



# Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri

## *Effects of chickpea yeast utilization on gluten-free bread*

Nazlı ŞAHİN<sup>1\*</sup> , Mehmet KOYUNCU<sup>1</sup> , Abdulvahit SAYASLAN<sup>1</sup> 

<sup>1</sup>Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Yunus Emre Yerleşkesi, 70100 Karaman, Türkiye

### To cite this article:

Şahin, N., Koyuncu, M. & Sayaslan, A. (2018). Glutensiz ekmekte nohut mayası kullanımının etkileri. *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 22(4): 513-524. DOI: 10.29050/harranziraat.382537

### Address for Correspondence:

Nazlı ŞAHİN  
e-mail:  
nsahin@kmu.edu.tr

### Received Date:

23.01.2018

### Accepted Date:

12.10.2018

© Copyright 2018 by Harran University Faculty of Agriculture. Available on-line at [www.dergipark.gov.tr/harranziraat](http://www.dergipark.gov.tr/harranziraat)



This work is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial 4.0 International License.

### Öz

Bu çalışmada lezzet (tat+koku) ve tekstür bakımından zayıf olan glutensiz ekmeğin üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla glutensiz ekmeğin formülasyonlarına %15, %30 ve %45 (v/w) oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş ve nohut mayası katkı ekmeğin üretilmiştir. Kontrol ve nohut mayası katkı ekmeğin hacim, tekstür, renk ve lezzet gibi özellikleri incelenmiş, mikrobiyolojik sayımlar ve antioksidan kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısının glutensiz ekmeğin formülasyonlarına %30 ve %45 oranlarında katılması, ekmeğin hacmini yaklaşık %3-12, antioksidan kapasiteyi ise yaklaşık %10 oranında artırmıştır. Ayrıca nohut mayası eklemek kısmen bayatlama geciktirici ve lezzet geliştirici etki göstermiştir. Genel olarak değerlendirildiğinde, glutensiz ekmeklerde en iyi sonuç %30 nohut mayası sıvısı katkısıyla elde edilmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Nohut mayası, Glutensiz ekmeğin, Kalite

### ABSTRACT

In this study, effects of chickpea yeast (fermented-chickpea liquor) on gluten-free bread, which is poor in flavor (taste+odor) and texture, were investigated. For this purpose, chickpea yeast at 15, 30 and 45% (v/w) levels were added to the gluten-free formulations and gluten-free breads containing chickpea yeast were baked. Loaf volume, texture, color and flavor characteristics of the control and chickpea-yeast added breads were determined. Additionally, microbial counts and antioxidant capacity studies were conducted. Addition of chickpea yeast at 30 and 45% levels to the gluten-free bread formulations increased loaf volume about 3 and 12%, retarded staling, improved flavor and increased nutritional quality about 10%. In general, the best result was obtained when chickpea yeast was added to the gluten-free breads at 30% level.

**Key Words:** Chickpea yeast, Gluten-free bread, Quality

## Giriş

Gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşan ve viskoz, elastik ve kohezif özelliklere sahip olan buğday gluten proteinleri, hamur oluşturma ve gaz tutma özellikleri nedeniyle ekmeğin üretiminde belirleyici bir role sahiptir (Hoseney, 1994). Gluten proteinleri sağlıklı bireyler için herhangi bir problem oluşturmazken, çölyak hastalarında

özellikle gliadin fraksiyonu ciddi sağlık sorunlarına neden olmakta; bu nedenle çölyak hastaları buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünlerini tüketememektedirler (Arendt ve ark., 2008). Söz konusu hastalar için "glutensiz" olarak adlandırılan gıdalar geliştirilmiştir. Glutensiz ekmeğin, yukarıda sayılan dört tahıl dışındaki tahıl unları ile baklagil unları ve/veya nişastalarından oluşan glutensiz bir karışıma,

gluten proteinlerinin hamurdaki fonksiyonunu kısmen sağlayabilen ksantan, guar, karboksimetil selüloz (CMC) veya pektin gibi hidrokolloidlerin katılmasıyla üretilmektedir (Anton ve Artfield, 2007). Hali hazırda piyasada satışa sunulan glutensiz ekmekler oldukça yavan bir lezzet ile sert ve hızlı bayatlayan bir tekstüre sahiptir (Yılmaz, 2014). Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde gluten proteinlerini içeren gıdaların tüketilmesi sonucu ortaya çıkan bağışıklık sistemi kaynaklı bir rahatsızlıktır (Arendt ve ark., 2008). Bu hastalar buğday, arpa, çavdar ve yulafta bulunan gluten proteinlerini veya bunları içeren gıdaları tükettiklerinde, ince bağırsak iç yüzeyinde bulunan ve emilimi sağlayan 'villi'ler zarar görmekte ve bağırsak yüzeyi düzleşmektedir. Bunun sonucu olarak, çölyak hastaları tükettikleri gıdaların sindirimi ve emiliminde problem yaşamakta ve yetersiz beslenme sorunuyla karşılaşmaktadırlar (Özğür ve Hayta, 2011). Çölyak hastalığı, en yaygın gıda intoleranslarından biri olup, dünya nüfusunun %1-2'sini, Türkiye nüfusunun ise %0,3-1'ini etkilemektedir (İşleroglu ve ark., 2009).

Glutensiz gıda üretiminde temelde üç yaklaşım mevcuttur. Birincisi, nişasta bakımından zengin olan glutensiz bir karışıma gluten proteinlerinin hamura sağladığı viskozite ve gaz tutma özelliğini kısmen sağlayabilen hidrokolloidlerin katılmasıdır (Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014). Hali hazırdaki pratik uygulama ağırlıklı olarak bu yöndedir. Glutensiz gıda üretiminde ikinci yaklaşım, nişasta bakımından zengin olan glutensiz bir karışıma hidrokolloidler ile birlikte proteinlerin çapraz bağlar yoluyla polimerleşmesini katalizleyerek elastikiyet kazandıran transglutaminaz enzimi katılmasıdır (Moore ve ark., 2006). Bu yaklaşım endüstriyel uygulamada yeterince karşılık görmemiştir. Üçüncü yaklaşım ise, buğday ununa spesifik mikroorganizmaları içeren starter kültürler veya ekşi maya katarak salgıladıkları proteazlar vasıtasıyla unda bulunan toksik gliadin kalıntılarını zararsız hale getirdiği yönünde veriler mevcuttur (Greco ve ark., 2011). Bu yaklaşımın potansiyeli yüksek görünmekle birlikte hala araştırma ve

geliştirme aşamasındadır. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan nişasta içeriği yüksek karışımlar ile viskozite sağlayıcı hidrokolloidler konusunda çok sayıda çalışma yürütülmüş; en iyi nişastalı karışımların pirinç unu ve mısır nişastası içerenler olduğu, en etkili gıdaların ise soğuk suda çözünebilen ksantan, guar, hidroksipropil metilselüloz (HPMC) veya CMC gıdaları ya da bunların uygun kombinasyonları olduğu bildirilmiştir (Acs ve ark., 1996a, Acs ve ark., 1996b; Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014).

