektedir. Ancak bu unlar yaygın olarak kullanılmamakta, üreticiler düşük seviyede besinsel lif, demir ve folat içeriğine sahip, rafine, zenginleştirilmemiş glutensiz unlar tercih etmektedir. Fakat son çalışmalarda glutensiz tahıllardan lif, B vitamini ve demir kaynağı olabilecek darı, teff, yabani pirinç, sorgum, esmer pirinç, mısır, karabuğday, kinoa (quinoa) ve amaranth kullanımına geniş yer verilmektedir (18).

Glutensiz hamurların fermentasyon süresinin uzatılması, özellikle mayalanma sürecinde ekşi hamur basamağının olması glutensiz ekmeklerin lezzetini önemli ölçüde artırırken, glutensiz formülasyonlarda var olan diğer bileşenlerin sindirimi ve biyoyararlılığını geliştirmektedir (20).

Raf Ömrü

Ekmeğin raf ömrü genellikle nem kaybı, bayatlama ve mikrobiyal bozulmalardan etkilenir. Bunlardan bayatlama raf ömrünü kısıtlayan temel faktördür. Ekmeğin bayatlamasından sorumlu mekanizmaları açıklayan çok sayıda çalışma olmasına rağmen, bu süreç hala çeşitli yönlerden belirsizliğini korumaktadır (21).

Sertlik ve ufalanma derecesi genellikle ekmeğin bayatlamasını değerlendirmek için kullanılmaktadır. Ekmeğin bayatlamasından nişasta retrogradasyonu, özellikle de amilopektin kristalizasyonu sorumludur (22). Nişasta esaslı olan glutensiz ekmeklerde,

bayatlamasının başlaması gluten içeren ekmeklere göre çok daha hızlıdır (23). Glutenin bayatlamayı önleme rolü de vardır. Pek çok glutensiz üründe bayatlama eğilimi daha fazladır. Bayatlama ve zayıf duyuşsal niteliklerin glutensiz ekmeklerde daha yaygın olduğu bildirilmiştir ve bayatlamayı önlemek için de düzenli protein fazına ihtiyaç olduğu belirtilmiştir (22). Glutensiz formülasyonların protein içeriğinin artırılması ve hidrokolloid, emülgatör, amilolitik enzimlerin kullanımı glutensiz ekmeklerin raf ömrünü uzatmaktadır (20).

GLUTENSİZ ÜRÜNLERDE KALİTE İYİLEŞTİRME ÇALIŞMALARI

Ekmeç

Son yıllarda glutenin viskoelastik özelliklerinin taklit edilmesi amacıyla glutensiz unlara nişasta, süt proteinleri ve hidrokolloidler katılarak, bu ürünlerin yapısının, damak tadının, kabul edilebilirliğinin ve raf ömrünün geliştirilmesine yönelik artan bir ilgi söz konusudur (24). Birçok çalışma sonucunda, çeşitli hidrokolloidlerin glutensiz ekmeklerin kalitesini iyileştirdiği saptanmıştır. Bu hidrokolloidler; hidroksipropilmetilselüloz, metilselüloz, karboksimetilselüloz, psyllium gam, keçiboynuzu gamı, guar gam, ksantan gam, pektin, agaroz ve β -glukandır. Bunların kullanımı ile hamurun reolojik özellikleri düzenlenmekte, dolayısıyla son ürünün kalitesi artırılmaktadır (24).

Pirinç unu esaslı ekmeklerde glutenin viskoelastik yapısının taklit edilmesi, yapının oluşması ve gaz tutulmasını sağlamak için polimerik maddelere ihtiyaç vardır. Gamlar ve hidrokolloidler, buğday gluteninin sağladığı gaz tutumunu ve su absorpsiyonunu artırmaktadır. Böylece viskozite ve gaz hücre çeperinin dayanıklılığı artırılmakta ve nem kaybı önlenmektedir. Jel yapı soğuduktan sonra bozulmamakta ve son üründe tekstür üzerine olumsuz etki olmamaktadır (23). Nişasta ve jelleştirici maddelerin kullanımı da glutensiz ekmeğin kabul edilebilirliğini artırmaktadır. Yaygın olarak da glutensiz ürünlerde pirinç nişastası kullanılmaktadır kullanılmaktadır (14). Araştırmalar glutensiz ekmeklerde enzim uygulamalarının ekmeç tekstürünü geliştirdiğini ortaya koymaktadır (19). Çapraz bağlama gerçekleştiren enzimler (TG ve glukoz oksidaz) glutensiz ekmeç kalitesini artırmaktadır

(26). Pirinç ekmeklerinde α -amilaz ve siklodekstrin glikozil transferaz gibi enzimlerin kullanımı ekmek spesifik hacmini artırmakta ve ekmek içi sertliğini azaltmaktadır (21).