Glutensiz ürünler diyet lifi, protein, B-grubu vitaminler ile demir, çinko ve kalsiyum gibi mineraller yönünden gluten içeren gıdalara göre fakirdir (Thompson, 2000). Bunun sebebi söz konusu gıdaların kepeği ve embriyosu ayrılmış mısır veya pirinç unu ya da nişastalarından üretilmesidir. Düşük besleyicilik kalitelerinin yanı sıra, piyasadaki glutensiz ürünlerin tekstür, lezzet ve raf ömürleri de düşüktür. Glutensiz karışımlardan üretilen ekmeklerin düşük proteinli ve yüksek nişastalı olmaları, nişasta retrogradasyonuna bağlı olarak bayatlamalarını hızlandırmaktadır (Gallagher ve ark., 2004).

Glutensiz ekmeklerin tüketimleri sırasında hissedilen parçacıklı yapıları ve yavan lezzetleri de öne çıkan dezavantajlarından (Arendt ve ark., 2002). Ekmekçilikte ekşi maya kullanımı hamurun işlenebilirliğini artırmakta, ekmeğin bayatlamasını ve küflenmesini geciktirmekte ve tat-koku (lezzet) sağlayan bileşenlerinin oluşumunu artırmaktadır (Moroni ve ark., 2009). Bu bağlamda ekşi maya benzeri özelliklere sahip olan nohut mayası iyi bir alternatif olabilir.

Nohut mayasının üretimi ve kullanımı geleneksel bir uygulama olduğundan oldukça değişkenlik göstermektedir. Nohut mayası Yunanistan, Kıbrıs ve Makedonya (Katsaboxakis ve Mallidis, 1996; Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b) ile birlikte ülkemizin bazı bölgelerinde evlerde ve küçük fırınlarda farklı yöntemlerle hazırlanmakta; ekmek, simit, poğaç ve çöreklerin üretiminde kullanılmaktadır (Özkaya, 1992; Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Baykara, 2006; Çebi, 2009, Tangüler, 2014). Farklı uygulamalar olmakla birlikte, nohut mayası

üretiminde çoğunlukla nohut kabaca kırılarak bir kaba koyulmakta, üzerine ağırlığının 3-5 katı kaynamış ve 50°C civarına soğutulmuş su ve %0,5-1 (w/w) oranında tuz ilave edilmekte, 35-40°C sıcaklıkta 15-20 saat fermantasyona bırakılmaktadır. Fermantasyon sonunda kabın içerisindeki sıvının yüzeyinde 1-2 cm yüksekliğinde köpük oluşmakta ve bu köpük fermantasyonun başarılı olduğunu göstermektedir (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b; Tangüler, 2014). Elde edilen nohut mayası sıvısı köpüğüyle birlikte süzülerek kırık nohutlardan ayrılmakta, doğrudan veya çoğunlukla ön hamur (ekşi hamur, nohut mayası hamuru) oluşturularak unlu mamullerde kullanılmaktadır (Özkaya, 1992; Baykara, 2006). Yunanistan'da kırılmış nohudun üzerine kaynamış sıcak su ilave edilirken (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b), Türkiye'de kaynatılıp 50°C civarına soğutulmuş su kullanılmaktadır (Baykara, 2006; Çebi, 2009; Tangüler, 2014).

Nohut mayasının hazırlanması, biyokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ve unlu mamullerde kullanımı konularında sınırlı sayıda literatür mevcuttur. Özkaya (1992), ticari pres maya, ekşi maya ve nohut mayasının hamur ve ekmek kalitesine etkilerini araştırmış; nohut mayasının hamur reolojik özelliklerini zayıflattığını ancak ekmek tat ve aroma özellikleri ile dış kabuk rengini geliştirdiğini belirlemiştir. Baykara (2006), sadece nohut mayası ve %50-50 (w/w) nohut mayası-ticari yaş maya kullanılarak üretilen ekmeklerin özelliklerini ticari yaş maya ile yapılan ekmeklerle karşılaştırmış; ekmeklerin bayatlama hızlarını benzer bulmuş, ancak %50-50 nohut mayası-ticari yaş maya karışımından yapılan ekmeklerin duyu özelliklerini diğerlerinden yüksek bulmuştur. Narlıoğlu (2013); ticari maya, nohut mayası ve bu iki mayanın karışımını poğaçaya üretiminde kullanarak hamurda farinograf ve ekstensograf ölçümleri gerçekleştirmiş ve poğaçaya özelliklerini çalışmıştır. Nohut mayalı hamurun daha yumuşak ve kopmaya karşı daha dirençli bir yapı oluşturduğu, nohut mayalı poğaçanın daha az nem kaybı ve daha düşük su aktivitesi değişimine