Besinsel lifler, bağırsak geçiş süresini azaltması, kabızlığı önlemesi, kolon kanseri riskini azaltması, kan kolesterol seviyesini düşürmesi, kısa zincirli yağ asitleri üretimi ve yararlı bağırsak mikroflorasının gelişmesini içeren sağlık faydalarıyla, insan beslenmesindeki önemli bileşenlerdendir. Doğal bir polisakkarit olan β -glukan, fonksiyonel ve besleyici özellikleri nedeniyle önemli lif kaynakları arasında sayılmaktadır. Yulaf b-glukanın glutensiz ekmeklerde kullanımı ile ekmek hacmi ve iç yumuşaklığı artmakta, besinsel değeri gelişmektedir (27).

Ekmeklerin hem besinsel değerini, hem de kalitesini iyileştirmek için proteinler de glutensiz ekmeklerde kullanılmaktadır. Protein kalitesini arttırmak, mekanik özellikleri iyileştirmek ve raf ömrünü uzatmak için soya proteinleri ilave edilmektedir (28). Benzer şekilde hem besinsel hem de lezzet ve depolama süresini arttırma, tekstürü geliştirme gibi fonksiyonel faydalar sağlamak amacıyla süt ürünleri fırıncılık ürünlerinde kullanılmaktadır. Yüksek protein /düşük laktoz içeren tozlar (sodyum kazeinat, süt protein izolatu) şekil ve hacmi geliştirmekte ve ekmek içi sıklığını artırmaktadır (14).

Son yıllarda glutensiz ekmeklerde ekşi hamur kullanımı konusunda çalışmalar yapılmaktadır. Gluten içeren ekmek üretiminde ekşi hamur kullanımının, ekmek hacmini, içyapısını, lezzetini, besinsel değerini ve raf ömrünü geliştirdiği konusunda önemli bir görüş birliği mevcuttur (23). Ekşi hamur fermentasyonu sırasında laktik asit bakterileri tarafından üretilen organik asitler, eksopolisakkaritler ve enzimler gibi birçok metabolitin ekmeğin tekstürü ve bayatlama süresi üzerine olumlu etkileri vardır. Laktik asit bakterilerinin ürettiği eksopolisakkaritler pahalı hidrokolloidlerin yerini almaktadır. Organik asitler ise undaki protein ve nişasta fraksiyonlarına etki etmektedir. Ayrıca asit üretimi ile pH'nın düşmesi, undaki proteaz ve amilaz aktivitesini artırmakta, bu da bayatlama oranını düşürmektedir (29).

Kek

Kek yapımında kullanılacak glutensiz unların tanecik boyutunun küçük, polar lipit içeriğinin yüksek ve nişasta jelatinizasyon sıcaklığının düşük olması istenmektedir. Unun iyi bir şekilde öğütülmesi yararlı olmakta, emülgatör ilavesiyle de polar lipit yetersizliği giderilebilmektedir. Sakkaroz, nişasta jeletinizasyonunu geciktirmede glukozdan daha güçlü etkiye sahiptir, dolayısıyla sakkaroz yerine glukoz kullanımı kek hacmini, içyapısını ve tekstürünü geliştirmektedir (30).

Pirinç unu esaslı keklerde, yer elması ununun kullanıldığı bir çalışmada keklerin fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Keklerin tekstürel özelliklerinin geliştiği ve β -karoten bakımından zenginleştiği görülmüştür (31).

Karabuğday unu, amaranth unu ve keten tohumu ununun keklerde kullanılması ile keklerin protein içeriğinin ve besinsel lif miktarının önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. Aynı zamanda keklerin makro ve mikro elementler (potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, demir, manganez, çinko ve bakır) bakımından da zenginleştiği bildirilmiştir (32).