maruz kaldığı, duyu özellikler bakımından ise ticari maya ve nohut mayası karışımının en iyi sonucu verdiği saptanmıştır. Hancıoğlu-Sıkılı (2003), nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerini araştırmış; nohut mayası ile hazırlanan ekmeklerde bazı aldehit ve asitlerin artarak karakteristik tat ve aromada etkili olduğunu bildirmiştir. Çebi (2014), nohut mayası ve nohut mayalı hamurdan izole edilen *Lactobacillus* suşlarının etkilerini araştırmış; hamur, ekmek içi ve ekmek kabuğunda toplam 58 adet uçucu bileşik belirlemiş, nohut mayasından izole edilen bakterilerin ekmek içi sertlik, koheziflik ve çiğnenebilirlik değerlerini olumlu etkilediğini bulmuştur. Hatzikamari ve ark. (2007a), nohut mayası sıvısında meydana gelen biyokimyasal değişimleri ve mikroorganizmaları araştırmışlar; selülaz,  $\alpha$ -galaktozidaz, invertaz ve proteaz aktivitelerinin arttığını, özellikle fermantasyonun 10. saatinden itibaren *Bacillus* ve *Clostridium* türü mikroorganizmaların çoğaldığını, serbest yağ asitleri, indirgen şekerler ile serbest aminoasitlerin arttığını belirlemiştir. Hatzikamari ve ark. (2007b), sözkonusu bakterilerden *Bacillus cereus*, *B. thuringiensis*, *B. licheniformis*, *Clostridium perfringens* ve *C. beijerinckii*'nin nohut mayalı hamurda en çok bulunan *Bacillus* ve *Clostridium* türleri olduğunu belirlemiştir. Çebi (2009) nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı hamurda bulunan LAB türlerini incelemiş ve toplamda 120 adet LAB izole etmiştir. Türkiye'de yapılan çalışmalarda (Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Çebi, 2009) nohut mayası sıvısı veya hamurundan sadece LAB izole edilirken, Yunanistan'da yapılan çalışmalarda (Hatzikamari ve ark., 2007a, Hatzikamari ve ark., 2007b) *Bacillus* ve *Clostridium* türleri de izole edilmiştir.

Yukarıda özetlenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, nohut mayasının hamur reolojisi ile ekmek tekstür ve lezzetine olumlu katkı sağlayabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, lezzet ve tekstür açısından yetersiz olan glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır.

## Materyal ve Metot

### Materyal

Glutensiz ekmek denemelerinde kullanılan mısır nişastası, yağsız süt tozu ve ksantan gamı Komgıda (Kombassan Gıda A.Ş., Karaman) firmasından sağlanmış; pirinç unu, kabartma tozu, guar gamı ve DATEM Kimbiotek (Kimbiotek A.Ş., İstanbul) firmasından satın alınmıştır. Yaş maya, tuz, şeker, ayçiçek yağı ve koçbaşı nohut Karaman'daki marketlerden temin edilmiştir. Glutensiz karışım, %50 mısır nişastası ve %50 pirinç unu karışımıdır.

### Nohut mayasının hazırlanması

Nohut mayası üretimi ve unlu mamullerde kullanımı yöresel bir uygulama olduğundan standart bir metot yoktur. Bu çalışmada ağırlıklı olarak Çebi (2009) tarafından kullanılan nohut mayası üretim yöntemi takip edilmiştir. Öncelikle temizlenmiş 100 g koçbaşı nohut Waring blender kullanılarak kabaca kırılmış ve 1 l hacimli kapaklı cam kavanoza aktarılmıştır. Üzerine kaynatıldıktan sonra 50°C civarına soğutulan 350 ml distile su ve 1 g tuz ilave edilerek karıştırılmıştır. Cam kavanoz ağzı kapatılarak 40°C'de 16 saat süreyle fermantasyona bırakılarak üzerinde 1-2 cm köpük oluşan nohut mayası sıvısı elde edilmiştir. Nohut mayası sıvısı köpüğüyle birlikte süzülerek ayrılmış ve ekmek formülasyonlarına ilave edilmiştir.

### Glutensiz karışımında yapılan analizler

Mısır nişastası (%50) ve pirinç unundan (%50) oluşan glutensiz karışımın nem içeriği Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği (AACC)'nin 44-15A numaralı metodu takip edilerek etüvde kurutma yoluyla belirlenmiştir (AACC, 2000). Toplam azot (N) içeriği Dumas yakma yöntemiyle (AACC metot 46-30) çalışan N analizatörü (Velp Scientifica NDA 701, İtalya) kullanılarak ölçülmüş; 5.70 azot-protein çevrim faktörü kullanılarak protein içeriği hesaplanmıştır (AACC, 2000).

Toplam yağ içeriği Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle (AACC metot 30-25) belirlenmiştir (AACC, 2000). Bu işlem için Gerhardt otomatik ekstraksiyon sistemi (Soxtherm, Almanya)

kullanılmıştır. Kül içeriği kül fırınında (Nüve MF106, Ankara) sabit ağırlığa gelinceye kadar 900±20°C'de yakılarak (AACC metot 08-01) belirlenmiştir (AACC, 2000). Toplam karbonhidrat içeriği ise hesaplama yoluyla elde edilmiştir.

### Nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı glutensiz hamurda yapılan mikrobiyolojik analizler

Nohut mayası sıvısının pH'sı doğrudan pH-metre ile okunmuştur. Ekşi hamurun pH'sı ise, 10 g ekşi hamurun 90 ml distile su ile 1 dakika homojenize edilmesinden sonra ölçülmüştür. Mikrobiyolojik analizler nohut mayası sıvısında ve en iyi sonuç alınan (%30 nohut mayası) hamurda gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısından doğrudan örnek alınmış ve steril fizyolojik su (%0,85 w/v NaCl) ile uygun dilüsyonlar hazırlanarak mikrobiyolojik sayımlarda kullanılmıştır. Nohut mayalı hamur (25 g) ise, 225 ml steril fizyolojik su içinde 1 dakika süreyle homojenize edilmiş, homojenattan uygun dilüsyonlar hazırlanarak mikrobiyolojik sayımlarda kullanılmıştır. Toplam maya ve küf sayımı Potato Dekstroz Agar (PDA) besiyerine, *Enterobacteriaceae* sayımı Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agar besiyerine, toplam aerob mezofil bakteri sayımı Plate Count Agar (Oxoid CM325) besiyerine, laktik asit bakterileri (LAB) sayımı ise MRS Agar besiyerine uygun dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir (Çebi, 2009).

### Nohut mayalı glutensiz ekmek üretimi

Glutensiz ekmek üretiminde Yarpuz (2011) tarafından geliştirilen formülasyon modifiye edilerek kullanılmıştır. Bu amaçla glutensiz ekmek formülasyonlarına glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, %30 ve %45 (v/w) oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiştir. Kontrol ekmeği üretimi yapılırken nohut mayası kullanılmamıştır. Buna ilişkin formülasyonlar ve bileşimi oluşturan unsurlar çizelge 1'de sunulmuştur. Hamur yoğurma işlemi Kenwood (KM023, İrlanda) marka yoğurucuda ön denemelerle belirlenen sürede (5 dakika) gerçekleştirilmiştir. Yoğrulan akışkan hamur

doğrudan pişirme tavalara aktararak %80 nemle doyurulmuş kabinde fermantasyona (30°C, 55 dakika) bırakılmıştır. Fermantasyonu tamamlanan hamurlar 200°C'de 20 dakika

süreyle pişirilmiş, 1 saat oda sıcaklığında soğutulduktan sonra uygun ambalajlarda saklanmış ve analiz edilmiştir.

Çizelge 1. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan formülasyon

Table 1. Formulation used in gluten-free bread production

Bileşen Component	Birim Unit	Kontrol ekmeği Control bread	Nohut mayası (NM) katkılı ekmek <sup>1</sup> Chickpea yeast (CY) containing bread		
			%15	%30	%45
Karışım (pirinç unu+mısır nişastası, 1:1) <sup>2</sup> Mixture (rice flour+corn starch, 1:1)	g	100	100	100	100
Nohut mayası (NM) sıvısı Chickpea yeast (CY)	ml	-	15	30	45
Su Water	ml	105 (Optimum)	90 (105-15)	75 (105-30)	60 (105-45)
Yaş pres maya Compressed yeast	g	3	3	3	3
Tuz Salt	g	1.5	1.5	1.5	1.5
Şeker (sükroz) Sugar (sucrose)	g	6	6	6	6
Kabartma tozu Baking powder	g	2	2	2	2
Yağsız süt tozu Skimmed milk powder	g	5	5	5	5
Ayçiçek yağı Sunflower oil	ml	5	5	5	5
Gam karışımı (ksantan+guar, 1:1) Gum mixture (xanthan+guar, 1:1)	g	0.75	0.75	0.75	0.75
DATEM DATEM	g	0.5	0.5	0.5	0.5

<sup>1</sup>Karışım esasına göre. <sup>2</sup>%14 nem esasına göre.

#### Nohut mayalı glutensiz ekmekte kalite analizleri

Ekmek ağırlığı ve hacmi, ekmek fırından çıktıktan 1 saat sonra tartılarak ve kolza tohumuyla yer değiştirilerek ölçülmüştür. Pişme kaybı ise, başlangıç hamur ağırlığından ekmek ağırlığının çıkarılması yoluyla hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2002). Nem içeriği AACC metot 44-15A takip edilerek belirlenmiştir (AACC, 2000). pH ölçümü, üretilen ekmeklerden 10 g tartılıp 90 ml distile su ile 1 dakika homojenize edilmesini takiben yapılmıştır. Ekmek içi sertliği, tekstür analiz cihazı (Stable Micro Systems TA.TX2, İngiltere) kullanılarak 2., 24. ve 72. saatlerde AACC'nin 74-09 numaralı metodu takip edilerek belirlenmiştir. Ölçümlerde 25 mm kalınlığında kesilen ekmeklerin orta dilimleri seçilmiş ve 36 mm çapında prob vasıtasıyla %25'lik sıkıştırma oranı kullanılmıştır (AACC, 2000). Ekmek kabuğu

ve ekmek içi renginin ölçümü HunterLab (Color Flex, ABD) renk ölçüm sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Yılmaz, 2014). Duyusal değerlendirme, ekmekle ilgili duyu terimleri konusunda yarı eğitimli panelistler tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler; (a) şekil ve simetri, (b) gözenek yapısı ve homojenlik, (c) çiğneme ve tekstür (d) tat ve koku (lezzet) ve (e) genel beğeni gibi kriterler üzerinden değerlendirilmiştir (Elgün ve ark., 2002; Yılmaz, 2014).

#### Nohut mayalı glutensiz ekmekte toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite tayinleri

Ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteou yöntemi (Singleton ve ark., 1999) takip edilerek belirlenmiştir. Ekmek dilimleri önce dondurarak kurutulmuş ve Waring blenderde öğütülerek 375 µm gözenekli elekten geçirilmiştir.

Öğütülen ekmek örneği (1 g) santrifüj tüpüne tartılarak üzerine 10 ml asitlendirilmiş metanol çözeltisi (HCl/metanol/su, 1/80/10, v/v) eklenmiş, 2 saat süreyle 200 dev/dak hızda oda sıcaklığında çalkalanmış ve santrifüjlenerek (1000×g, 10 dakika) berrak ekstre elde edilmiştir. Daha sonra 250 µL 2N Folin-Ciocalteu fenol ayıracağı, 250 µL ekmek ekstresi ve 5.75 ml saf su santrifüj tüpüne koyularak karıştırılmış ve oda sıcaklığında 8 dakika süreyle bekletilmiştir. Son olarak 2.5 ml %7 (w/v) sulu sodyum karbonat çözeltisi ve 5 ml saf su ilave edilerek karıştırılmış ve oda sıcaklığında 2 saat daha bekletildikten sonra 750 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüş, galik asit standart çözeltileri kullanılarak toplam fenolik madde içerikleri hesaplanmıştır. Ekmeklerin toplam antioksidan kapasiteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali engelleme gücü yöntemi takip edilerek (Beta ve ark., 2005) belirlenmiştir. Analizlerde toplam fenolik madde tayini için hazırlanan ekstreler kullanılmıştır. Ekmek ekstresinden 100 µl alınarak santrifüj tüpüne aktarılmış, üzerine 3.9 ml DPPH çözeltisi ( $6 \times 10^{-5}$  mol/l) eklenerek karıştırılmış, 30 dakika süreyle oda sıcaklığında karanlık bir ortamda bekletilmiş ve 515 nm dalga boyunda absorbansı ölçülmüştür. Asitlendirilmiş metanol çözeltisi kör, DPPH çözeltisi ise kontrol olarak kullanılarak örneğin toplam fenolik madde içeriği hesaplanmıştır.

#### İstatistiksel Değerlendirme

Glutensiz ekmek üretimi tam şansa bağlı deneme deseninde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve üç tekrarlı ölçümler yapılmıştır. Veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, ortalamalar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır.