Mısır unu, pirinç unu ve taro unu esaslı glutensiz keklere börülce unu, sarımercimek unu ve kabak unu ilavesinin keklerin protein, yağ, ham lif, kül ve mineral (kalsiyum, demir ve çinko) madde miktarlarında artışa neden olduğu ve önemli bir lezzet kaybının olmadığı belirtilmiştir (33).

Glutensiz pirinç keklerinde formülasyona dâhil edilen ksantan gam, guar gam, keçiyoynuzu gamı, κ -karragenan ve bunların karışımlarının kullanımı ile kek hamurunun emülsiyon stabilitesinin arttığı görülmüştür. Ksantan ve emülgatör karışımı ilavesi keklerin hacmini ve gözenekliliğini artırmıştır. Yine ksantan gam, kek viskozitesini belirgin bir şekilde artırırken fırınlama sırasında çökme oluşumunu önlemiştir (34).

Kek hamurunda pirinç nişastası ve soya protein izolatu kullanımının, buğday unu hamuruyla benzer reolojik davranış gösterdiği bildirilmiştir (35).

Bisküvi

Ekmektekinin tersine, bisküvide gluten ağının az gelişmesi, hamurda kohesif yapının oluşması, hamurun çok elastik olmaması istenmektedir. Bu

durum, glutensiz bileşenlerle bisküvi üretiminde bir avantajdır ve daha farklı bileşenler ve kombinasyonları ile yapılacak çalışmaların da başarılı olmasını sağlayacaktır (36).

Bisküvi formülasyonu genel olarak yüksek oranda şeker ve shortening, düşük oranda su içermektedir. Kek üretiminde olduğu gibi nişasta jelatinizasyon sıcaklığı bisküvi üretimi için önemli değildir, çünkü nişasta jelatinize olmamaktadır. Bisküvi üretimindeki en önemli noktalardan biri kullanılan unun zedelenmiş nişasta içeriğinin düşük olması gerektiğidir. Çünkü zedelenmiş nişasta su bağlamaktadır ve bisküvinin yayılımını olumsuz etkilemektedir (30).

Glutensiz bisküvilerde mikroenkapsüle edilmiş yağ tozlarının, kullanım kolaylığı gerekçesiyle geleneksel shortening yerine kullanılabileceği bildirilmiştir (36).

Glutensiz bisküvilere king palm unu ilavesi ile gerçekleştirilen bir çalışmada, bisküvilerin karbonhidrat ve enerji değerinde azalma görülürken, diyet lifi ve mineral içeriğinde artış sağlanmıştır. Aynı zamanda hamur elastikiyetinin arttığı ve yapışkanlığının azaldığı belirtilmiştir (15).

Tuzlu ve biberli olmak üzere geliştirilen bisküvilerde "guarana" (*Paullinia cupana*) ve "catuaba" (*Anemopaegma mirandum*) olarak bilinen bitkiler kullanılmıştır ve bisküviler bakır, demir ve çinko bakımından zenginleştirilmiştir. Duyusal olarak da beğenilen bisküvilerin, lif kaynağı olarak düşünülebileceği ve çölyak hastalarının ürün seçeneğini artırabileceği belirtilmiştir (37).

Demir kaynağı olarak yer fıstığı ve badem kullanımı, glutensiz bisküvileri yağ ve protein bakımından zenginleştirirken, bisküviler duyusal olarak da oldukça beğenilmiştir (38).

Sorgum unu ile üretilen bisküvilerin, tüketiciler tarafından beğenildiği ve sorgumunun endüstriyel anlamda da bisküvilerde kullanılabileceği belirtilmiştir (39). Benzer şekilde amaranth ununun glutensiz bisküvilerde kullanılması, bisküvilerin genleşme faktörünü ve sertliğini değiştirmezken, besinsel değerini yükseltmektedir (40).