#### Araştırma Bulguları ve Tartışma

##### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmek üretiminde kullanılan karışımın özellikleri

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan karışımın bileşimi Çizelge 2'de verilmiştir. Glutensiz karışımın (%50 mısır nişastası + %50 pirinç unu) nem içeriği %12,3, protein içeriği %4,3,

yağ içeriği %0.30, kül içeriği %0.28 ve toplam karbonhidrat içeriği %82,1 olarak ölçülmüştür. Bu kompozisyon, karışımı oluşturan mısır nişastası ve pirinç ununun ortalamasını yansıtmakta olup, ticari glutensiz karışımlarla da benzerlik göstermektedir (Yılmaz, 2014). Glutensiz karışımın su tutma kapasitesi ön denemelerle belirlenmiş ve karışım esasına göre %105 su oranı ideal bulunmuştur.

Çizelge 2. Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan glutensiz karışımın özellikleri

Table 2. Properties of gluten-free mixture used in gluten-free bread production

Bileşen (%) <sup>1</sup> Component	İçerik (%) <sup>1</sup> Content
Nem (yaş bazlı) Moisture	12.3
Protein (Nx5.7) Protein	4.3
Yağ Crude oil	0.3
Kül Ash	0.28
Toplam karbonhidrat Total carbohydrate	82.1

<sup>1</sup>%14 nem esasına göredir.

##### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri

Kontrol ve nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin nem içerikleri, pişme kayıpları ve hacimleri Çizelge 3'de verilmiştir. Glutensiz ekmeklerin nem içerikleri %46.8-49.2 arasında, pişme kayıpları ise %11.6-13.0 arasında değişim göstermiş, ancak farklılıklar önemsiz bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerin hacimleri ise 299.5-354.7 ml arasında değişmiş ve farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Glutensiz formülasyona %15 oranında nohut mayası ilavesi ekmek hacmini olumsuz etkilerken, %30 ve %45 oranlarındaki katkılar ekmek hacmini önemli düzeyde artırmıştır. Prensip olarak nohut mayasına benzeyen ekşi maya fermantasyonunda, LAB'ın metabolik aktivite yoluyla hamur reolojisi ve ekmek kalitesini olumlu etkileyen ekzopolisakkaritler ürettiği bildirilmiştir (Tieking ve Ganzle, 2005; Arendt ve ark, 2008). Ekmek hacminin artması ve bayatlamamanın gecikmesi de

sözü edilen iyileştirmeler arasında yer almaktadır. Nohut mayası kullanılarak yapılan bu çalışma, nohut mayasının glutensiz ekmek hacmini kısmen artırabileceğine işaret etmektedir.

Kontrol ve nohut mayalı glutensiz ekmeklerin renk özellikleri Çizelge 4'de sunulmuştur. Ekmeklerin kabuk ve iç renk parametrelerinin bazılarında istatistiksel farklılıklar tespit edilmiş, ekmek içi sarılık ( $b^*$ ) değeri hariç herhangi bir fark bulunmamıştır. Nohut mayası ilavesi, ilave oranına bağlı olarak, ekmek için sarılık değerini düşürmüştür. Nohut mayası katkılı glutensiz ekmekler için elde edilen renk değerleri, ticari glutensiz karışımlardan üretilen ekmeklerin renk değerleriyle (Yılmaz, 2014) benzerlik göstermektedir. Bu çalışmadan elde edilen veriler, nohut mayası kullanımının glutensiz ekmeğin renk özelliklerine etkisinin sınırlı kaldığını göstermektedir.

Şekil 1'de kontrol ve farklı oranlarda nohut mayası içeren glutensiz ekmeklerin farklı depolama sürelerindeki ekmek içi sertlik değerleri, Şekil 2'de ise ekmek kesitleri görülmektedir. Nohut mayası katkısı taze (2. saat) ekmeklerin sertliğini kısmen yükseltmiştir. Ancak ilerleyen depolama periyodunda (24. ve 72. saatler) %15 ve %30 oranlarında nohut mayası ilavesi, ekmeklerin bayatlama hızlarında düşüş sağlamıştır. Normal ekmekte belirlenenin (Özkaya, 1992; Baykara, 2006) aksine, nohut mayasının glutensiz ekmekteki bayatlama geciktirici etkisi daha düşük kalmıştır. Pirinç nişastasının buğday nişastasına göre

retrogradasyona daha eğilimli olması (Yalçın, 2005) sebebiyle nohut mayasının etkisi sınırlı kalmış olabilir. Glutensiz ekmekler ağırlıklı olarak nişastalı karışımlardan meydana geldiğinden, depolama sırasında nişasta retrogradasyonuna bağlı bayatlamaları normal buğday ekmeklerine göre daha hızlı gerçekleşmektedir (Gallagher ve ark., 2004; Ahlborn ve ark., 2005; Moore ve ark., 2006;) Ekmekçilikte ekşi maya kullanımı hamurun işlenebilirliğini artırmakta, ekmeğin bayatlamasını ve küflenmesini geciktirmekte ve lezzet sağlayan bileşenlerin oluşumunu artırmaktadır (Moroni ve ark., 2009). Bu bağlamda, ekşi maya benzeri biyokimyasal ve mikrobiyolojik özelliklere sahip olan nohut mayasının etkisi daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin şekil, gözenek yapısı, tekstür ve lezzet gibi duyuşal özellikleri Çizelge 5'de verilmiştir. Bu duyuşal özellikler istatistiksel olarak farklı bulunsa da ortalamalar birbirlerine oldukça yakındır. Nohut mayasının özellikle %30 oranında kullanılması glutensiz ekmeklerin tekstür, lezzet ve genel duyuşal kalitesini kısmen iyileştirmiştir. Nohut mayalı hamurlarda nohut mayasının karakteristik rahatsız edici putrefikasyon kokusu kolaylıkla algılanabilirken, ekmeklerde sözü edilen koku panelistler tarafından hissedilememiştir. Bu duyuşal veriler, nohut mayasının glutensiz ekmeğin duyuşal özelliklerine etkisinin beklenenden daha düşük olduğunu göstermektedir.