Makarna-Erişte

Makarnada gluten, yoğurma ve ekstrüzyon sırasında hamur gelişimini sağlayan ve pişme sırasında kaynar suda dağılmayı önleyen temel proteindir. Yani, gluten matriksi makarnanın kalitesini belirleyen önemli bir parametredir (16). Gluten yokluğunun, hamura su ilave edilmeden ve yoğrulmadan önce pre-jelatinize nişasta veya mısır nişastası karıştırılarak ya da yoğurma veya ekstrüzyon aşamasında bazı nişastaların jelatinize olması ile giderilebileceği bildirilmiştir (16, 41).

Ksantan gam ve keçiyoynuzu gamı gibi nişasta dışı polisakkaritler yüksek viskoelastik özelliklere sahiptir ve glutenin özelliklerini taklit ederek makarnanın elastik tekstürünün oluşmasında kullanılabilmektedir. Ksantan gam, keçiyoynuzu gamı ve modifiye nişastanın, gluten içermeyen makarna üzerine belirgin etkileri olduğu bildirilmiştir (42). Ksantan gam içeren pirinç erişteleri ile keçiyoynuzu gamı içerenler karşılaştırıldığında ksantan gam içerenlerin daha iyi piştiği ve daha iyi duyusal özellikte olduğu belirtilmiştir. TG ilavesi ise eriştelerin yüzeyini düzleştirilmekte ve kalitesini geliştirmekte, dolayısıyla hamurun işleme kabiliyetini artırmaktadır (43). Yine TG ilavesinin, glutensiz eriştelerin duyusal özelliklerini geliştirdiği, su kaldırma kapasitesini arttırdığı ve pişme kaybını azalttığı bilinmektedir (44).

Glutensiz pirinç makarnası formülasyonuna guar gam, kazein ve yumurta beyazı ilavesinin, hamur özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir (45).

Karabuğday ununun eriştelerde kullanılması, kül, ham yağ ve fitik asit miktarını ve özellikle de potasyum ve magnezyum içeriğini artırmıştır (46).

Fermente edilmiş bezelyenin makarna da kullanımı protein, yağ, diyet lifi, mineral ve E vitamini içeriğini ve antioksidan kapasitesini geliştirmiştir. Aynı zamanda pişme sırasındaki su absorpsiyonunu arttırdığı fakat pişme süresini uzattığı, pişme kaybında ve suya geçen protein miktarında da artışa sebep olduğu bildirilmiştir (47).

SONUÇ ve ÖNERİLER

Glutensiz ürünlerin raf ömrünün uzatılması (özellikle mikrobiyel raf ömrü) konusunda yeterli çalışma bulunmadığından, çeşitli bileşen ilaveleriyle veya yeni teknolojilerle raf ömrü çalışmalarına ağırlık verilebilir. Glutensiz ürünlerin lezzet bakımından gelişimini sağlayacak ilavelerin veya formülasyonların geliştirilmesi sağlanabilir. Fırınlama sonrasında meydana gelen renk kusurlarının giderilmesine yönelik çalışmalar yapılabilir. Ayrıca glutensiz ekstrude ürünlerin geliştirilmesi ile glutensiz ürün çeşitliliğinin artırılması faydalı olacaktır. Glutensiz unlu mamullerin kalite ve üretim problemlerinin çözülüp, endüstriyel anlamda da üretimlerinin artırılması ile ülkemiz nüfusunun %1-2'si olan çölyak hastalarına sağlıklı ve kaliteli ürünler sunulması mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR

1. O'Neill J. 2010. Gluten-free foods: Trends, challenges, and solutions. *CFW*, 55: 220-223.
2. İşleroğlu H, Dirim SN, Ertekin FK. 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *GIDA*, 34: 29-36.
3. Catassi C, Fasano A. 2008. Celiac disease. In: *Gluten-free cereal products and beverages*, Arendt EK, Dal Bello F (eds.), Academic Press, UK, pp.1-27.
4. Di Cagno R, De Angelis M, Auricchio S, Greco L, Clarke C, De Vincenzi M, Giovannini C, D'Archivio M, Landolfo F, Parrilli G, Minervini F, Arendt E, Gobetti M. 2004. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. *App Environ Microbiol*, 70: 1088-1096.
5. De Angelis M, Coda R, Silano M, Minervini F, Rizzello CG, Di Cagno R, Vicentini O, De Vincenzi M, Gobetti M. 2006. Fermentation by selected sourdough lactic acid bacteria to decrease celiac intolerance to rye flour. *J Cereal Sci*, 43: 301-331.
6. Ciclitira PJ, Ellis HJ, Lundin KEA. 2005. Gluten-free diet-what is toxic? *Best Pract Res Clin Gastroenterol*, 19: 359-371.
7. Cabrera-Chávez F, Calderón de la Barca AM. 2010. Trends in wheat technology and modification of gluten proteins for dietary treatment of coeliac disease patients. *J Cereal Sci*, 52: 1-5.
8. Elsurer R, Tatar G, Sımsek H, Balaban YH, Aydın M, Sokmensuer C. 2005. Celiac disease in the Turkish population. *Diges Dis Sci*, 50: 136-142.
9. Holtmeier W, Caspary WF. 2006. Celiac disease. *Orphanet J Rare Dis*, 1: 3.
10. Moroni AV, Dal Bello F, Arendt EK. 2009. Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue? *Food Microbiol*, 26: 676-684.
11. Cureton P, Fasano A. 2009. The increasing incidence of celiac disease and the range of gluten-free products in the marketplace. In: *Gluten-free food science and technology*, Gallagher E (ed.), Blackwell Publishing, UK, pp. 1-15.
12. Torbica A, Hadnadev M, Dapcevic T. 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocoll*, 24: 626-632.
13. Turabi E, Sumnu G, Sahin S. 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten-free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocoll*, 24: 755-762.
14. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends Food Sci Tech*, 15: 143-152.
15. de Simas KN, Vieira L do N, Podestá R, Müller CMO, Vieira MA, Beber RC, Reis MS, Barreto PLM, Amante ER, Amboni RDMC. 2009. Effect of king palm (*Archontophoenix alexandrae*) flour incorporation on physicochemical and textural characteristics of gluten-free cookies. *Int J Food Sci Technol*, 44: 531-538.

16. Gallagher E. 2008. Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In: *Gluten-free cereal products and beverages*, Arendt EK, Dal Bello F (eds.), Academic Press, UK, pp. 321-346.
17. Gallagher E, Gormley TR, Arendt EK. 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *J Food Eng*, 56: 153-161.
18. Thompson T. 2009. The nutritional quality of gluten-free foods. In: *Gluten-free food science and technology*, Gallagher E (ed.), Blackwell Publishing, UK, pp. 42-51.
19. Arendt EK, Morrissey A, Moore MM, Dal Bello F. 2008. Gluten-free breads. In: *Gluten-free cereal products and beverages*, Arendt EK, Dal Bello F (eds.), Academic Press, UK, pp 289-319.
20. Pruska-Kedzior A, Kedzior Z, Goracy M, Pietrowska K, Przybylska A, Spsychalska K. 2008. Comparison of rheological, fermentative and baking properties of gluten-free dough formulations. *Eur Food Res Technol*, 227: 1523-1536.
21. Gujral HS, Haros M, Rosell CM. 2003. Starch hydrolysing enzymes for retarding the staling for rice bread. *Cereal Chem*, 80: 750-754.
22. Ahlborn GJ, Pike OA, Hendrix SB, Hess WM, Huber CS. 2005. Sensory, mechanical, and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chem*, 82: 328-335.
23. Moore MM, Dal Bello F, Arendt EK. 2008. Sourdough fermented by *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 improves the quality and shelf life of gluten-free bread. *Eur Food Res Technol*, 226: 1309-1316.
24. Lazaridou A, Duta D, Papageorgiou M, Belc N, Biliaderis CG. 2007. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *J Food Eng*, 79: 1033-1047.
25. McCarthy DF, Gallagher E, Gormley TR, Schober TJ, Arendt EK. 2005. Application of response surface methodology in the development of gluten-free bread. *Cereal Chem*, 82: 609-615.
26. Marco C, Rosell CM. 2008. Functional and rheological properties of protein enriched gluten free composite flours. *J Food Eng*, 88: 94-103.
27. Hager AS, Ryan LAM, Schwab C, Gänzle MG, O'Doherty JV, Arendt EK. 2010. Influence of the soluble fibres inulin and oat β -glucan on quality of dough and bread. *Eur Food Res Technol*, 232: 405-413.
28. Hegazy AI, Ammar MS, Ibrahim MI. 2009. Production of Egyptian gluten-free bread. *World J Dairy Food Sci*, 4: 123-128.
29. Arendt EK, Ryan LAM, Dal Bello FD. 2007. Impact of sourdough on the texture of bread. *Food Microbiol*, 24: 165-174.
30. Schober TJ. 2009. Manufacture of gluten-free specialty breads and confectionery products. In: *Gluten-free food science and technology*, Gallagher E (ed.), Blackwell Publishing, UK, pp. 130-180
31. Shih FF, Truong VD, Daigle KW. 2006. Physicochemical properties of gluten-free pancakes from rice and sweet potato flours. *J Food Qual*, 29: 97-107.
32. Gambus H, Gambus F, Pastuszka D, Wrona P, Ziobro R, Sabat R, Mickowska B, Nowotna A, Sikora M. 2009. Quality of gluten-free supplemented cakes and biscuits. *Int J Food Sci Nutr*, 60: 31-50.
33. Doweidar MMM. 2006. Production and evaluation of gluten free cake. *Bull Fac Agric Univ Cairo*, 57: 665-684.
34. Turabi E, Sumnu G, Sahin S. 2008. Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. *Food Hydrocoll*, 22: 305-312.
35. Ronda F, Oliete B, Gómez M, Caballero PA, Pando V. 2011. Rheological study of layer cake batters made with soybean protein isolate and different starch sources. *J Food Eng*, 102: 272-277.
36. Schober TJ, O'Brien CM, McCarthy D, Darnedde A, Arendt EK. 2003. Influence of gluten-free flour mixes and fat powders on the quality of gluten-free biscuits. *Eur Food Res Technol*, 216: 369-376.