Çizelge 3. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri

Table 3. Properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek <i>Bread</i>	Pişme kaybı (%) <i>Baking loss</i>	Nem içeriği (%) <i>Moisture content</i>	Ekmek hacmi (ml) <i>Loaf volume</i>
Kontrol <i>Control</i>	13.0 öd <sup>1</sup>	49.2 öd	316.3 b <sup>2</sup>
%15 NM <i>15% CY</i>	11.6	46.8	299.5 c
%30 NM <i>30% CY</i>	13.5	48.0	325.6 b
%45 NM <i>45% CY</i>	12.8	49.2	354.7 a

<sup>1</sup>öd: Önemli değil (P>0.05). <sup>2</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).

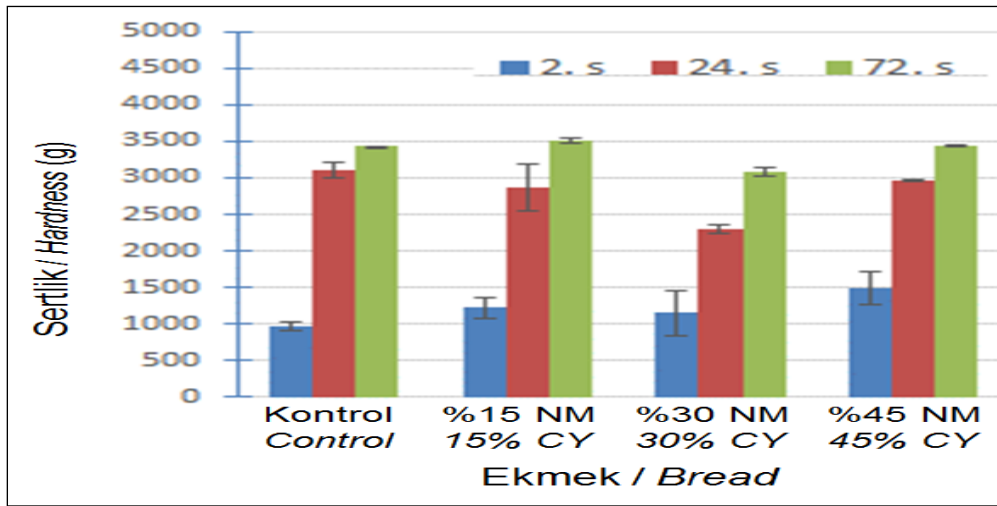
Yukarıda tartışılan nohut mayası katkılı glutensiz ekmek verileri bir bütün olarak değerlendirildiğinde, %30 oranında nohut mayası sıvısı katkısının glutensiz ekmeğin hacim, tekstür ve lezzetine sınırlı düzeyde katkı sağlayabileceği söylenebilir. Nohut mayası kullanılarak normal

ekmekler üzerinde daha önce yapılan çalışmalarda (Özkaya, 1992; Baykara, 2006; Sayaslan ve Şahin, 2018) ise, nohut mayasının ekmek hacmi, tekstürü ve lezzetini önemli ölçüde iyileştirdiği saptanmıştır.

Çizelge 4. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin renkleri  
Table 4. Color of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Ekmek kabuk rengi Crust color			Ekmek iç rengi Crumb color		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
Kontrol Control	36.8 a <sup>1</sup>	13.1 öd <sup>2</sup>	15.5 a	68.2 öd	-1.4 öd	17.3 a
%15 NM 15% CY	32.6 b	12.9	13.0 b	67.7	-0.8	16.1 b
%30 NM 30% CY	35.3 ab	13.5	14.9 a	68.9	-1.2	15.5 b
%45 NM 45% CY	37.6 a	13.0	15.2 a	68.1	0.1	14.4 c

<sup>1</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05). <sup>2</sup>öd: Önemli değil (P>0.05).



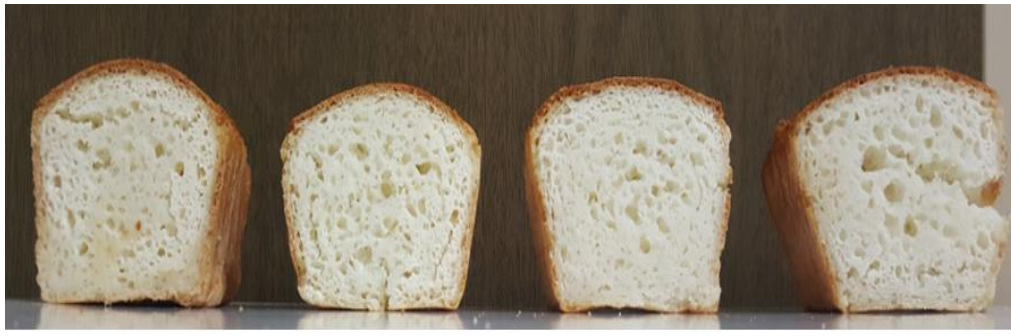
Şekil 1. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin bayatlama hızları  
Figure 1. Staling rates of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Çizelge 5. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin duyuşal özellikleri  
Table 5. Sensory properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Şekil ve simetri (1-10) <sup>1</sup> Shape and symmetry	Gözenek yapısı ve homojenlik (1-10) Cell structure and homogeneity	Çiğneme ve tekstür 1-10 Chewing and texture	Tat ve koku (lezzet) (1-10) Taste and Odor (flavor)	Genel değerlendirme (1-10) Overall
Kontrol Control	6.6 a <sup>2</sup>	6.3 a	6.5 b	6.3 b	6.8 ab
%15 NM 15% CY	6.5 a	6.0 a	6.8 a	6.5 b	6.8 ab
%30 NM 30% CY	6.0 b	5.6 b	7.0 a	7.1 a	7.0 a
%45 NM 45% CY	5.2 c	6.2 b	6.4 b	6.5 b	6.5 b

<sup>1</sup>1'den 10'a kadar; 1=en kötü. 10=en iyi. <sup>2</sup>Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).





Kontrol  
Control

%15 NM  
15% CY

%30 NM  
30% CY

%45 NM  
45% CY

Şekil 2. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin görünüşleri  
Figure 2. Pictures of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

### Nohut mayası katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri

Kontrol ekmek hamuru, nohut mayası sıvısı ve %30 nohut mayası katkılı ekmek hamurunda mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 6'da verilmiştir. Glutensiz ekmeklerde nohut mayası ilavesi LAB, toplam aerob mezofil bakteriler ve toplam maya-küf sayılarını önemli düzeyde artırmıştır. Erginkaya ve ark. (2016)'nın yaptıkları çalışmada da nohut mayası ve hamurunda laktik asit bakterileri sayısının baskın olduğu, bunu aerob mezofil bakteri ve mayaların takip ettiği saptanmıştır.

Örneklerde *enterobacteriaceae* familyasına ait koloni gelişmemiştir. İyi bir fırın ürünü hamurunun 8-9 log kob g<sup>-1</sup> aktif LAB içermesi beklenmektedir (Hammes ve ark., 2005; Rehman ve ark, 2006; Özüğür ve Hayta, 2011). Bu çalışmadaki kontrol ve nohut mayalı glutensiz hamurların LAB içerikleri 7.84-8.40 log kob g<sup>-1</sup> olarak bulunmuş olup, bu değerler sözü edilen değerler arasında yer almaktadır. Nohut mayası katkılı hamurlarda özellikle probiyotik LAB sayısının artışı, ekmeğin besleyicilik ve sağlık kalitesine katkı anlamına gelmektedir.

Çizelge 6. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri  
Table 6. Microbiological properties of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Hamur veya Nohut mayası (NM)	Birim	Laktik asit bakterileri (LAB) sayısı	<i>Enterobacteriaceae</i> Familyası sayısı	Toplam aerob mezofil bakteriler sayısı	Toplam maya ve küf sayısı
Dough or Chickpea yeast (CY)	Unit	Lactic acid bacteria (LAB) count	<i>Enterobacteriaceae</i> Family count	Total aerobic mesophilic bacteria count	Total yeast and mold count
Kontrol hamuru Control dough	log kob/g	8.14 b <sup>1</sup>	- <sup>2</sup>	8.01 b	8.12 b
Nohut mayası (NM) Chickpea yeast (CY)	log kob/g	7.84 c	-	8.08 b	7.97 c
%30 NM katkılı hamur 30% CY containing dough	log kob/g	8.40 a	-	8.30 a	8.34 a

<sup>1</sup>Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05). <sup>2</sup>Belirlenemedi.

### Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Çizelge 7'de kontrol ve nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri verilmiştir.

Hem toplam fenolik madde hem de antioksidan kapasite bakımından önemli farklılıklar oluşmuş; genel olarak, nohut mayası ilavesi glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitelerini artırmıştır. Bu sonuçlar, nohut mayası kullanımının ekmek duyusal

özelliklerinin yanında besleyicilik kalitesini de artırdığını göstermektedir. Xu ve ark. (2008) nohudun da içerisinde yer aldığı birkaç baklagil çeşidine uyguladıkları prosesler (su içerisinde bekletme, kaynatma, buhar verme gibi) sonucunda antioksidanların suya geçerek üründe azaldığını bulmuşlardır. Nohut mayası hazırlanırken nohut içerisinde yer alan fenolik maddeler nohut mayası sıvısına geçerek ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan kapasitelerinin artmasına sebep olmuştur. Nohut, flavonoller (kuersetin, kaemferol ve mirisetin), flavon glikozitler, oligomerik ve polimerik proantosiyanidinler ve nonflavonoidler (hidroksibenzoik, hidroksisinnamik asitler) gibi çok çeşitli polifenolik birleşikler içermektedir (Campos-Vega ve ark., 2010; Yalçın, 2014). Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç erişteleri üzerine yapılan bir çalışmada, erişte örneklerinin besinsel lif, antioksidan kapasite ve fenolik madde içeriklerinin en fazla nohut unu katkısıyla zenginleştiği tespit edilmiştir (Hosta, 2012).

Çizelge 7. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Table 7. Total phenolic contents and antioxidant capacities of gluten-free breads containing chickpea yeast (CY)

Ekmek Bread	Toplam fenolik madde (mg/100g) <sup>1</sup> Total phenolic content	Antioksidan kapasite (DPPH radikali engelleme gücü) (%) <sup>1</sup> Antioxidant capacity
Kontrol Control	0.46 c <sup>2</sup>	27.1 b
%15 NM 15% CY	0.50 b	30.2 a
%30 NM 30% CY	0.64 a	29.9 a
%45 NM 45% CY	0.66 a	29.7 a

<sup>1</sup>Kuru madde esasına göredir. <sup>2</sup>Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05).

## Sonuçlar

Bu çalışmada lezzet ve tekstür bakımından zayıf olan glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu

amaçla glutensiz ekmek formülasyonlarına glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, %30 ve %45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş ve nohut mayası katkılı ekmekler üretilmiştir. Çalışma sonucunda; nohut mayası sıvısının glutensiz ekmek formülasyonuna katılması, glutensiz ekmekte kısmen hacim artırıcı ve bayatlama geciktirici etki göstermiş, besleyicilik değerini artırmıştır. Nohut mayasının glutensiz ekmek lezzetine etkisi ise oldukça sınırlı düzeyde olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, en iyi sonuç %30 nohut mayası katkısıyla elde edilmiştir. Nohut mayası katkısının glutensiz ekmeğe olumlu katkısının daha iyi anlaşılabilmesi için farklı fermantasyon süresi, ekmek yapma yöntemi ve değişik formülasyonlar kullanılarak daha detaylı çalışmalar yapılmalıdır.

## Ekler

Bu çalışma, Nazlı Şahin'in "Nohut Mayasının Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Kalitesine Etkileri" başlıklı yüksek lisans tezinden alınmış olup, 15-17 Haziran 2017 tarihlerinde Nevşehir'de düzenlenen "International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOF-2017)"de sözlü olarak sunulmuş ve özet olarak basılmıştır.

## Kaynaklar

- AACC. (2000). AACC Approved methods (10th ed.). American Association of Cereal Chemists International, St. Paul, MN.
- Acs, E., Kovacs, Z., & Matuz, J. (1996a). Bread from corn starch for dietetic purposes: I. Structure formation. *Cereal Research Communications*, 24, 441-449.
- Acs, E., Kovacs, Z., & Matuz, J. (1996b). Bread from corn starch for dietetic purposes: II. Formation of the visual and technological properties. *Cereal Research Communications*, 24, 451-459.
- Ahlborn, G.J., Pike, O.A., Hendix, S.B., Hess, W.M., & Huber, C.S. (2005). Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82, 328-335.
- Anton, A.A., & Artfield, S.D. (2007). Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59, 11-23.
- Arendt, E.K., Morrissey, A., Moore, M.M., & Dal Bello, F. (2008). *Gluten-free breads. In: gluten-free cereal products and beverages* (Eds. Arendt E.K., Dal Bello, F.). London: Academic Press.
- Arendt, E.K., Schober, T.J., Gallagher, E., & Gormley, T.R.