37. de Oliveira KE, Takase I, Gonçalves ÉCB de A. 2009. Development of gluten-free cookie from medicinal plants (Guarana - *Paullinea cupana* and Catuaba - *Anemopaegma mirandum*) aiming at copper, iron, and zinc supplementation. *Ciênc Tecnol Aliment*, 29: 631-635.
38. Granato D, Ellendersen L de SN. 2009. Almond and peanut flours supplemented with iron as potential ingredients to develop gluten-free cookies. *Ciênc Tecnol Aliment*, 29: 395-400.
39. Rodrigues Ferreira SM, Luparelli PC, Schieferdecker ME, Vilela RM. 2009. Gluten free cookies prepared with sorghum flour. *Arch Latinoam Nutr*, 59: 433-440.
40. de la Barca AM, Rojas-Martínez ME, Islas-Rubio AR, Cabrera-Chávez F. 2010. Gluten-free breads and cookies of raw and popped amaranth flours with attractive technological and nutritional qualities. *Plant Food Hum Nutr*, 65: 241-246.
41. Molina MR, Mayorga I, Lachance PA, Bressani R. 1975. Production of high protein quality pasta products using a semolina-corn-soy flour mixture. I. Influence of thermal processing of corn flour on pasta quality. *Cereal Chem*, 52: 240-247.
42. Huang JC, Knight S, Goad C. 2001. Model prediction for sensory attributes of non-gluten pasta. *J Food Qual*, 24: 495-511.
43. Yalcin S, Basman A. 2008. Effects of gelatinisation level, gum and transglutaminase on the quality characteristics of rice noodle. *Int J Food Sci Technol*, 43: 1637-1644.
44. Takács K, Némedi E, Márta D, Gelencsér É, Kovács ET. 2007. Use of the enzyme transglutaminase for developing glutenfree noodle products from pea flour. *Acta Alimentaria*, 36: 195-205.
45. Sozer N. 2009. Rheological properties of rice pasta dough supplemented with proteins and gums. *Food Hydrocoll*, 23: 849-855.
46. Bilgiçli N. 2008. Utilization of buckwheat flour in gluten-free egg noodle production. *J Food Agr Environ*, 6: 113-115.
47. Torres A, Frias J, Granito M, Vidal-Valverde C. 2009. Fermented pigeon pea (*Cajanus cajan*) ingredients in pasta products. *J Agric Food Chem*, 54: 6685-6691