- (2002). Development of gluten-free cereal products. *Pharmaceutical Foods*, 12, 21-27.
- Baykara, P. (2006). *Geleneksel nohut mayasının endüstriyel beyaz buğday unu ekmeği üretiminde kullanımı* (Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E., & Sapirstein, H.D. (2005). Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82, 390-393.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina, G., & Dave Oomah. B. (2010). Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, 43, 461-482.
- Çebi, K. (2009). *Nohut mayası ve hamurundan laktik asit bakterilerinin izolasyonu ve identifikasyonu* (Yüksek Lisans Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Çebi, K. (2014). *Nohut mayası/hamurundan izole edilen laktik asit bakteri suşlarının ekmeğin uçucu profili ve diğer bazı kalite parametreleri üzerine etkileri* (Doktora Tezi). Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, Türkiye.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., & Kotancılar, G. (2002). *Tahıl ve ürünlerinde analitik kalite kontrolü ve laboratuvar uygulama kılavuzu*. Erzurum: Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları.
- Erginkaya, Z., Turhan, E. Ü., & Özer, E. A. (2016). Nohut Mayalı Ekmek Üretimi ve Hakim Mikroflora. *Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 30(1), 89-99.
- Gallagher, E., Gormley, T.R., & Arendt E.K. (2004). Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15, 143-152.
- Greco, L., Gobetti, M., Auricchio, R., Di Mase, R., Landolfo, F., Paparo, F., Di Cagno, R., De Angelis, M., Rizzello, C.G., Cassone, A., Terrone, G., Timpone, L., D'Aniello, M., Maglio, M., Troncone, R., & Auricchio, S. (2011). Safety for patients with celiac disease of baked goods made of wheat flour hydrolyzed during food processing. *Clinical Gastroenterology and Hepatology*, 9, 24-29.
- Hammes, P.P., Brandt, M.J., Francis, K.L., Rosenheim, J., Seitter, M.F.H., & Vogelmann, A. (2005). Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 4-11.
- Hancıoğlu-Sıkılı, Ö. (2003). *Nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin araştırılması* (Doktora Tezi). Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, Türkiye.
- Hatzikamari, M., Kyriakidis, N., Tzanetakis, N., Biliaderis, C.G., & Tzanetaki, E.L. (2007a). Biochemical changes during a submerged chickpea fermentation used as a leaving agent for bread production. *European Food Research and Technology*, 224, 715-723.
- Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N., & Litopoulou-Tzanetaki, E. (2007b). Changes in numbers and kinds of bacteria during a chickpea submerged fermentation used as an agent for bread production. *International Journal of Food Microbiology*, 116, 37-43.
- Hoseney, R.C. (1994). Principles of Cereal Science and Technology (2nd Ed.). American Association of Cereal Chemists, St. Paul, MN.
- Hosta, H.G. (2012). *Farklı baklagil unları ile zenginleştirilmiş glutensiz pirinç eriştelilerinin kalite ve bazı besinsel özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N., & Ertekin, F.K. (2009). Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34, 29-36.
- Katsabokakis, K., & Mallidis, K. (1996). The microflora of soak water during natural fermentation of coarsely ground chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. *Letters in Applied Microbiology*, 23, 261-265.
- Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M., & Arendt, E.K. (2006). Network formation in gluten-free bread with application of transglutaminase. *Cereal Chemistry*, 83, 28-36.
- Moroni, A.V., Dal Bello, F., & Arendt, E.K. (2009). Sourdough in gluten-free bread-making: An ancient technology to solve a novel issue. *Food Microbiology*, 26, 676-684.
- Narlıoğlu, G. (2013). *Geleneksel nohut mayasının ve üretiminde kullanıldığı poğaçaların bazı özelliklerinin incelenmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye.
- Özkaya, B. (1992). *Starter kültür olarak paket mayası eksi hamur mayası ve nohut mayasının hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin kalitesine etkileri* (Doktora Tezi). Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara Türkiye.
- Özüğür, G., & Hayta, M. (2011). Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36, 287-294.
- Rehman, S., Paterson, A., & Piggott, J. R. (2006). Flavour in sourdough breads: A review. *Trends in Food Science and Technology*, 17, 557-566.
- Sayaslan, A., & Şahin, N. (2018). Effects of fermented-chickpea liquor (chickpea yeast) on whole-grain wheat flour bread properties. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods*, 10(2), 183-192.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Tangüler, H. (2014). Traditional Turkish fermented cereal based products: Tarhana, boza and chickpea bread. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 2, 144-149.
- Thompson, T. (2000). Folate, iron, and dietary fiber contents of the gluten-free diet. *Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics*, 100, 1389-1396.
- Tieking, M., Ganzle, M.G. (2005). Exopolysaccharide from cereal-associated lactobacilli. *Trends in Food Science and Technology*, 16, 79-84.
- Xu, B.J., Sam, K.C., & Chang, S.K.C. (2008). Effect of soaking, boiling, and steaming on total phenolic content and antioxidant activities of cool season food legumes. *Food Chemistry*, 110, 1-13.
- Yalçın, B.E. (2014). *Investigating phenolic content, antioxidant activity and bioavailability of raw/steam*

- cooked buckwheat, black chickpea and brown lentil* (Unpublished master's thesis). İstanbul Technical University, Graduate School of Natural and Applied Sciences, İstanbul, Turkey.
- Yalçın, S. (2005). *Glutensiz erişte üzerine bir araştırma* (Yüksek Lisans Tezi). Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye.
- Yarpuz, D. (2011). *Glutensiz ekmek üretimi üzerine araştırmalar* (Yüksek Lisans Tezi). Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye.
- Yılmaz, Y. (2014). *Piyasaya sunulan glutensiz ekmek yapımına uygun karışımların kalite ve bileşenler yönünden değerlendirilmesi* (Yüksek Lisans Tezi). Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye.