



**NOHUT MAYASININ TAM UN EKMEĞİ VE GLUTENSİZ
EKMEK KALİTESİNE ETKİLERİ**

Nazlı ŞAHİN

Yüksek Lisans Tezi

İleri Teknolojiler Anabilim Dalı

Gıda Mühendisliği Programı

Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Haziran 2017

**T.C.
KARAMANOĞLU MEHMETBEY ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**NOHUT MAYASININ TAM UN EKMEĞİ VE GLUTENSİZ
EKMEK KALİTESİNE ETKİLERİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nazlı ŞAHİN

Anabilim Dalı : İleri Teknolojiler

Programı : Gıda Mühendisliği

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

KARAMAN - 2017

TEZ ONAYI

Nazlı ŞAHİN tarafından hazırlanan “Nohut Mayasının Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Kalitesine Etkileri” adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından oy birliği / oy çokluğu ile Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İleri Teknolojiler Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman:

Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ

Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOYUNCU

İmza

Tez Savunma Tarihi: 02/06/2017

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Doç. Dr. Kamil Arı

Enstitü Müdürü V.

TEZ BİLDİRİMİ

Yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu tezin yazılmasında bilimsel ahlak kurallarına uyulduğunu, başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunulduğunu, tezin içerdiği yenilik ve sonuçların başka bir yerden alınmadığını, kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapılmadığını, tezin herhangi bir kısmının bu üniversite veya başka bir üniversitedeki başka bir tez çalışması olarak sunulmadığını beyan ederim.

Nazlı ŞAHİN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

NOHUT MAYASININ TAM UN EKMEĞİ VE GLUTENSİZ EKMEK KALİTESİNE ETKİLERİ

Nazlı ŞAHİN

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
İleri Teknolojiler Anabilim Dalı
Gıda Mühendisliği Programı

Danışman: Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

Haziran, 2017, 52 sayfa

Bu çalışmada lezzet (tat+koku) ve tekstür bakımından zayıf olan tam un ekmeği ve glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tam un ve glutensiz ekmek formülasyonlarına, un veya glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, 30 ve 45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş, doğrudan ve dolaylı hamur yöntemleriyle nohut mayası katkı ekmeği üretilmiştir. Kontrol ve nohut mayası katkı ekmeğlerde hacim, tekstür, renk ve lezzet gibi duyu özellikler incelenmiş, mikrobiyolojik sayımlar ve antioksidan kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısının doğrudan tam un ekmeği formülasyonuna katılması, tam un ekmeğinde hacim artırıcı, bayatlama geciktirici ve antioksidan kapasite artırıcı etkiler göstermiş, ancak lezzet üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır. En iyi sonuç doğrudan yöntemle ve %30 nohut mayası katkısıyla elde edilmiştir. Nohut mayası sıvısının glutensiz ekmek formülasyonuna katılması, glutensiz ekmekte kısmen hacim artırıcı ve bayatlama geciktirici etki göstermiş, besleyicilik değerini artırmış, ancak ekmek lezzetine etkisi sınırlı düzeyde olmuştur. Nohut mayasının olumlu etkileri, tam un ekmeğinde glutensiz ekmeğe göre daha belirgin düzeyde gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nohut Mayası, Tam Un Ekmeği, Glutensiz Ekmek, Kalite

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECTS OF CHICKPEA YEAST ON QUALITY CHARACTERISTICS OF WHOLE-MEAL AND GLUTEN-FREE BREADS

Nazlı ŞAHİN

**Karamanoğlu Mehmetbey University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Advanced Technologies
Program of Food Engineering**

Supervisor: Assist. Prof. Dr. Abdulvahit SAYASLAN

June, 2017, 52 pages

In this study, effects of chickpea yeast (fermented chickpea liquor) on quality characteristics of whole-meal and gluten-free breads that are poor in flavor (taste+odor) and textural properties were investigated. For this purpose, chickpea yeast liquor at 15, 30 and 45% levels, based on whole-meal flour or gluten-free mixture with water substitution, were incorporated into the formulations and breads were baked through the straight- and sponge-and-dough processes. Such quality characteristics of loaf volume, texture, color and flavor of the control and chickpea-yeast added breads were investigated. Additionally, certain microbiological tests and antioxidant capacity measurements were carried out. Chickpea yeast addition to whole-meal bread formulations resulted in increase in loaf volume, decrease in staling rate and improvement in antioxidant capacity. However, it had limited effect on whole-meal bread flavor. The best results were obtained when 30% chickpea yeast was used in the straight-dough process. Utilization of chickpea yeast in gluten-free formulations, however, caused rather slight enhancement in loaf volume, staling rate and nutritional value of gluten-free breads, and its effect on bread flavor was negligible. The beneficial effects of chickpea yeast were more pronounced on whole-meal bread as compared to gluten-free bread.

Keywords: Chickpea Yeast, Whole-Meal Bread, Gluten-Free Bread, Quality

ÖN SÖZ

Tez çalışmam sırasında benden yardım ve katkılarını esirgemeyen değerli hocam ve danışmanım Yrd. Doç. Dr. Abdulvahit SAYASLAN'a, ortaya çıkan sorunlarda desteğini esirgemeyen değerli hocalarım Prof. Dr. Nermin BİLGİÇLİ ve Yrd. Doç. Dr. Mehmet KOYUNCU'ya, çeşitli katkılarından dolayı Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Aytaç KOCABAŞ'a, arkadaşlarım Arş. Gör. Fuat GÖKBEL ve Arş. Gör. Eren TUR'a, eğitimim ve hayatım boyunca beni sabır ve şevkle destekleyen, maddi ve manevi yardımlarını hiç esirgemeyen ve bana her zaman güvenen anneme, babama ve eşime teşekkürlerimi sunarım.

Bu çalışmanın gerçekleşmesinde maddi desteklerinden dolayı Kombassan Gıda A.Ş.'ye teşekkür ederim.

Nazlı ŞAHİN

Haziran, 2017

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
ÖN SÖZ	iii
İÇİNDEKİLER	iv
ÇİZELGELER DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	viii
1. GİRİŞ	1
2. LİTERATÜR ÖZETİ	3
2.1. Nohut Mayası ve Unlu Mamullerde Kullanımı	3
2.2. Besleyicilik ve Duyusal Kalite İkileminde Tam Un Ekmeği	6
2.3. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Ekmek Üretimi	7
3. MATERYAL VE METOT	10
3.1. Materyal	10
3.2. Metot	10
3.2.1. Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Üretiminde Kullanılan Formülasyonlar.	10
3.2.2. Nohut Mayasının Hazırlanması	11
3.2.3. Hamur Hazırlama ve Ekmek Üretimi	12
3.2.4. Tam Un ve Glutensiz Karışımında Yapılan Analizler	13
3.2.5. Nohut Mayası Sıvısı ve Nohut Mayalı Hamurda Yapılan Analizler	14
3.2.6. Tam Un ve Glutensiz Ekmeklerde Yapılan Analizler	15
3.2.7. Deneysel Tasarım ve İstatistiksel Değerlendirme	17

4. BULGULAR VE TARTIŞMA	18
4.1. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeği	18
4.1.1. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeği Üretiminde Kullanılan Unun Özellikleri	18
4.1.2. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeklerinin Kalite Özellikleri	20
4.1.3. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Hamurlarının Mikrobiyolojik Özellikleri	26
4.1.4. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri	28
4.2. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmek	29
4.2.1. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmek Üretiminde Kullanılan Karışımın Özellikleri	29
4.2.2. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmeklerin Kalite Özellikleri	30
4.2.3. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Hamurların Mikrobiyolojik Özellikleri	35
4.2.4. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmeklerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri	35
5. SONUÇ	38
6. KAYNAKLAR	39
ÖZGEÇMİŞ	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Çizelge</u>	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : Tam un ekmeği üretiminde kullanılan formülasyon	11
Çizelge 3.2 : Glutensiz ekmeğ üretiminde kullanılan formülasyon	12
Çizelge 4.1 : Tam un ekmeği üretiminde kullanılan unun kimyasal bileşimi	18
Çizelge 4.2 : Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin özellikleri	21
Çizelge 4.3 : Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin renkleri	23
Çizelge 4.4 : Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin duyuşal özellikleri	25
Çizelge 4.5 : Nohut mayası (NM) katkılı tam un hamurlarının mikrobiyolojik özellikleri	27
Çizelge 4.6 : Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri	29
Çizelge 4.7 : Glutensiz ekmeğ üretiminde kullanılan karışımın özellikleri	30
Çizelge 4.8 : Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri	31
Çizelge 4.9 : Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin renkleri	32
Çizelge 4.10 : Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin duyuşal özellikleri ...	34
Çizelge 4.11 : Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri	35
Çizelge 4.12 : Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri	36

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 4.1. Nohut mayası (NM) katkılı tam buğday ununun mixolab sistemiyle ölçülen hamur yoğurma ve termo-reolojik özellikleri	19
Şekil 4.2. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin hacimleri	22
Şekil 4.3. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin bayatlama hızları	25
Şekil 4.4. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin görünüşleri	26
Şekil 4.5. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin hacimleri	31
Şekil 4.6. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin bayatlama hızları	33
Şekil 4.7. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin görünüşleri	34

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

Simge

Açıklama

%	Yüzde
°C	Santigrat derece
dak	Dakika
g	Gram
mg	Miligram
ml	Mililitre
mm	Milimetre
s	Saniye

Kısaltmalar

Açıklama

CMC	Karboksümetil Selüloz
ANOVA	Analysis of Variance
DATEM	Mono ve Digliseritlerin Diasetil Tartarik Asit Esterleri
DPPH	2,2-Difenil-1-Pikrilhidrozil
HPMC	Hidroksipropil Metil Selüloz
LAB	Laktik Asit Bakterisi/Bakterileri
N	Azot
NM	Nohut Mayası
µl	Mikrolitre
MRS Agar	De Man, Rogosa and Sharpe Agar
PCA	Plate Count Agar
PDA	Potato Dekstroz Agar

1. GİRİŞ

Beyaz, kepekli veya tam buğday ununa su, tuz, maya ve gerektiğinde izin verilen katkı maddelerinin ilavesiyle hazırlanan hamurdan üretilen ekmeğin insan beslenmesinde vazgeçilmez bir yeri vardır. Beyaz undan yapılan ekmek renk, tat, koku ve tekstür gibi duyuşal özellikler bakımından kepekli un veya tam undan yapılan ekmeklerden daha üstündür. Ancak beyaz un üretilirken buğdayın lif, vitamin, mineral ve özellikle antioksidanlar bakımından zengin kabuk ve embriyo tabakaları uzaklaştırıldığından besleyicilik kalitesi de düşmektedir. Diğer taraftan, buğdayın tüm bileşenlerini içeren tam un ekmeğinin besleyicilik değeri yüksek olmakla birlikte koyu renk, acımtırak tat ve sıkı/sert tekstür gibi duyuşal problemleri bulunmaktadır. Tam buğday ekmeğinde görülen bu olumsuzlukları gidermek amacıyla ekşi maya kullanımı yaygınlaşmaktadır. Bu bağlamda, yöresel olarak bazı unlu mamullerin üretiminde kullanılan nohut mayasının da tam buğday ekmeğini geliştirmede potansiyeli bulunmaktadır.

Gliadin ve glutenin fraksiyonlarından oluşan ve viskoz, elastik ve kohezif özelliklere sahip olan gluten proteinleri, hamur oluşturma ve gaz tutma yeteneği nedeniyle ekmek üretiminde belirleyici bir role sahiptir. Gluten proteinleri sağlıklı bireyler için herhangi bir problem oluşturmazken çölyak hastalarında ciddi sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Çölyak hastaları bu nedenle buğday, arpa, çavdar ve yulaf ürünlerini tüketememektedirler. Söz konusu hastalar için “glutensiz” olarak adlandırılan ekmekler geliştirilmiştir. Glutensiz ekmekler, yukarıda sayılan dört tahıl dışındaki tahıl veya baklagil (mısır, pirinç, sorghum, nohut, karabuğday gibi) unları ve/veya nişastalarından oluşan bir glutensiz karışıma, gluten proteinlerinin hamurdaki fonksiyonunu kısmen sağlayabilen ksantan, guar, karboksimetil selüloz (CMC) veya pektin gibi hidrokolloidler (gamlar) katılarak üretilmektedir. Hali hazırda piyasada satışa sunulan glutensiz ekmekler oldukça yavan bir lezzet ile sert ve hızlı bayatlayan bir tekstüre sahiptir. Son yıllarda yapılan bazı çalışmalar, ekşi maya kullanımının söz konusu kusurları kısmen giderebileceğini göstermiştir. Ekşi maya gibi, nohut mayasının da olumlu katkıları olabilir.

Nohut mayası, Türkiye ve Balkanların bazı bölgelerinde yöresel olarak üretilen ekmek, simit ve börek-çörek gibi unlu mamullerde kullanılmaktadır. Ekşi mayadan ayırt etmek için nohut mayasına bazen “tatlı maya” adı da verilmektedir. Literatürde gerek ekşi maya gerekse nohut mayasının hamurun işlenebilirliğini geliştirdiği, ürünlerin lezzetini artırdığı, bayatlama ve mikrobiyal faaliyeti kontrol ederek raf ömrünü uzattığı yönünde çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmanın amacı, lezzet ve tekstür açısından yetersiz olan tam un ekmeği ve glutensiz ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının etkilerini araştırmaktır. Bu amaçla, tam un ve glutensiz ekmek formülasyonlarına, un veya glutensiz karışım miktarı esas alınarak %15, 30 ve 45 oranlarında doğrudan nohut mayası sıvısı ilave edilmiştir. Nohut mayası ilavesi, iki farklı hamur yapma yöntemi takip edilerek gerçekleştirilmiştir: (a) nohut mayası sıvısının formülasyona doğrudan eklenerek hamurun yoğrulması (doğrudan hamur/ekmek yapma yöntemi; straight-dough), (b) nohut mayası sıvısından öncelikle ön hamur (ekşi hamur) oluşturulması ve sonrasında hamurun yoğrulması (dolaylı hamur/ekmek yapma yöntemi; sponge-and-dough). Böylece farklı oranlar ve yöntemlerle iki farklı üründe nohut mayası kullanımının etkileri belirlenmiştir.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

2.1. Nohut Mayası ve Unlu Mamullerde Kullanımı

Nohut; karbonhidrat, protein, vitamin, mineral ve koruyucu fitokimyasallar bakımından zengin bir kuru baklagildir (Azkan, 1999). Dünyada ve Türkiye’de ıslatma, kabuk ayırma, öğütme, çimlendirme, fermantasyon, haşlama, buharda pişirme, kızartma ve kavurma gibi değişik işleme teknikleriyle nohuttan çok farklı gıdalar üretilmektedir (Desphande ve Damodaran, 1990; Sayaslan ve ark., 2016). Bunlardan birisi de unlu mamullerde kullanılan nohut mayasıdır (Tangüler, 2014).

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, 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, 2014; Özer ve ark., 2010; Tangüler ve ark., 2010; Tuncel ve ark., 2010; Narlıoğlu, 2013; Kasım, 2014; 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 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 (Baykara, 2006; Hatzikamari ve ark., 2007a, 2007b; Çebi, 2009; 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, 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 kullanımını 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. Tülbek ve ark. (2003) nohut mayasının unlu mamullerin besleyicilik kalitesini artırdığını ve raf ömrünü uzattığını bildirmişlerdir. Baykara (2006), sadece nohut mayası ve %50-50 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 duyuşal özelliklerini diğerlerinden yüksek bulmuştur. Narlıoğlu (2013); ticari maya, nohut mayası ve bu iki mayanın karışımını poğağa üretiminde kullanarak hamurda farinograf ve ekstensograf ölçümleri gerçekleştirmiş ve poğağa özelliklerini çalışmıştır. Nohut mayalı hamurun daha yumuşak ve kopmaya karşı daha dirençli bir yapı oluşturduğu, nohut mayalı poğağanın daha az nem kaybı ve daha düşük su aktivitesi değişimine maruz kaldığı, duyuşal özellikler bakımından ise ticari maya ve nohut mayası karışımının en iyi sonucu verdiği saptanmıştır. Kasım (2014), nohut mayası üretiminde kullanılan nohut çeşidinin, simit-ekmek özelliklerinde önemli farklılıklara neden olduğunu belirlemiştir.

Hancıoğlu-Sıkılı (2003), nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerini araştırmış; nohut mayası ile hazırlanan ekmeklerde propilaldehit, n-butilaldehit ve etilbutilketon gibi karbonil bileşikleri ile asetik asit, propiyonik asit ve valerik asit gibi uçucu asitlerin gerek ekşi maya gerekse ticari yaş maya ile hazırlanan ekmeklerden daha yüksek konsantrasyonlarda bulunduğunu belirlemiş, bu bileşiklerin nohut mayalı ekmeğin karakteristik tat ve aromasında etkili olduğunu bildirmiştir. Araştırmada, nohut mayası sıvısında *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Lactobacillus bifermantans*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus casseliflavus* ve *Saccharomyces cerevisiae*, nohut mayalı hamurda ise *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Pediococcus urinae-equi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus viridencens* ve *Streptococcus thermophilus* gibi mikroorganizmalar belirlenmiştir. Çebi (2014), nohut mayası ve nohut mayalı hamurdan izole edilen

Lactobacillus brevis FK2, *Lactococcus lactis* FK5 ve *Lactobacillus plantarum* FK25 suşlarının ekmeğin uçucu bileşenleri, tekstür ve renk özelliklerine etkilerini araştırmıştır. Hamur, ekmeğin içi ve ekmeğin kabuğunda toplam 58 adet uçucu bileşik belirlenmiştir; bunlardan etilasetat, trans-2-heptenal, heksanal ve 2,3-dihidro,1H-indol oluşumunda sözkonusu bakterilerin önemli olduğu görülmüştür. Nohut mayasından izole edilen bakteriler ekmeğin sertlik, koheziflik ve çiğnenebilirlik değerlerini olumlu etkilemiş, *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25, *Lactococcus lactis* FK5'e göre daha yüksek L* değeri vermiştir.

Hatzikamari ve ark. (2007a), nohut mayası sıvısında meydana gelen biyokimyasal değişimleri ve mikroorganizmaları araştırmışlar; selüloz, α -galaktozidaz, invertaz ve proteaz aktivitelerinin arttığını, özellikle fermantasyonun 10. saatinden itibaren *Bacillus* ve *Clostridium* türü mikroorganizmaların çoğaldığını, serbest yağ asitleri, indirgen şekerler ile serbest amino asitlerin arttığını belirlemişlerdir. Çalışmada, fermantasyon ortamına ilk 8-10 saat içinde *Bacillus* türlerinin, daha sonra ise *Clostridium* türlerinin hâkim olduğu; biyokimyasal değişimlerde sözü edilen bakterilerin önemi vurgulanmıştır. Hatzikamari ve ark. (2007b), sözkonusu bakterilerden *Bacillus cereus*, *Bacillus thuringiensis*, *Bacillus licheniformis*, *Clostridium perfringens* ve *Clostridium beijerinckii*'nin nohut mayalı hamurda en çok bulunan *Bacillus* ve *Clostridium* türleri olduğunu belirlemişlerdir.

Çebi (2009) nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı hamurda bulunan laktik asit bakterisi/bakterileri (LAB) türlerini incelemiş ve toplamda 120 adet LAB izole etmiştir. Nohut mayası sıvısından izole edilen LAB'ın *Lactococcus ssp. lactis*, *Lactobacillus brevis* ve *Lactobacillus plantarum*, nohut mayalı hamurdan izole edilenlerin ise *Lactococcus ssp. lactis*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus* ve *Weissella confuse* olduğu saptanmıştır. Gaz üreten heterofermantatif LAB'ın *Lactobacillus brevis* ve *Weissella confuse* olduğu bulunmuş; fermantasyon süresince hem nohut mayası sıvısı hem de nohut mayalı hamurda en baskın bakterinin *Lactococcus ssp. lactis* olduğu sonucuna varılmıştır. 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, 2007b) *Bacillus* ve *Clostridium* türleri izole edilmiştir. Bu farklılığın kaynağı, nohut mayası

üretiminde kullanılan suyun sıcaklığındaki farklılık olabilir. Türkiye’de kaynatılmış ve 50°C civarına soğutulmuş su kullanılırken, Yunanistan’da kaynamış su soğutulmadan hemen kullanılmaktadır.

Yukarıda özetlenen çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, nohut mayasının hamur reolojisi ile ekmeğin tekstür ve lezzetine olumlu katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.

2.2. Besleyicilik ve Duyusal Kalite İkileminde Tam Un Ekmeği

Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği’nde tam un, “yabancı maddelerden temizlenmiş buğdayların, tavlanarak veya tavlanmadan, buğday tanesinin bütün anatomik kısımlarını içerecek şekilde tekniğine uygun olarak öğütülmesiyle elde edilen un” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2013). Tam un, buğdayın endosperm tabakası ile birlikte embriyo ve kabuk (kepek) tabakalarını da içerdiğinden, bunları içermeyen veya daha az içeren beyaz veya kepekli una göre daha yüksek besleyicilik değerine sahiptir. Buğday kepeği ve embriyosu; tokoferoller (E vitamini), tiamin (B1), riboflavin (B2) ve niasin (B3) vitaminleri ile mineraller, lif (Pyler, 1988; Erbaş ve ark., 2008; Kumar ve ark., 2011) ve ferulik asit gibi fenolik antioksidanlar bakımından zengindir (Dykes ve Rooney, 2007).

Tüm tahıllar ve tam un ekmeğinin insan sağlığına olumlu etkilerini gösteren yüzlerce çalışma mevcuttur. Tüm tahıl tüketiminin insanları bazı kanser türleri, kalp-damar hastalıkları, diyabet ve obeziteye karşı koruduğu (Slavin, 2004), tip-2 diyabet riskini %20-30 oranında düşürdüğü (Belobrajdic ve Bird, 2013) bildirilmiştir. Tüm tahıllarda bulunan çözünür lifler ve fitosteroller, kolesterolün kalın bağırsakta geri emilimini sınırlayarak kandaki seviyesini düşürmektedir (Taşan, 2008). Tüm tahıllar ve tam un ekmeği, yüksek lif içeriğine bağlı olarak diyetin enerji yoğunluğu ile nişastanın sindirim hızı ve oranını düşürerek obezite ve diyabet gelişimini düşürmekte, yüksek orandaki ferulik asit, steroller ve stanoller gibi fitokimyasallar da kanser ve kalp-damar hastalıklarını azaltmaktadır (Slavin ve ark., 1999; Okarter ve Liu, 2010).

Tam buğday unundan yapılan ekmeğin insan sağlığına yararlı olmasına rağmen duyusal özellikleri bakımından zayıftır. Beyaz undan yapılan ekmeğe karşılaştırıldığında, tam un ekmeğinin rengi kepek nedeniyle daha koyu, fenolik maddelere bağlı olarak tadı hafif acı, kepek partikülleri ve gluten seyrelmesi nedeniyle de hacmi düşük ve tekstürü serttir (Pomeranz, 1988; Pyle, 1988; Paşa, 2010; Yavaş, 2012). Tam un ekmeğinin sözü edilen duyusal problemlerini gidermek amacıyla farklı çalışmalar yapılmıştır. Sudho ve Rao (2008), tam buğday ekmeği üretiminde karşılaşılan kalite problemlerini gidermek için formülasyona %0,5-1 arasında soğuk suda çözünen bir hidrokolloid olan hidroksipropil metilselüloz (HPMC) ilave etmiş; HPMC ilavesinin hamur reolojik özelliklerini geliştirdiğini saptamıştır. Diğer bir çalışmada (Shah ve ark., 2006) hemiselülaz/ksilanaz enzimleri ilave edilmiş; ürünün hacim, renk ve iç yapısının geliştiği rapor edilmiştir. Son yıllarda ise tam buğday unundan yapılan ekmeğin tekstür ve lezzetini geliştirmede ekşi maya kullanımı yaygınlaşmaktadır. Ekşi maya kullanımının ekmeğin hacmi ve kabuk yapısını geliştirdiği (Corsetti ve ark., 2000; Clarke ve ark., 2002; Crowley ve ark., 2002), aroma ve lezzetini kuvvetlendirdiği (Brummer ve Lorenz, 1991; Thiele ve ark., 2002), besinsel değerini yükselttiği (Liljeberg ve Björck, 1994; Liljeberg ve ark., 1995) ve raf ömrünü uzattığı (Corsetti ve ark., 1998a, 1998b; Lavermicocca ve ark., 2000, 2003; Dal Bello ve ark., 2007) saptanmıştır.

Nohut mayası, kendine özgü lezzet bileşenleri ve mikrobiyal florasının yanı sıra ekşi mayadaki gibi LAB'ı da içermektedir (Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Çebi, 2009, 2014). Bu yönüyle tam un ekmeğinin tekstür ve lezzetine olumlu katkı sağlayabilir.

2.3. Çölyak Hastalığı ve Glutensiz Ekmeğin Üretimi

Çölyak hastalığı, genetik yatkınlığı olan bireylerde gluten (prolamin+glutelin) 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.

Kabızlık veya ishal, kilo kaybı veya kilo alımı ve çoğu zaman yorgunluk bu hastalığın öne çıkan belirtilerindendir (Özuğur ve Hayta, 2011). Çölyak hastalığı, en yaygın gıda intoleranslarından biri olup (Di Cagno ve ark., 2004), dünya nüfusunun %1-2'sini, Türkiye nüfusunun ise %0,3-1'ini etkilemektedir (İşleroğlu ve ark., 2008).

Çölyak hastaları glutensiz gıdalar (<20 mg/kg gluten içeren ürünler) tüketmek zorundadırlar. İnsan beslenmesinde önemli bir yeri olan ekmek, makarna, bulgur, bisküvi, kraker, gofret ve kek gibi ürünler gluten içeren buğdaydan yapılmaktadır. Çölyak hastaları için çok düşük düzeyde bile problem oluşturan gluten proteinleri, kaliteli unlu mamul üretiminde kritik bir role sahiptir (Hoseney, 1994). Bu nedenle buğday başta olmak üzere arpa, çavdar ve yulaf dışında kalan materyalden çölyak hastalarının tüketebilecekleri kaliteli glutensiz ekmek ve diğer unlu mamulleri üretmek oldukça zordur.

Glutensiz gıda üretiminde temelde üç yaklaşım mevcuttur (Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014). Birincisi, nişasta bakımından zengin olan glutensiz bir karışıma (pirinç unu ve/veya nişastası, mısır unu ve/veya nişastası, patates nişastası, nohut unu, karabuğday unu, kinoa unu vb.) gluten proteinlerinin hamura sağladığı viskozite ve gaz tutma özelliğini kısmen sağlayabilen hidrokolloidlerin (gamların) katılmasıdır. 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 katarak salgıladıkları proteazlar vasıtasıyla unda bulunan toksik gliadin kalıntılarını zararsız hale getirmektir (Di Cagno ve ark., 2004; Rizzello ve ark., 2007; Kömen, 2010; Greco ve ark., 2011). Bu yaklaşımın potansiyeli yüksek görünmekle birlikte hala araştırma ve geliştirme aşamasındadır.

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan nişasta içeriği yüksek karışımlar (mısır, pirinç, nohut, karabuğday unları ve/veya nişastaları) ile viskozite sağlayıcı gamlar (ksantan, guar, HPMC, CMC, pektin, karragenan, aljinatlar, keçi boynuzu gamı vb.) konusunda

çok sayıda çalışma yürütülmüş; en iyi nişastalı karışımların pirinç unu ve mısır nişastası içerenler olduğu, en etkili gamların ise soğuk suda çözünebilen ksantan, guar, HPMC veya CMC gamları ya da bunların uygun kombinasyonları olduğu bildirilmiştir (Acs ve ark., 1996a, 1996b; Anton ve Artfield, 2007; Yılmaz, 2014).

Çölyak hastalarının tükettikleri glutensiz gıdaların besleyicilik değer ve duyu kalite açısından hala ciddi eksiklikleri mevcuttur. Glutensiz ürünler diyet lifi, protein, B-grubu vitaminleri, demir, çinko ve kalsiyum gibi mineraller yönünden glutenli gıdalara göre fakirdir (Thompson, 2000; Torbica ve ark., 2010; Turabi ve ark., 2010). 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., 2003; Gallagher ve ark., 2004). Glutensiz ekmeklerin tüketimleri sırasında hissedilen parçacıklı yapısı ve yavan lezzeti 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 nohut mayası bir alternatif olabilir.

Yarpuz (2011), glutensiz ekmeklerin protein ve mineral eksikliğini gidermek için formülasyona lüpen ve karabuğday unları eklemiştir; lüpen unu protein, elzem amino asit ve kalsiyum içeriğini, karabuğday unu ise sodyum, magnezyum ve kalsiyum içeriğini artırmıştır. Lüpen ve karabuğday unu katkılı (%1 guar gamı + %1 DATEM) glutensiz ekmeklerin duyu özelliklerinin iyileştiği bildirilmiştir. Yılmaz (2014), Türkiye’de satışa sunulan yerli veya ithal toplam sekiz glutensiz karışımdan ekmek üreterek normal ekmek ile karşılaştırmıştır. Glutensiz karışımların düşük proteinli oldukları ve hamur vizkozitelerinin hidrokolloid kullanımı nedeniyle buğday unu hamurundan daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Normal buğday ekmeği ile mukayese edildiğinde, glutensiz karışımlardan yapılan ekmeklerin bayatlama hızları yüksek, lezzet değerleri düşük bulunmuştur. En iyi glutensiz karışımların pirinç unu içeren karışımlar olduğu, kullanılan hidrokolloid türü ve oranının da dikkate alınması gerektiği vurgulanmıştır.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

Tam buğday ekmeği denemelerinde kullanılan tam buğday unu, vital gluten, fungal alfa-amilaz, askorbik asit ve şortening Komgıda (Kombassan Gıda A.Ş., Karaman) firmasından sağlanmış, yüzey aktif madde olan DATEM ise Kimbiotek (Kimbiotek A.Ş., İstanbul) firmasından satın alınmıştır. Yaş maya, tuz, şeker ve koçbaşı nohut Karaman'daki marketlerden satın alınmıştır.

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.

3.2. Metot

3.2.1. Tam Un Ekmeği ve Glutensiz Ekmek Üretiminde Kullanılan Formülasyonlar

Tam un ekmeği ve glutensiz ekmek üretiminde kullanılacak formülasyonlar (literatür taraması ve ön denemelerle belirlenmiştir) sırasıyla Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2'de sunulmuştur. Nohut mayası sıvısının ilavesi, aşağıda açıklandığı gibi, doğrudan ve dolaylı olmak üzere iki farklı formda gerçekleştirilmiştir. Denemeler iki tekerrürlü olarak yürütülmüştür ve tam un ekmeği için $(4 \times 2) \times 2 = 16$ ve glutensiz ekmek için $(4 \times 2) \times 2 = 16$ olmak üzere toplamda 32 ekmek pişirme denemesi gerçekleştirilmiştir. Her bir denemede analizlere yetecek kadar ekmek (6-8) pişirilmiştir. Formülasyonlara ilave edilecek su miktarı miksolab cihazı ve/veya ön denemeler yapılarak belirlenmiştir.

3.2.2. 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.

Çizelge 3.1. Tam un ekmeği üretiminde kullanılan formülasyon

Bileşen	Birim	Kontrol Ekmeği	Nohut Mayası Katkılı Ekmek		
			%15 ¹	%30 ¹	%45 ¹
Tam buğday unu ²	g	100	100	100	100
Nohut mayası sıvısı	ml	-	15	30	45
Su	ml	65 (Opt.) ³	50 (65-15)	35 (65-30)	20 (65-45)
Yaş pres maya	g	3	3	3	3
Tuz	g	1	1	1	1
Şeker	g	1	1	1	1
Vital gluten	g	2	2	2	2
Fungal α -amilaz	sn, (DS) ⁴	245	245	245	245
Askorbik asit	mg	5	5	5	5
Şortening	g	1	1	1	1
DATEM	g	0,5	0,5	0,5	0,5

¹Un esasına göre; ²%14 nem esasına göre; ³Miksolab optimum su tutma kapasitesi; ⁴Düşme sayısı

Çizelge 3.2. Glutensiz ekme k üretiminde kullanılan formülasyon

Bileşen	Birim	Kontrol Ekmeği	Nohut Mayası Katkılı Ekme�k		
			%15 ¹	%30 ¹	%45 ¹
Karışım (pirinç unu + mısır nişastası, 1:1) ²	g	100	100	100	100
Nohut mayası sıvısı	ml	-	15	30	45
Su	ml	105 (Opt.)	90 (105-15)	75 (105-30)	60 (105-60)
Yaş pres maya	g	3	3	3	3
Tuz	g	1,5	1,5	1,5	1,5
Şeker	g	6	6	6	6
Kabartma tozu	g	2	2	2	2
Yağsız süt tozu	g	5	5	5	5
Ayçiçek yağı	ml	5	5	5	5
Gam karışımı (ksantan gamı + guar gamı, 1:1)	g	0,75	0,75	0,75	0,75
DATEM	g	0,5	0,5	0,5	0,5

¹Karışım esasına göre; ²%14 nem esasına göre

3.2.3. Hamur Hazırlama ve Ekme k Üretimi

Tam un ve glutensiz ekme k hamurlarının hazırlanmasında doğrudan ve dolaylı hamur yapma yöntemleri (Pyler, 1988; Hosoney, 1994; Elgün ve Ertugay, 1995) kullanılmıştır. Doğrudan hamur (straight-dough) yapma yönteminde, nohut mayası sıvısı diğer tüm bileşenlerle birlikte yoğrulmuştur. Yoğurma işleminde Kenwood (KM023, İrlanda) marka yoğurucuda ön denemelerle belirlenen sürede gerçekleştirilmiştir. Yoğrulan hamur oda sıcaklığında 30 dakika süreyle kitle fermantasyonuna bırakılıp, daha sonra yuvarlak yapılarak 30°C’de 30 dakika süreyle ara fermantasyona bırakılmış, son olarak da merdane ile açılıp (yaklaşık 10 mm kalınlıkta) kendi etrafında sarılarak pişirme tavalarına aktarılmıştır. Tavalara aktarılan hamur nemle doyurulmuş ortamda 30°C’de 55 dakika süreyle son fermantasyona bırakılmıştır (Glutensiz ekme klerin üretiminde kitle fermantasyonu, yuvarlak yapma ve ara fermantasyon aşamaları yer almamıştır; yoğrulan akışkan hamur doğrudan pişirme tavalarına aktararak hemen son fermantasyona tabi tutulmuştur). Fermantasyonu tamamlanan hamurlar 200°C sıcaklıkta 20 dakika süreyle pişirilmiştir. Dolaylı hamur (ekşi hamur; sponge-and-dough) yapma yönteminde ise; tam un veya glutensiz karışımın 1/2’lik kısmı ile mayanın tamamı alınmış, üzerine suyun 3/4’lük kısmı ve nohut mayası sıvısı ilave edilmiş, 3 dakika

süreyle karıştırılarak akışkan bir hamur elde edilmiştir. Hamur 30°C’de 5 saat süreyle fermantasyona bırakılarak ekşi hamur (sponge) elde edilmiştir. Daha sonra kalan bileşenler ilave edilerek Kenwood (KM023, İrlanda) marka yoğurucuda ön denemelerle belirlenen sürede yoğrulmuştur. Yoğrulan hamur oda sıcaklığında 30 dakika süreyle kitle fermantasyonuna bırakılmış, daha sonra yuvarlak yapılarak 30°C’de 30 dakika süreyle ara fermantasyona bırakılmıştır. Son olarak merdane ile açılıp (yaklaşık 10 mm kalınlık) kendi etrafında sarılarak pişirme tavalarına aktarılmıştır. Tavalara aktarılan hamur nemle doyurulmuş ortamda 30°C’de 55 dakika süreyle son fermantasyona bırakılmıştır (Glutensiz ekmeklerin üretiminde kitle fermantasyonu, yuvarlak yapma ve ara fermantasyon aşamaları yer almamıştır; yoğrulan akışkan hamur doğrudan pişirme tavalarına aktarılıp hemen son fermantasyona tabi tutulmuştur). Fermantasyonu tamamlanan hamurlar 200°C sıcaklıkta 20 dakika süreyle pişirilmiştir.

3.2.4. Tam Un ve Glutensiz Karışımda Yapılan Analizler

Nem İçeriği: Tam un ve glutensiz karışımın nem içerikleri, Uluslararası Amerikan Tahıl Kimyacıları Derneği’nin (AACC International) 44-15A numaralı metodu takip edilerek etüvde (Nüve, FN055, Ankara) kurutma (135°C, 60 dk) yöntemi ile belirlenmiştir (AACC, 2000).

Protein İçeriği: Tam un ve glutensiz karışımın toplam azot (N) içerikleri Dumas yakma yöntemiyle (AACC Metot 46-30) çalışan N analizatörü (Velp Scientifica, Dumas Nitrogen Analyzer - NDA 701, İtalya) kullanılarak ölçülmüş; 5,70 veya 6,25 azot-protein çevrim faktörü kullanılarak protein içerikleri hesaplanmıştır (AACC, 2000).

Yağ İçeriği: Tam un ve glutensiz karışımın toplam yağ içerikleri Soxhlet ekstraksiyon yöntemiyle (AACC metot 30-25) belirlenmiştir (AACC, 2000). Bu işlem için Gerhardt otomatik ekstraksiyon sistemi (Soxtherm, Almanya) kullanılmıştır.

Kül İçeriği: Tam un ve glutensiz karışımın kül içerikleri kül fırınında (MF106, Nüve, Ankara) sabit ağırlığa gelinceye kadar 900±20°C de yakılarak (AACC metot 08-01) belirlenmiştir (AACC, 2000).

Toplam Karbonhidrat İçeriği: Tam un ve glutensiz karışımın toplam karbonhidrat içerikleri hesaplama [Toplam Karbonhidrat (%) = 100 – %(Nem+Protein+Yağ+Kül)] yoluyla elde edilmiştir (Koyuncu, 2014).

Zedelenmiş (Hasarlı) Nişasta İçeriği: Tam buğday ununun zedelenmiş nişasta içeriği amperometrik hasarlı nişasta ölçüm cihazı (SDmatic, Chopin Technologies, Fransa) kullanılarak ölçülmüştür. Bu amaçla ICC tarafından onaylanan analiz protokolü (ICC metot 172) takip edilmiş (ICC, 2011) ve sonuçlar un bazında %14 nem esasına göre sunulmuştur.

Yoğurma ve Termo-Reolojik Özelliklerin Ölçümü: Tam un ve glutensiz karışımın hamur yoğurma (optimum su tutma kapasitesi, yoğurma süresi, yoğurma stabilitesi) ve termo-reolojik özellikleri (nişasta çirilenmesi, çiriş parçalanması ve retrogradasyonu) miksolab (Chopin Technologies, Fransa) cihazında ICC tarafından onaylanan “Chopin+” protokolü (ICC metot 173) takip edilerek belirlenmiştir (ICC, 2011).

Düşme Sayısı (FN): Tam buğday ununun α -amilaz aktivitesinin göstergesi olan düşme sayısı (falling number, FN) analizi, AACC metot 56-81B takip edilerek Perten FN 1500 cihazı (Perten, İsveç) ile gerçekleştirilmiştir (AACC, 2000).

3.2.5. Nohut Mayası Sıvısı ve Nohut Mayalı Hamurda Yapılan Analizler

pH Ölçümü: Nohut mayası sıvısının pH'sı doğrudan pH-metre ile okunmuştur. Ekşi hamur pH'sı ise, 10 g ekşi hamur tartılıp üzerine 90 ml distile su ilave edilmiş ve 1 dakika homejenize edildikten sonra ölçülmüştür.

Mikrobiyolojik Analizler: Aşağıda belirtilen mikrobiyolojik analizler, nohut mayası sıvısında ve en iyi sonuç alınan (%30 nohut mayası) ekşi hamurda gerçekleştirilmiştir. Nohut mayası sıvısından doğrudan örnek alınarak, steril fizyolojik su (%0,85 NaCl) ile uygun dilüsyonlar hazırlanarak kullanılmıştır. Ekşi hamurdan ise 25 g örnek alınıp üzerine 225 ml steril fizyolojik su ilave edildikten sonra 1 dakika homojenize edilmiş, daha sonra bu homojenattan uygun dilüsyonlar hazırlanıp mikrobiyolojik sayımlarda kullanılmıştır (Çebi, 2009).

Toplam Maya ve Küf Sayımı: Nohut mayası sıvısı ve en iyi sonuç veren ekşi hamurda (%30 nohut mayası) toplam maya ve küf sayımı için hazırlanan dilüsyonlar, %10'luk tartarik asit çözeltisiyle asitlendirilerek Potato Dekstroz Agar (PDA) plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle 0,1 ml ekilmiştir. Ekilen petripler 28°C'de 4-5gün inkübasyona bırakılmış, inkübasyon sonunda 15-300 koloni içeren petri kutuları sayılarak maya-küf sayısı hesaplanmıştır (Halkman, 2005).

Enterobacteriaceae Sayımı: Nohut mayası sıvısı ve en iyi sonuç veren ekşi hamurdan (%30 nohut mayası) hazırlanan uygun dilüsyonlar, Violet Red Bile Dextrose (VRBD) Agar plaklarına 0,1'er ml aktarılarak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri plakları anaerobik şartlarda 30°C'de 48 saat inkübe edilmiş, inkübasyon sonucunda 1mm'den büyük koloniler sayılarak *Enterobacteriaceae* sayısı tespit edilmiştir (Çebi, 2009).

Toplam Aerob Mezofil Bakteri Sayımı: Nohut mayası sıvısı ve en iyi sonuç veren ekşi hamurda (%30 nohut mayası) bulunan toplam aerob mezofil bakteri sayısının belirlenmesi için Plate Count Agar (Oxoid CM325) besiyeri kullanılmıştır. Hazırlanan dilüsyonlardan yüzeye yayma yöntemiyle ekimler yapılmış, 30°C'de 2 gün inkübe edildikten sonra sayı belirlenmiştir (Çebi, 2009).

Laktik Asit Bakterileri (LAB) Sayımı: Nohut mayası sıvısı ve en iyi sonuç veren ekşi hamurdaki (%30 nohut mayası) LAB sayımı için MRS Agar besiyeri kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan MRS Agar plaklarına yüzeye yayma yöntemiyle ekim yapılmış, 30°C'de 48 saatlik anaerobik inkübasyondan sonra katalaz (-) koloniler dikkate alınarak LAB sayısı saptanmıştır (Çebi, 2009).

3.2.6. Tam Un ve Glutensiz Ekmeklerde Yapılan Analizler

Ekmek Ağırlığı, Hacmi ve Pişme Kaybı Tayini: Tam un ve glutensiz formülasyonlardan üretilen ekmekler, fırından çıktıktan 1 saat sonra tartılmış ve hacimleri ölçülmüştür. Ekmek hacmi kolza tohumlarıyla yer değiştirilerek ölçülmüştür. Pişme kaybı ise, başlangıç hamur ağırlığından ekmek ağırlığının çıkarılması yoluyla hesaplanmıştır (Elgün ve ark., 2005; Yılmaz, 2014).

Nem Tayini: Tam un ve glutensiz formülasyonlardan üretilen ekmeklerin nem içerikleri, AACC metot 44-15A takip edilerek belirlenmiştir (AACC, 2000).

pH Ölçümü: Tam un ve glutensiz formülasyonlardan üretilen ekmeklerden 10 g tartılıp üzerine 90 ml distile su ilave edilmiş ve 1 dakika homojenize edildikten sonra pH'sı okunmuştur.

Tekstürel Analizler: Tam un ve glutensiz formülasyonlardan yapılan ekmekler, fırından çıktıktan 1 saat sonra polietilen poşetlere koyularak oda sıcaklığında muhafaza edilmiştir. Ekmek içi sertliği, tekstür analiz cihazı (TA.TX2, Stable Micro Systems, İngiltere) kullanılarak 2., 24. ve 72. saatlerde 74-09.01 numaralı AACC metodu takip edilerek belirlenmiştir. Ölçümlerde 25 mm kalınlığında kesilen ekmeklerin orta dilimleri seçilmiş; 36 mm çapında prob, %25'lik sıkıştırma oranı ve 50 kg'lık yük hücresi kullanılmıştır (AACC, 2000; Yılmaz, 2014).

Ekmek Kabuğu ve Ekmek İçi Renginin Ölçümü: Ekmek kabuk ve iç rengi (L*, a* ve b* değerleri) HunterLab (Color Flex, ABD) renk ölçüm sistemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Yılmaz, 2014).

Duyusal Değerlendirme: Ekmeklerin duyuusal özelliklerinin değerlendirilmesi, ekmekle ilgili duyuusal terimlere hâkim en az 5 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. Ekmekler; (a) boyut ve şekil simetrisi, (b) kabuk rengi, (c) iç rengi, (d) gözenek homojenliği, (e) kabuk-iç ayrılma oranı, (f) lezzet (tat+koku), (g) tekstür ve çiğneme özelliği ve (h) genel beğeni kriterleri bakımından değerlendirilmiştir (Elgün ve ark., 2002; Yılmaz, 2014).

Toplam Fenolik Madde Miktarı Tayini: Ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri Folin-Ciocalteou yöntemi (Singleton ve ark., 1999) takip edilerek belirlenmiştir. Ekmek dilimleri önce dondurarak-kurutulmuş ve Waring blendırda öğütülerek 375 µm gözenekli elekten geçirilmiştir. Öğütülen ekmek örneği santrifüj tüpüne tartılarak (1 g) üzerine 10 ml asitlendirilmiş metanol çözeltisi (HCl/metanol/su, 1/80/10, h/h) eklenmiş, 2 saat süreyle 200 dev/dak hızda oda sıcaklığında çalkalanmış ve santrifüjlenerek (1000×g, 10 dak) berrak ekstre elde edilmiştir. Daha sonra 250 µL 2N Folin-Ciocalteu

fenol ayıracı, 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 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 ölçülmüştür. Gallik asit standart çözeltileri (0, 100, 200, 300, 400 ve 500 mg/L) kullanılarak elde edilen standart eğri ($y=1,637x+0,0328$, $R^2=0,995$) yardımıyla örneklerin toplam fenolik madde içerikleri “mg gallik asit eşdeğeri / 100g örnek” olarak hesaplanmıştır.

Antioksidan Kapasite Tayini: Ekmeklerin toplam antioksidan kapasiteleri 2,2-difenil-1-pikrilhidrazil (DPPH) radikali engelleme gücü yöntemi takip edilerek (Brand-Williams ve ark., 1995; 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 (6×10^{-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 kullanılmış; örneğin toplam antioksidan kapasitesi $[\%DPPH \text{ Radikali Engelleme Gücü} = 100 - (Kontrol_{abs} - Örnek_{abs}) / Kontrol] \times 100$] formülü kullanılarak hesaplanmıştır.

3.2.7. Deneysel Tasarım ve İstatistiksel Değerlendirme

Tam un ve glutensiz ekmek denemeleri ayrı ayrı yürütülerek, nohut mayası iki farklı formda kullanılmıştır. Denemeler tam şansa bağlı deneme deseninde iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Böylece tam un ekmeği için $(4 \times 2) \times 2 = 16$, glutensiz ekmek için $(4 \times 2) \times 2 = 16$ olmak üzere toplam 32 ekmek denemesi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen veriler varyans analizine (ANOVA) tabi tutulmuş, önemli bulunan farklılıklar Duncan çoklu karşılaştırma testiyle karşılaştırılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeği

4.1.1. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeği Üretiminde Kullanılan Unun Özellikleri

Ekmek yapımında kullanılan tam buğday ununun kimyasal bileşimi Çizelge 4.1’de verilmiştir. Kullanılan unun nem, protein, yağ ve kül içerikleri, tipik bir tam buğday unu bileşimini (Gordon ve Wrigley, 2005) yansıtmaktadır. Tam buğday ununun ekmekçilikte önemli olan zedelenmiş nişasta içeriği (%5,2) ise normal düzeydedir.

Çizelge 4.1. Tam un ekmeği üretiminde kullanılan unun kimyasal bileşimi

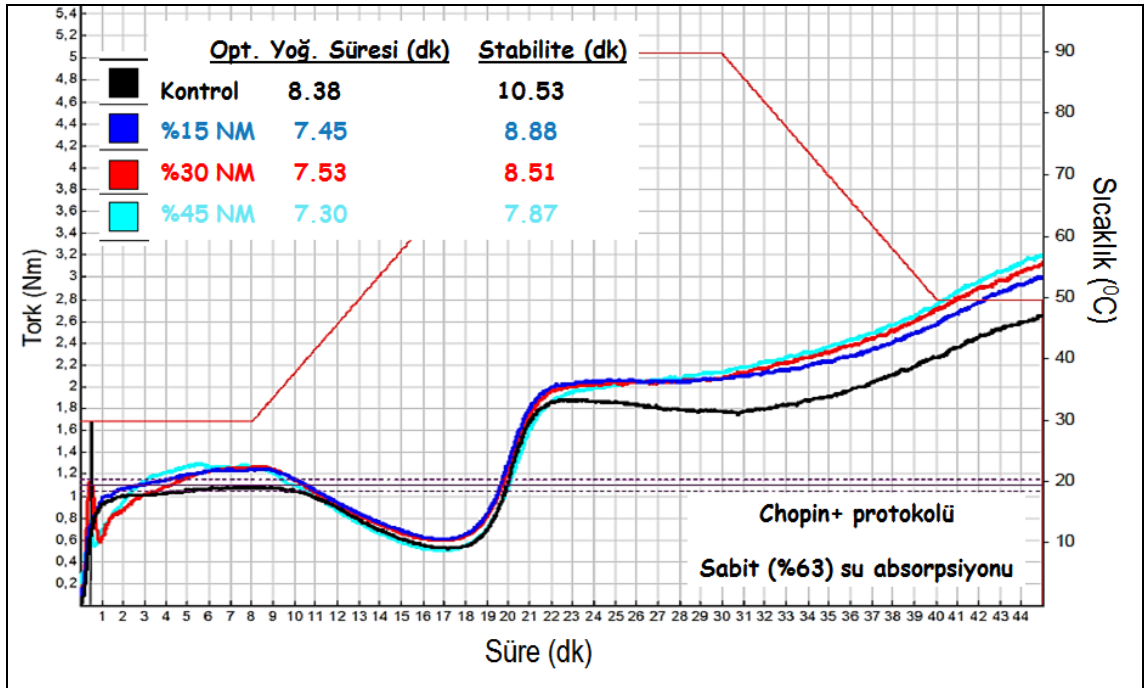
Bileşen	İçerik (%) ¹
Nem (yaş bazlı)	12,2
Protein (Nx5.7)	11,0
Yağ	1,69
Kül	1,33
Toplam karbonhidrat	72,0
Zedelenmiş (hasarlı) nişasta	5,2

¹%14 nem esasına göre

Tam buğday unu (kontrol) ve un ağırlığına göre su ile yer değiştirilerek farklı oranlarda (%15, 30, 45) nohut mayası sıvısı ilave edilen unun hamur yoğurma ve termo-reolojik özellikleri miksolab cihazında ölçülmüş ve yoğurma grafikleri Şekil 4.1’de sunulmuştur. Tam buğday ununun optimum su tutma kapasitesi %14 nem esasına göre %63,0 olarak belirlenmiş, optimum yoğurma süresi ve stabilitesi ise sırayla 8,38 ve 10,53 dak olarak ölçülmüştür. Tam buğday ununa farklı oranlarda nohut mayası ilave edilip sabit su tutma değerinde (%63,0) yoğrulduğunda, nohut mayası ilave oranına bağlı olarak hamurun su tutma kapasitesinin yükseldiği, optimum yoğurma süresi ve stabilitesinin ise kısmen düştüğü görülmüştür (Şekil 4.1). Nohut mayasının tam unun optimum su tutma kapasitesini artırıcı etkisinde içerdiği kuru maddenin (ort. %4,1)

etkili olduğu düşünülmektedir. Nohut mayasının hamuru zayıflatıcı etkisi pratikte ihmal edilebilir düzeydedir. Daha önce farinograf ve ekstensograf kullanılarak yapılan çalışmalarda (Özkaya, 1992; Narlıoğlu, 2013), nohut mayasının ekme ve poğaça hamurlarının reolojik özelliklerini zayıflattığı ve yumuşamaya neden olduğu bildirilmiştir. Saad ve ark. (2015) ise nohut mayası sıvısını dondurarak kurutmuşlar ve %1,5, 3,0 ve 4,5 oranlarında ekme formülasyonuna dahil etmişlerdir. Kurutulmuş nohut mayası ilavesi farinografla ölçülen optimum su tutma kapasitesi, yoğurma süresi ve stabilitesi ile ekme hacmini kısmen yükseltmiştir.

Nohut mayası ile bu zaman kadar yapılan çalışmalarda, nohut mayası sıvısı kullanılarak öncelikle bir ön hamur (ekşi hamur) oluşturulmuş, unlu mamul üretiminde bu ekşi hamur kullanılmıştır (Özkaya, 1992; Hancıoğlu-Sıkılı, 2003; Baykara, 2006; Çebi, 2009, 2014; Özer ve ark., 2010; Tangüler ve ark., 2010; Tuncel ve ark., 2010; Narlıoğlu, 2013; Kasım, 2014; Tangüler, 2014). Bu çalışmada ise nohut mayası sıvısı ekşi hamur oluşturmadan doğrudan sıvı formda kullanılarak tam un ve glutensiz ekme kalitelerine etkileri araştırılmıştır.



Şekil 4.1. Nohut mayası (NM) katkılı tam buğday ununun miksolab sistemiyle ölçülen hamur yoğurma ve termo-reolojik özellikleri

4.1.2. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeklerinin Kalite Özellikleri

Doğrudan ve dolaylı hamur yapma yöntemleriyle hazırlanan kontrol ve nohut mayası katkılı ekmeklerin pH, nem, pişme kaybı ve ekmek hacmi verileri Çizelge 4.2’de sunulmuştur. Nohut mayası ilavesi ekmeklerin pH değerlerini özellikle doğrudan hamur yönteminde önemli oranda düşürmüştür. Diğer taraftan, dolaylı hamur yönteminde ön fermantasyon nedeniyle ekmeklerin pH değerleri doğrudan hamur yöntemine göre daha düşük düzeyde gerçekleşmiştir.

Ekmeklerin pişme kayıpları %10,8-14,9 ve nem içerikleri %42,0-43,3 arasında değişim göstermiş, ancak ortalamalar arasındaki fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur (Çizelge 4.2). Bu sonuç, nohut mayası katkısının ekmek pişme kayıpları ve nem içeriklerini olumlu veya olumsuz etkilemediğini göstermektedir. Diğer taraftan, nohut mayası ilavesi ekmek hacmini önemli oranda etkilemiş ve beklendiği gibi hacim artışı sağlamıştır (Çizelge 4.2 ve Şekiller 4.2 ve 4.4). Dolaylı hamur yöntemiyle üretilen ekmeklerin hacimleri doğrudan yöntemle üretilenlerden daha düşük bulunmuştur. Bunun sebebi pH düşmesine bağlı olarak değişen asitlik miktarı olabilir. Zira hamurun asitlik derecesi son ürünün özelliklerini önemli ölçüde etkilemektedir. Düşen hamur pH’sı (asitlik artışı) hamurdaki bağları zayıflattığından (Tanaka ve ark., 1967; Salovaara ve Spicher, 1987; Collar-Esteve ve ark, 1994; Baykara, 2006, Sahli, 2015) kabarmayı olumsuz etkilemiş olabilir. Dolaylı hamur yöntemiyle yapılan ekmeklerin hacimlerinin düşük olmasının bir nedeni de, uzun ön fermantasyon süresince (5 saat) CO₂ kaynağı olan şekerler ve zedelenmiş nişastanın maya tarafından tüketilerek son fermantasyon için yeterli şeker kalmaması olabilir.

Çizelge 4.2. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin özellikleri

Ekmek		pH	Pişme Kaybı (%)	Nem İçeriği (%)	Ekmek Hacmi (cc)
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	5,85 a*	10,8 ^{öd}	42,1 ^{öd}	415,4 bc*
	%15 NM	5,75 b	12,1	42,4	421,5 abc
	%30 NM	5,70 c	13,3	42,0	454,9 ab
	%45 NM	5,65 d	12,3	42,5	523,8 a
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	5,65 d	11,8	42,8	333,5 c
	%15 NM	5,70 c	14,1	43,3	400,5 bc
	%30 NM	5,71 c	14,9	42,4	421,8 abc
	%45 NM	5,65 d	13,6	43,2	455,4 ab

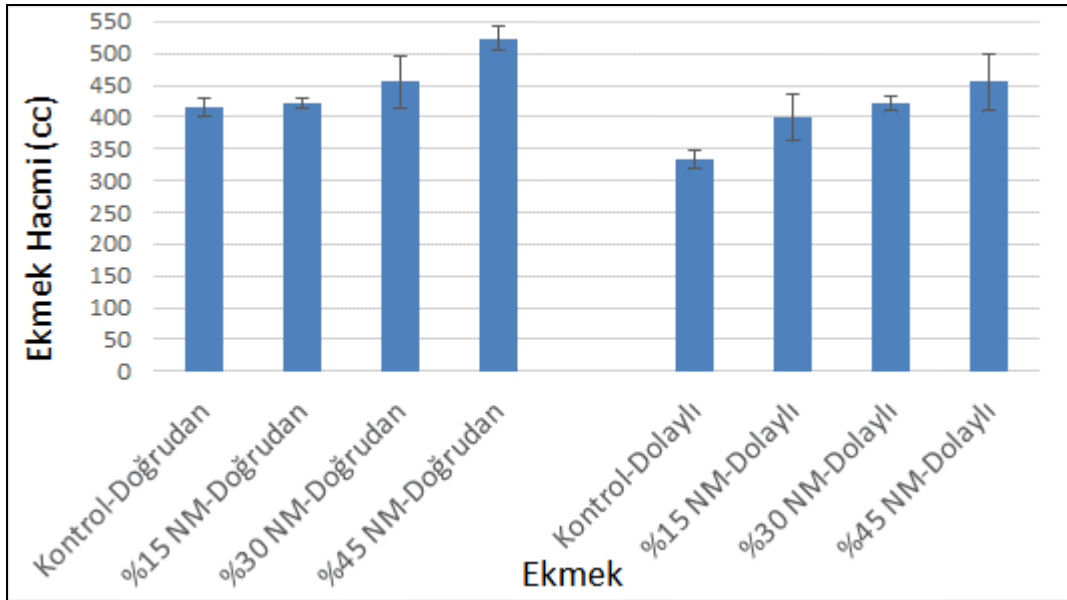
* Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder ($P < 0.05$); ^{öd} Önemli değil ($P > 0.05$)

Ekmek hacminin ekmek kalitesinde en önemli parametrelerden birisi (Hoseney, 1994) olduğu dikkate alındığında, nohut mayasının tam un ekmeğindeki hacim artırıcı etkisi önemlidir. Tam un ekmeği besleyicilik değer açısından beyaz un ekmeğinden çok daha üstün (Slavin ve ark., 1999; Slavin, 2004; Dykes ve Rooney, 2007; Kumar ve ark., 2011; Okarter ve Liu, 2010; Belobrajdic ve Bird, 2013; Hemdane ve ark., 2016) olmakla birlikte; renk, lezzet ve özellikle tekstür ve hacim bakımından daha zayıftır (Pomeranz, 1988; Pyle, 1988; Paşa, 2010; Yavaş, 2011). Tam un ekmeğinde nohut mayası kullanımı, ekmek hacmini artırarak bu bağlamda önemli bir katkı sağlamıştır.

Ekmek kabuğu ve ekmek içi renk özellikleri (L^* , a^* ve b^*) Çizelge 4.3’de verilmiştir. Ekmeklerin kabuk L^* (lightness, parlaklık/beyazlık) değerleri 33.6-48.6 arasında değişim göstermiş ve farklılık önemli bulunmuştur. Genel olarak, nohut mayası sıvısı ilavesi L^* değerlerini düşürmüştür. Diğer bir ifadeyle, nohut mayası oranı arttıkça daha koyu renkli ekmek kabuğu oluşumu gerçekleşmiştir. Ayrıca, doğrudan hamur yöntemiyle üretilen ekmeklerin kabuk L^* değerleri dolaylı hamur yöntemiyle üretilenlerden daha yüksek bulunmuştur. Ekmek kabuk renginin oluşumunda Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları belirleyicidir. Nohut mayası sıvısında bulunan %4,1 oranındaki kuru maddenin önemli bir kısmının serbest amino asitler olduğu (Hatzikamari ve ark., 2007a) dikkate alındığında, nohut mayası katkılı ekmeklerde

Maillard reaksiyonu ve buna bağı renk gelişiminin arttığı söylenebilir. Dolaylı hamur yönteminde karşılaşılan daha açık renk (yüksek L*) değerlerine ise indirgen şeker yetersizliğinin neden olduğu düşünülmektedir. Ayrıca, fermantasyon sürecindeki farklılık ve buna bağı olarak değişen mikroflora da L* değerinde etkili olabilir. Bu bağlamda, Çebi (2014) nohut mayası ve nohut mayalı hamurdan izole edilen *Lactobacillus brevis* FK2, *Lactococcus lactis* FK5 ve *Lactobacillus plantarum* FK25 suşlarının ekmeğin renk özelliklerine etkilerini araştırmış; *L. brevis* FK2 ve *L. plantarum* FK25 suşlarının *L. lactis* FK5'e göre daha yüksek L* değeri verdiğini belirlemiştir.

Ekmek kabuğu a* (kırmızılık) değerleri istatistiksel olarak farksız bulunmuş, sarılığı ifade eden b* değerleri ise önemli farklılık göstermiştir (Çizelge 4.3). Özellikle doğrudan hamur yöntemiyle üretilen ekmeklerin kabuk b* değerleri nohut mayası ilavesine bağı olarak düşmüş, ancak dolaylı yöntemde değişim önemsiz bulunmuştur. Ekmekler, ekmek içi renk özellikleri (L*, a* ve b*) bakımından incelendiğinde (Çizelge 4.3), nohut mayası ilavesinin ekmek içi rengini önemli ölçüde etkilemediği görülmektedir.



Şekil 4.2. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin hacimleri

Çizelge 4.3. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin renkleri

Ekmek		Ekmek Kabuk Rengi			Ekmek İç Rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	41,5 b*	11,6 ^{öd}	16,8	49,9 ^{öd}	4,9 ^{öd}	14,3 ^{öd}
	% 15 NM	40,4 bc	10,4	15,2	49,0	4,6	14,2
	%30 NM	37,3 c	11,6	14,9	49,5	4,4	14,1
	%45 NM	33,6 d	11,5	12,9 b	48,1	5,4	14,2
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	48,6 a	9,1	16,0 a	48,9	4,7	13,4
	% 15 NM	45,0 ab	10,2	17,5 a	50,6	5,0	14,3
	%30 NM	42,8 b	10,9	17,2 a	49,8	5,3	14,5
	%45 NM	43,5 b	11,0	18,2 a	52,0	4,3	14,2

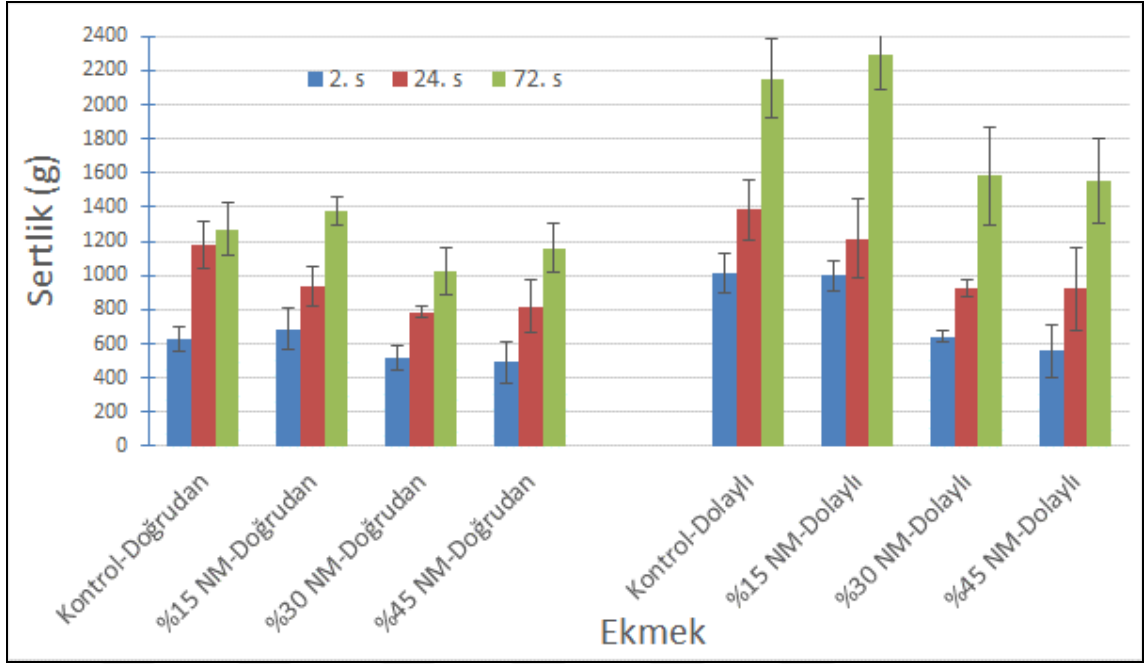
*Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder ($P<0.05$); ^{öd}Önemli değil ($P>0.05$)

Tekstür tahıl ürünlerinde, özellikle de ekmekte önemli bir duyusal parametredir. Dokunma veya çiğneme hissi ile algılanabilen bir grup fiziksel özellik (Bourne, 1982) olarak tanımlanan tekstür, tam un ekmeklerinin en önemli problemlerindendir (Hebeda ve ark., 1990). Tam un ekmekleri kaba ve sert bir tekstüre sahip olup, ekmek içi sertliğinin de hızlı artması (bayatlaması) söz konusudur. Nohut mayasıyla benzer mikrobiyolojik ve biyokimyasal özelliklere sahip olan ekşi mayanın, tam un ekmeğinin bayatlama hızını düşürdüğünü gösteren çalışmalar (Corsetti ve ark., 1998a, 1998b; Lavermicocca ve ark., 2000, 2003; Corsetti ve ark., 2000; Clarke ve ark., 2002; Crowley ve ark., 2002; Dal Bello ve ark., 2007) mevcuttur. Nohut mayası kullanımının da benzer bir etki gösterebileceği varsayımıyla bu çalışma yürütülmüştür.

Şekil 4.3’de kontrol ve farklı oranlarda nohut mayası ilave edilen tam un ekmeklerinin 2., 24. ve 72. saatlerdeki ekmek içi sertlik değerleri görülmektedir. Genel olarak, nohut mayası ilavesinin ekmek içi sertlik değerlerini düşürdüğü, özellikle %30 ve %45 oranlarında nohut mayası kullanımının ekmek bayatlama hızını önemli ölçüde yavaşlattığı görülmektedir. Çebi (2014) de nohut mayasından izole edilen LAB’ın (*Lactobacillus brevis* FK2, *Lactococcus lactis* FK5 ve *Lactobacillus plantarum* FK25) ekmek içi sertlik, koheziflik ve çiğnenebilirlik değerlerini olumlu yönde etkilediğini belirlemiştir. Bu veriler, nohut mayasının tam un ekmeklerinin en önemli

problemlerinden olan hızlı bayatlama problemini hafifletmesi açısından önemlidir. Ayrıca, nohut mayası sıvısında selüloz, α -galaktozidaz, invertaz ve proteaz aktiviteleri ile serbest yağ asitleri, indirgen şekerler ve serbest amino asitlerin arttığı (Hatzikamari ve ark., 2007a) göz önüne alındığında, nohut mayasının bayatlamayı yavaşlatıcı etkisi anlamlı görünmektedir. Nitekim, ekşi hamur kullanılarak yapılan ekmeklerde asidifikasyon, nişastanın mikrobiyel hidrolizi ve proteoliz olayları neticesinde ekmek sertliği ve bayatlamamanın yavaşladığı ileri sürülmüştür (Corsetti ve ark., 2000). Ayrıca, proteolitik olayların gluten ağlarını değiştirerek gluten fiziksel özellikleri ve ekmek tekstürünü değiştirdiği bildirilmiştir (Katina ve ark., 2006). Unlu mamullerde nohut mayası kullanımını konu edinen önceki çalışmalarda, nohut mayası kullanımının hamur reolojik özelliklerini zayıflattığı (Özkaya; 1992; Narlıoğlu, 2013) veya iyileştirdiği (Saad ve ark., 2015), ekmek bayatlama hızını etkilemediği (Baykara, 2006), unlu mamullerin raf ömrünü uzattığı (Tülbek ve ark., 2003) yönünde farklı bulgular mevcuttur. Bu çalışmada özellikle %30 ve 45 oranında nohut mayası kullanımının tam un ekmeğinin bayatlama hızını düşürebileceği görülmüştür.

Nohut mayası katkılı ekmeklerin duyuşal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.4'de verilmiştir. Doğrudan ve dolaylı hamur yöntemiyle yapılan ekmeklerin şekil ve simetri özellikleriyle gözenek yapısı ve homojenliğinde istatistiksel olarak fark bulunmamıştır. Ekmeklerin çığneme özelliği ve tekstürü, lezzeti (tat ve koku) ve genel beğenisi istatistiksel olarak farklı bulunmakla birlikte rakamsal değerler birbirine oldukça yakındır. Panelistler nohut mayası katkısının lezzet (tat ve koku) üzerine etkisini açıkça belirlemişler, ancak bazı panelistler yeni lezzeti severek yüksek puan verirken bazıları sevmediklerinden oldukça düşük puan vermişlerdir. Bu nedenle, duyuşal değerlendirme sonuçlarının ortalamaları birbirlerine yakın çıkmıştır. Daha önce nohut mayası ile yürütülen çalışmalarda; nohut mayasının ekmek tat ve aroma özellikleri ile dış kabuk rengini geliştirdiği (Özkaya, 1992), nohut mayası-ticari yaş maya karışımından yapılan ekmeklerin duyuşal özelliklerinin daha yüksek olduğu (Baykara, 2006), poğaçta üretiminde duyuşal özellikler bakımından ticari maya ve nohut mayası karışımının iyi sonuç verdiği (Narlıoğlu, 2013) saptanmıştır.

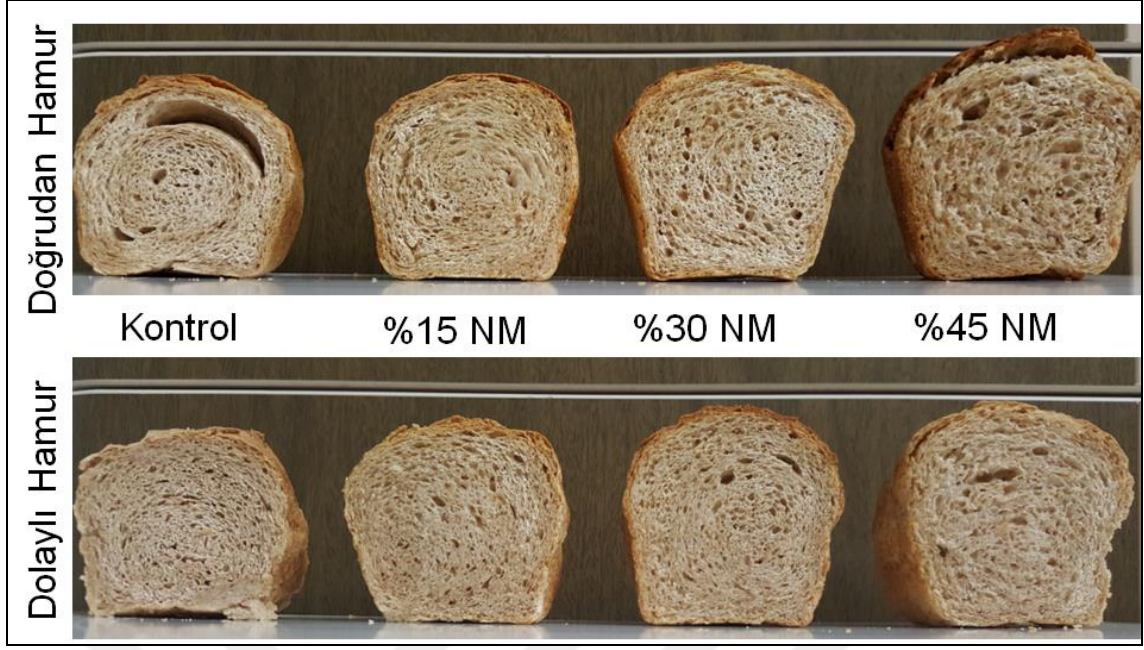


Şekil 4.3. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin bayatlama hızları

Çizelge 4.4. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin duyu özellikleri

Ekmeğin Türü		Şekil ve Simetri (1-10)	Gözenek Yapısı ve Homojenlik (1-10)	Çiğneme ve Tekstür (1-10)	Tat ve Koku (1-10)	Genel Değerlendirme (1-10)
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	7.9 ^{öd}	8.2 ^{öd}	8.2 a*	8.2 a*	8.1 abc*
	%15 NM	8.0	8.0	8.4 a	8.2 a	8.4 a
	%30 NM	7.6	7.4	8.2 a	8.2 a	8.1 ab
	%45 NM	8.5	8.0	8.5 a	8.4 a	8.4 a
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	7.7	7.8	7.9 ab	7.6 b	7.5 abc
	%15 NM	7.7	8.0	8.1 ab	7.5 b	7.8 abc
	%30 NM	8.4	8.2	7.3 b	7.2 b	7.3 c
	%45 NM	7.9	7.8	7.5 b	7.2 b	7.4 bc

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05); ^{öd}Önemli değil (P>0.05)



Şekil 4.4. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin görünümleri

4.1.3. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Hamurlarının Mikrobiyolojik Özellikleri

Çalışma süresince hazırlanan her nohut mayası sıvısının pH değeri ölçülerek gerek üretimde gerekse analizlerde benzer pH değerine sahip nohut mayası kullanılmasına dikkat edilmiştir. Hazırlanan nohut mayalarının pH değerleri 4,6-4,8 (ort.4,7) arasında değişmiştir. Nohut mayalarının ortalama kuru madde içerikleri ise %3,9-4,2 (ort. %4,1) aralığında değişim göstermiştir. Nohut mayası katkılı ekmeklerin yukarıda tartışılan kalite özellikleri dikkate alınarak, en iyi ekmeğin %30 nohut mayası ve doğrudan hamur yöntemiyle üretilen ekmeğin olduğu sonucuna varılmış; nohut mayası sıvısı, kontrol ekmeği hamuru ve %30 nohut mayası içeren doğrudan hamurda mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiştir. Çizelge 4.5’de görüldüğü gibi, nohut mayası ve hamurlar, LAB, toplam aerob mezofil bakteriler ve toplam maya-küf sayıları bakımından önemli farklılıklar gösterirken, *enterobacteriaceae* familyası kolonisi oluşmamıştır. Nohut mayalı hamur en yüksek miktarda LAB, toplam aerob mezofil bakteriler ve toplam maya-küf gelişimi göstermiş, bunu nohut mayası sıvısı takip etmiş, kontrol ekmeği hamurunda ise söz konusu mikroorganizmalar en düşük düzeyde kalmıştır (Çizelge 4.5).

Enterobacteriaceae familyası düşük pH'ya dayanıksız mikroorganizmalardır (Kaban, 2007; Çebi, 2009). Bu çalışmada kontrol ve nohut mayalı hamurların pH değerleri 5,5-5,7 arasında değişirken, nohut mayasının pH'sı 4,6-4,8 arasında değişmiştir. Bu düşük pH değerlerinin *enterobacteriaceae* kolonilerinin oluşumunu ve sayımını engellediği düşünülmektedir.

Çizelge 4.5'de görüleceği üzere, nohut mayası ilavesi LAB sayısını artırmıştır. Çebi (2009), nohut mayası sıvısı ve nohut mayalı hamurda bulunan LAB'ı incelemiş ve toplamda 120 adet LAB izole etmiştir. Çizelge 4.5'de toplam maya-küf sayısının da arttığı görülmektedir. Bununla birlikte 5 günlük inkübasyon sonunda küf gelişimi gözlenmemiştir. Bu durum hamurda artan LAB sayısına bağlanabilir. Çünkü Dalie ve ark. (2010) LAB'ın küf gelişimini engellediklerini ortaya koymuşlardır. Ayrıca, çeşitli çalışmalarda (Schnürer ve Magnusson, 2005; De Vuyst ve Vandamme, 1994; Şengün, 2011) LAB'ın ürettiği antimikrobiyal maddelerin (bakteriyosinlerin) mikrobiyal gelişmeyi inhibe ettikleri vurgulanmıştır.

Bu çalışmadan elde edilen mikrobiyolojik veriler, ekmek üretiminde nohut mayası kullanımının probiyotik özellikleriyle öne çıkan LAB sayısını artırarak sağlıklı yaşama katkı sağlayabileceğini göstermektedir.

Çizelge 4.5. Nohut mayası (NM) katkılı tam un hamurlarının mikrobiyolojik özellikleri

Hamur / Nohut Mayası Sıvısı		Birim	Laktik Asit Bakterileri (LAB)	<i>Enterobacteriaceae</i> Familyası	Toplam Aerob Mezofil Bakteriler	Toplam Maya ve Küf
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol Hamuru	log kob/g	7,82 b*	-	7,84 c*	7,84 c*
	%30 NM Hamuru	log kob/g	8,15 a	-	8,14 a	8,11 a
Nohut Mayası Sıvısı		log	7.84 b	-	8,08 b	7,97 b

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05)

4.1.4. Nohut Mayası Katkılı Tam Un Ekmeklerinin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri

Tam buğday unu ve nohutta bulunan ve çoğunlukla fenolik bileşiklerden oluşan antioksidanlar, gerek ürünlerin oksidatif stabiliteleri gerekse sağlıklı beslenme yönünden önemlidir (Azkan, 1999; Slavin ve ark., 1999; Dykes ve Rooney, 2007; Okarter ve Liu, 2010; Kumar ve ark., 2011; Fosschia ve ark., 2016). Çizelge 4.6'da kontrol ve nohut mayalı tam un ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri verilmiştir. Hem toplam fenolik madde hem de antioksidan kapasite bakımından önemli farklılıklar tespit edilmiş; genel olarak, nohut mayasının tam un ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitelerini artırdığı belirlenmiştir. Bu sonuçlar, nohut mayası kullanımının ekmek duyusal özelliklerinin yanında besleyicilik kalitesini de artırdığını göstermektedir.

Fermantasyon işleminde biyoaktif maddelerin miktar ve kompozisyonlarının etkilendiği bilinmektedir (Dordevic ve ark., 2010). Nohutta bulunan fenolik antioksidan maddeler, fermantasyon başta olmak üzere otoklavlama, kaynatma, ıslatma, kızartma ve buharlama gibi yöntemlerle nohuttan uzaklaştırılabilmektedir (Clemente ve ark. 1998; Demir, 2008). Nohut mayası üretimi bir fermantasyon işlemi olduğundan, bu süreçte nohut mayası sıvısına geçen fenolik maddeler ekmekte fenolik madde ve antioksidan kapasite artışına neden olmuştur. Ayrıca, ekşi hamurun birçok biyoaktif maddenin miktarını stabilize ettiği veya artırdığı bilinmektedir (De Angelis ve ark., 2007; Banu ve ark., 2010). Nitekim, LAB'ın çavdar ekşi hamuru ve bundan yapılan ekmeğin toplam fenolik madde içeriği ve antioksidan kapasitesini artırdığı belirlenmiştir (Banu ve ark., 2010). Bu çalışmada nohut mayası sıvısı ve hamurunda gözlemlenen LAB sayısındaki artış (Çizelge 4.5), ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitelerindeki artışa (Çizelge 4.6) katkı sağlamış olabilir.

Çizelge 4.6. Nohut mayası (NM) katkılı tam un ekmeklerinin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Ekmek		Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100g) ¹	Antioksidan Kapasite (DPPH Radikali Engelleme Gücü, %) ¹
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	0,44 c*	27,3 b*
	%15 NM	0,44 c	26,8 b
	%30 NM	0,63 b	30,5 a
	%45 NM	0,64 b	29,7 a
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	0,28 d	25,5 b
	%15 NM	0,40 c	28,7 ab
	%30 NM	0,59 b	28,4 ab
	%45 NM	0,71 a	29,3 a

¹Kuru madde esasına göre; * Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05)

Özetlemek gerekirse, nohut mayası sıvısının doğrudan tam un ekmek formülasyonuna katılması, ekmekte hacim artırıcı, bayatlama geciktirici ve antioksidan kapasite artırıcı etkiler göstermiş, ancak lezzet üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır.

4.2. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmek

4.2.1. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmek Üretiminde Kullanılan Karışımın Özellikleri

Glutensiz ekmek üretiminde kullanılan karışım unun bileşimi Çizelge 4.7’de verilmiştir. Glutensiz karışımın (%50 mısır nişastası + %50 pirinç unu) nem içeriği %12,3, protein içeriği %4,3, yağ içeriği %0,3, kül içeriği %0,28 ve toplam karbonhidrat içeriği %82,1 olarak ölçülmüştür. Glutensiz karışımın su tutma kapasitesi ön denemelerle belirlenmiş ve karışım esasına göre %105 su oranı ideal bulunmuştur.

Çizelge 4.7. Glutensiz ekmeğin üretiminde kullanılan karışımın özellikleri

Bileşen	İçerik (%) ¹
Nem (yaş bazlı)	12,3
Protein (Nx5.7)	4,3
Yağ	0,3
Kül	0,28
Toplam karbonhidrat	82,1

¹%14 nem esasına göre

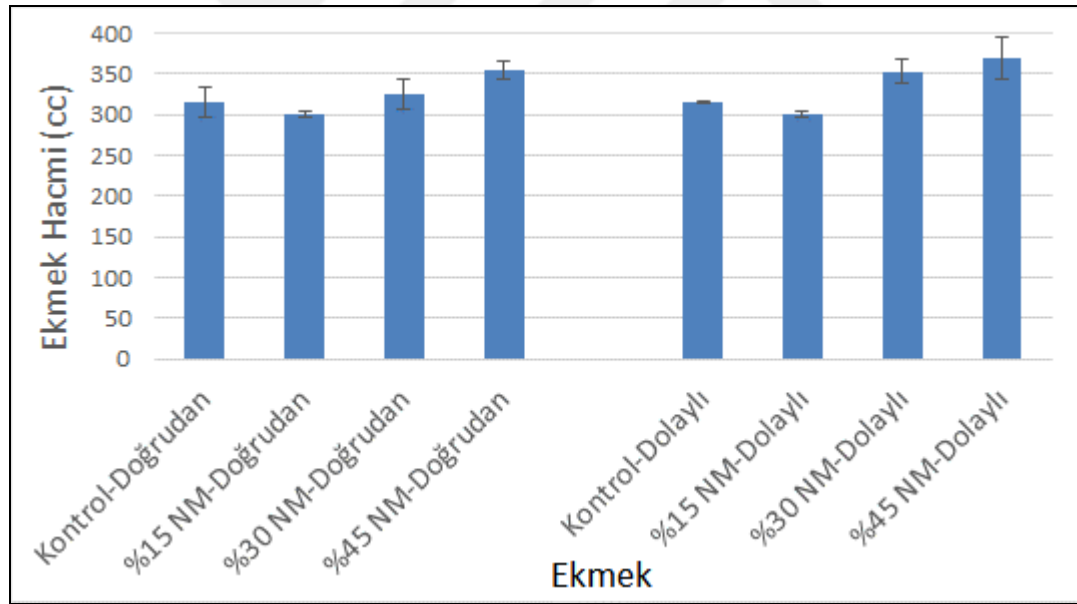
4.2.2. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmeklerin Kalite Özellikleri

Kontrol ve nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin nem içerikleri, pişme kayıpları ve hacimleri Çizelge 4.8’de verilmiştir. Glutensiz ekmeklerin nem içerikleri %46,6-50,7 arasında, pişme kayıpları %11,3-14,7 arasında değişim göstermiş, ancak farklılıklar tam un ekmeklerinde olduğu gibi önemsiz bulunmuştur. Glutensiz ekmeklerin hacimleri ise 299,5-368,3 ml arasında değişmiş ve farklılıklar istatistiksel olarak önemli çıkmıştır. Glutensiz formülasyonlara %15 oranında nohut mayası ilavesi ekmeğin hacmini fazla etkilemezken, özellikle dolaylı hamur yönteminde %30 ve 45 oranlarındaki katkıları ekmeğin hacimlerini önemli düzeyde yükseltmiştir (Şekil 4.5). Ekşi maya fermentasyonu süresince LAB’ın metabolik aktivitesi sonucunda, hamur reolojisini ve ekmeğin tekstürünü olumlu etkileyen ekzopolisakkaritler üretilmiş ve üretilen bu polimerler sayesinde ekmeğin kalitesi olumlu etkilenmiştir. Bu etkiler, ekmeğin hacminin artması ve bayatlamasının gecikmesini de içermektedir (Koraklı ve ark., 2003; Tiekling ve Ganzle, 2005; Arendt ve ark., 2007). Bu sonuç tam un ekmeklerinde elde edilen hacim verileriyle benzerlik taşımakta olup, nohut mayasının ekmeğin hacmini artırıcı etkisini teyit etmektedir.

Çizelge 4.8. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin özellikleri

Ekmek		Pişme Kaybı (%)	Nem İçeriği (%)	Ekmek Hacmi (cc)
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	13,0 ^{öd}	49,2 ^{öd}	316,3 cd*
	%15 NM	11,6	46,8	299,5 d
	%30 NM	13,5	48,0	325,6 bcd
	%45 NM	12,8	49,2	354,7 ab
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	14,7	48,0	316,0 cd
	%15 NM	13,7	50,7	299,5 d
	%30 NM	11,3	46,6	352,5 abc
	%45 NM	14,3	48,9	368,3 a

*Aynı sütündeki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder ($P < 0.05$); ^{öd}Önemli değil ($P > 0.05$)



Şekil 4.5. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin hacimleri

Kontrol ve nohut mayalı glutensiz ekmeklerin renk özellikleri Çizelge 4.9’da sunulmuştur. Ekmeklerin kabuk L*, a* ve b* değerlerinde istatistiksel farklılık tespit edilmiş; ancak herhangi bir trend oluşmamıştır. Ekmek içi renk değerleri, tam un ekmeklerinde olduğu gibi, nohut mayası katkısından fazla etkilenmemiştir. Bu sonuçlar,

nohut mayası kullanımının glutensiz ekmeğin renk özelliklerinde sınırlı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.9. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin renkleri

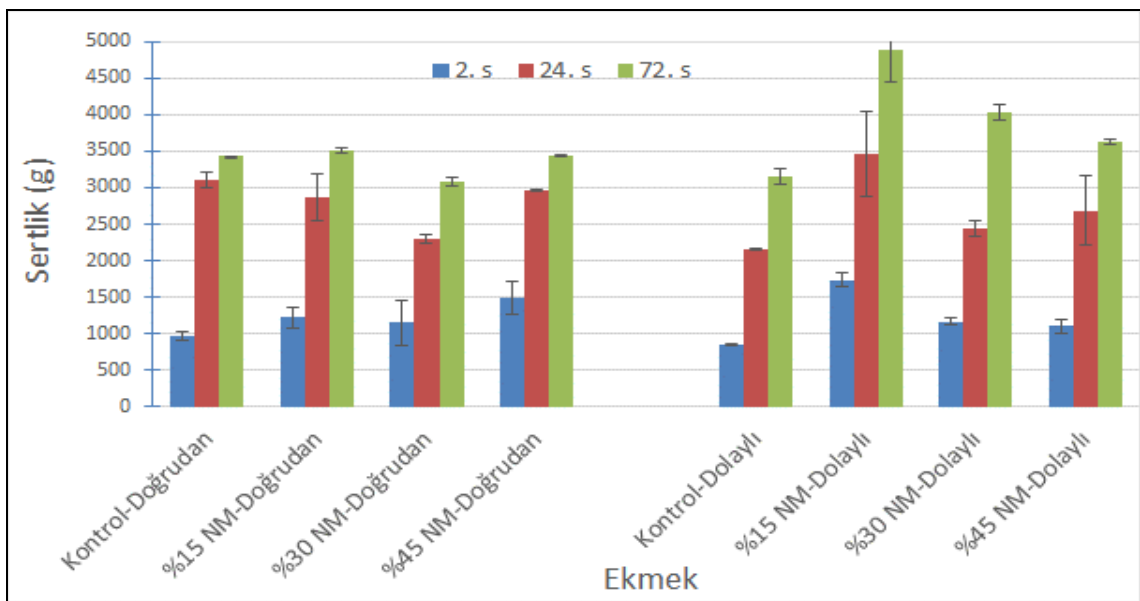
Ekmek		Ekmek Kabuk Rengi			Ekmek İç Rengi		
		L*	a*	b*	L*	a*	b*
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	36,8 bc*	13,1 ab*	15,5 b*	68,2 ^{öd}	-1,4 ^{öd}	17,3 a*
	% 15 NM	32,6 c	12,9 ab	13,0 b	67,7	-0,8	16,1 b
	% 30 NM	35,3 bc	13,5 a	14,9 b	68,9	-1,2	15,5 bc
	% 45 NM	37,6 bc	13,0 ab	15,2 b	68,1	0,1	14,4 cd
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	50,6 a	10,5 c	20,8 a	65,5	-1,6	14,4 cd
	% 15 NM	49,2 a	9,3 bc	19,1 a	66,9	-1,3	14,2 d
	% 30 NM	45,3 ab	13,5 a	19,2 a	68,9	-1,1	15,5 bc
	% 45 NM	48,5 a	12,7 abc	20,2 a	67,5	-1,4	14,2 d

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05); ^{öd}Önemli değil (P>0.05)

Ekmekler depolanmaları sürecinde fizikokimyasal ve mikrobiyolojik değişimlere maruz kalmaktadır. Bu değişimlerden en önemlisi bayatlama olarak tanımlanan ekmek içi sertliğinin artmasıdır. Glutensiz ekmekler ağırlıklı olarak nişastalı karışımlardan meydana geldiğinden, depolama sırasında nişasta retrogradasyonuna bağlı bayatlamaları normal buğday ekmeklerine göre daha hızlı gerçekleşmektedir (Gallagher ve ark., 2003; Gallagher ve ark., 2004; Moore ve ark., 2004; Ahlborn ve ark., 2005). Ayrıca, glutensiz ekmeklerin tüketimleri sırasında hissedilen parçacıklı yapıları ve yavan lezzetleri de önemli problemlerdendir (Arendt ve ark., 2002). 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 yeni bir alternatif oluşturabileceği öngörüsüyle bu çalışma yürütülmüştür.

Şekil 4.6’da kontrol ve farklı oranlarda nohut mayası içeren glutensiz ekmeklerin farklı depolama sürelerindeki ekmek içi sertlik değerleri, Şekil 4.7’de ise ekmek kesitleri görülmektedir. Nohut mayası katkısı taze (2. saat) ekmeklerin sertliğini kısmen yükseltmiştir. Ancak ilerleyen depolama periyodunda (24. ve 72. saatler), özellikle dolaylı hamur yöntemi ve %15 ve 30 oranlarında nohut mayası ilavesi, ekmeklerin bayatlama hızlarında kısmi bir düşüş sağlamıştır. Bununla birlikte, nohut mayasının glutensiz ekmekteki bayatlama geciktirici etkisi tam un ekmeğine göre daha sınırlı kalmıştır. Pirinç nişastasının, buğday nişastasına göre retrogradasyona daha eğilimli olması (Yalçın, 2005) sebebiyle nohut mayasının etkisi sınırlı kalmış olabilir.

Nohut mayası katkılı glutensiz ekmeklerin şekil, gözenek yapısı, tekstür ve lezzet gibi duyuşal özellikleri Çizelge 4.10’da verilmiştir. Bu duyuşal özellikler istatistiksel olarak farklı bulunsa da ortalamalar birbirlerine oldukça yakındır. Nohut mayasının özellikle %15 ve 30 oranlarında kullanılması, glutensiz ekmeklerin gözenek yapısı ve tekstürünü kısmen iyileştirmiştir. Ekmeklerin lezzet özellikleri nohut mayası ilavesine göre değişmekle birlikte, panelistlerden bir kısmının yeni lezzeti severek aşırı yüksek puan vermelerine, bir kısmının da sevmeyerek aşırı düşük puan vermelerine neden olmuştur. Bu puanların ortalamaları alındığında ise değerler birbirine yakınlaşarak istatistiksel fark oluşmamıştır. Bu duyuşal veriler, nohut mayasının glutensiz ekmeğin duyuşal özelliklerine etkisinin sınırlı düzeyde olduğunu göstermektedir.



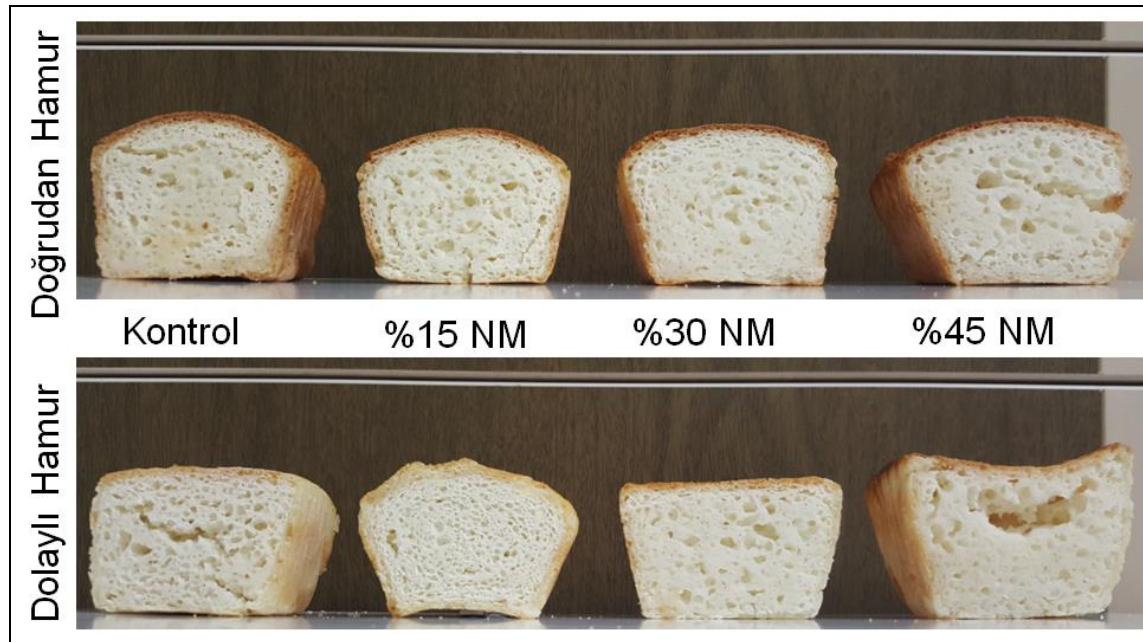
Şekil 4.6. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin bayatlama hızları

Çizelge 4.10. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin duyuşal özellikleri

Ekmek		Şekil ve Simetri (1-10)	Gözenek Yapısı ve Homojenlik (1-10)	Çiğneme ve Tekstür (1-10)	Tat ve Koku (1-10)	Genel Değerlendirme (1-10)
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	6,6 a*	6,3 ab*	6,5 b*	6,3 ^{öd}	6,8 ab*
	%15 NM	6,5 a	6,0 b	6,8 ab	6,5	6,8 ab
	%30 NM	6,0 ab	5,6 bc	7,0 a	7,1	7,0 a
	%45 NM	5,2 bc	6,2 ab	6,4 bc	6,5	6,5 abc
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	6,2 a	6,2 ab	6,4 bc	6,7	6,2 bc
	%15 NM	4,7 c	6,7 a	6,7 ab	6,7	6,2 bc
	%30 NM	6,4 a	6,6 a	6,1 c	6,2	6,1 bc
	%45 NM	4,9 c	4,8 c	6,6 ab	6,2	5,8 c

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder ($P<0.05$); ^{öd}Önemli değil ($P>0.05$)

Yukarıda tartışılan glutensiz ekmek verileri birlikte değerlendirildiğinde, %30 oranında nohut mayası sıvısı katkısının glutensiz ekmek kalitesine sınırlı düzeyde katkı sağlayabileceği düşünülmektedir.



Şekil 4.7. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin görünüşleri

4.2.3. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Hamurların Mikrobiyolojik Özellikleri

Kontrol ekmek hamuru, nohut mayası sıvısı ve %30 nohut mayasıyla doğrudan yöntemle hazırlanan ekmek hamurunda mikrobiyolojik analizler gerçekleştirilmiş ve sonuçlar Çizelge 4.11’de verilmiştir. Tam un ekmeğinde olduğu gibi, glutensiz ekmeklerde de nohut mayası ilavesi LAB, toplam aerob mezofil bakteriler ve toplam maya-küf sayılarını önemli düzeyde artırmıştır. Örneklerde *enterobacteriaceae* familyasına ait koloni gelişmemiştir. İyi bir fırın ürünü hamurunun 8-9 log kob/g aktif LAB içermesi beklenmektedir (Hammes ve ark., 2005; Rehman ve ark, 2006; Özüğür, 2011). Bu çalışmadaki kontrol ve nohut mayalı glutensiz hamurların LAB içerikleri sözü edilen aralıktadır.

Çizelge 4.11. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz hamurların mikrobiyolojik özellikleri

Hamur / Nohut Mayası Sıvısı		Birim	Laktik Asit Bakterileri (LAB)	<i>Entero-bacteriaceae</i> Familyası	Toplam Aerob Mezofil Bakteriler	Toplam Maya ve Küf
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol Hamuru	log kob/g	8,14 c*	-	8,01 ab*	8,12 b*
	%30 NM Hamuru	log kob/g	8,40 a	-	8,30 a	8,34 a
Nohut Mayası Sıvısı		log	7.84 b	-	8,08 b	7,97 c

*Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05)

4.2.4. Nohut Mayası Katkılı Glutensiz Ekmeklerin Toplam Fenolik Madde İçerikleri ve Antioksidan Kapasiteleri

Çizelge 4.12’de kontrol ve nohut mayalı 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 ilavesinin tam un ekmeklerinde olduğu gibi glutensiz ekmeklerin de toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasitelerini artırdığı görülmüştür. Bu

sonuçlar, nohut mayası kullanımının ekmek duyusal özelliklerinin yanında besleyicilik kalitesini de artırdığını göstermektedir.

Xu ve Chang (2008) yaptıkları çalışmada, nohudun da içerisinde yer aldığı birkaç baklagil çeşidine uyguladıkları prosesler (su içerisinde bekletme, kaynatma, buhar verme gibi) sonucunda toplam antioksidan miktarının azaldığını bulmuşlardır. Nohut mayası hazırlanırken, nohut içerisinde yer alan fenolik maddeler nohut mayası sıvısını geçerek eklenen ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ile antioksidan kapasitelerinin artmasına sebep olmuş olabilir. Bu çalışmada olduğu gibi, ekmek formülasyonu, hamur yapma yöntemi, fermentasyon ve pişirme koşulları ekmeklerin antioksidan kapasitelerini etkilemektedir (Delgado-Andrade ve ark., 2010; Konopka, 2014).

Çizelge 4.12. Nohut mayası (NM) katkılı glutensiz ekmeklerin toplam fenolik madde içerikleri ve antioksidan kapasiteleri

Ekmek		Toplam Fenolik Madde İçeriği (mg/100g) ¹	Antioksidan Kapasite (DPPH Radikali Engelleme Gücü, %) ¹
Doğrudan Hamur Yöntemi	Kontrol	0,46 c*	27,1 c*
	% 15 NM	0,50 bc	30,2bc
	% 30 NM	0,64 a	29,9bc
	% 45 NM	0,66 a	29,7 bc
Dolaylı Hamur Yöntemi	Kontrol	0,32 e	30,5 bc
	% 15 NM	0,33 e	29,5 bc
	% 30 NM	0,39 d	32,6 b
	% 45 NM	0,55 b	35,0 a

¹Kuru madde esasına göre; * Aynı sütundaki farklı harfler istatistiksel farklılığı ifade eder (P<0.05)

Nohut, flavonoller (kuersetin, kaemferol ve mirisetin), flavon glikozitler, flavonoller, oligomerik ve polimerik proantosiyandinler ve non-flavonoidler (hidroksibenzoik, hidroksisinnamik asitler) gibi çok çeşitli polifenolik birleşikler içermektedir (Campos-Vega ve ark., 2010; Hosta, 2012; 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 zenginleştigi tespit edilmiştir (Hosta, 2012).

Özetlemek gerekirse, nohut mayası sıvısının doğrudan glutensiz ekmek formülasyonuna katılması kısmen hacim artırıcı ve bayatlama geciktirici etki göstermiş ve besleyicilik değerini artırmıştır. Nohut mayasının glutensiz ekmek lezzetine etkisi ise sınırlı düzeyde gerçekleşmiştir.



5. SONUÇ

Bu çalışmada lezzet (tat+koku) ve tekstür bakımından zayıf olan tam un ekmeği ve glutensiz ekmeğin üretiminde nohut mayası kullanımının etkileri araştırılmıştır. Bu amaçla tam un ve glutensiz ekmeğin formülasyonlarına, un veya glutensiz karışım miktarı esas alınarak ve su ile yer değiştirilerek %15, 30 ve 45 oranlarında nohut mayası sıvısı ilave edilmiş, doğrudan ve dolaylı hamur/ekmeğin yapma yöntemleriyle nohut mayası katkı ekmeğin üretilmiştir. Kontrol ve nohut mayası katkı ekmeğin hacim, tekstür, renk ve lezzet gibi duyu özellikleri incelenmiş, mikrobiyolojik sayımlar ve antioksidan kapasite ölçümleri gerçekleştirilmiştir. Çalışma sonucunda;

1. Nohut mayası sıvısının doğrudan tam un ekmeğin formülasyonuna katılması, tam un ekmeğinde hacim artırıcı, bayatlama geciktirici ve antioksidan kapasite artırıcı etkiler göstermiş, ancak lezzet üzerindeki etkisi sınırlı kalmıştır. Genel olarak değerlendirildiğinde, en iyi sonuç doğrudan yöntemle ve %30 nohut mayası katkısıyla elde edilmiştir.

2. Nohut mayası sıvısının doğrudan glutensiz ekmeğin formülasyonuna katılması, glutensiz ekmeğin kısmen hacim artırıcı ve bayatlama geciktirici etki göstermiş ve besleyicilik değerini artırmıştır. Nohut mayasının glutensiz ekmeğin lezzetine etkisi ise sınırlı düzeyde olmuştur. Genel olarak değerlendirildiğinde, en iyi sonuç doğrudan yöntemle ve %30 nohut mayası katkısıyla elde edilmiştir.

3. Nohut mayasının olumlu etkileri, tam un ekmeğinde glutensiz ekmeğin göre daha belirgin düzeyde gerçekleşmiştir.

4. Dünyada ve Türkiye’de nohut mayası üretimi ve unlu mamullerde kullanımı geleneksel bir uygulama olup standart bir yöntem veya yaklaşım bulunmamaktadır. Ayrıca, nohut mayası üretim parametreleri ve kullanım yöntemleri yeterince çalışılmamıştır. Bu bağlamda, nohut mayası üretim koşullarının detaylı olarak çalışılması, unlu mamullerde uygun kullanım miktarı ve yönteminin belirlenmesi ve etkili mikroorganizmaların belirlenerek ticari üretime kazandırılması gerekmektedir.

KAYNAKLAR

- AACC, 2000. AACC Approved Methods (10th ed.). *American Association of Cereal Chemists International (AACC)*, St. Paul, MN.
- Acs, E., Kovacs, Z. ve Matuz, J., 1996a. Bread from corn starch for dietetic purposes: I. Structure formation. *Cereal Research Communications*, 24: 441-449.
- Acs, E., Kovacs, Z. ve 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. ve Huber, C.S., 2005. Sensory, mechanical and microscopic evaluation of staling in low-protein and gluten-free breads. *Cereal Chemistry*, 82: 328-335.
- Anonim, 2013. Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği. *T.C. Resmi Gazete*, No: 28606, 02 Nisan 2013.
- Anton, A.A. ve Artfield, S.D., 2007. Hydrocolloids in gluten-free breads: A review. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 59: 11-23.
- Arendt, E.K., Schober, T.J., Gallagher, E. ve Gormley, T.R., 2002. Development of gluten-free cereal products. *Pharmaceutical Foods*, 12: 21-27.
- Arendt, E.K., Morrissey, A., Moore, M.M. ve Dal Bello, F., 2008. Gluten-free breads. In: *Gluten-Free Cereal Products and Beverages* (Eds. Arendt E.K., Dal Bello, F.). *Academic Press*, London, p. 289-319.
- Azkan, N., 1999. Yemeklik Tane Baklagiller. *UÜ Ziraat Fakültesi Ders Notları*, No: 40, Bursa.

- Banu, I., Vasilean, I. ve Aprodu, I., 2010. Effects of lactic acid fermentation on antioxidant capacity of rye sourdough and bread. *Food Science and Technology Research*, 16(6): 571-576.
- Baykara, P., 2006. Geleneksel Nohut Mayasının Endüstriyel Beyaz Buğday Unu Ekmeği Üretiminde Kullanımı. *Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Tekirdağ.
- Belobrajdic, D.P. ve Bird, A.R., 2013. The potential role of phytochemicals in wholegrain cereals for the prevention of type-2 diabetes. *Nutrition Journal*, 12: 62-67.
- Beta, T., Nam, S., Dexter, J.E. ve Sapiirstein, H.D., 2005. Phenolic content and antioxidant activity of pearled wheat and roller-milled fractions. *Cereal Chemistry*, 82: 390-393.
- Bourne, M.C., 1982. Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement (2nd ed.). *Academic Press*, New York, p. 1-23.
- Brand-Wiliams, W., Cuvelier, M.E. ve Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT - Food Science and Technology*, 28: 25-30.
- Brummer, J.M. ve Lorenz, K., 1991. European developments in wheat sourdough. *Cereal Foods World*, 36: 310-314.
- Campos-Vega, R., Loarca-Pina. G. ve Dave Oomah. B., 2010, Minor components of pulses and their potential impact on human health. *Food Research International*, 43: 461-482.
- Collar-Esteve, C., Bénédict Barber C. ve Martínez-Anaya, M. A. 1994. Microbial sourdough influence acidification properties on a breadmaking potential of wheat dough. *Journal of Food Science*, 59(3): 629-633, 674.

- Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. ve Rossi, J., 2000. Combined effect of sourdough lactic acid bacteria and additives on bread firmness and staling. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48: 3044-3051.
- Crowley, P., Schober, T., Clarke, C. ve Arendt, E., 2002. The effect of storage time on textural and crumb grain characteristics of sourdough wheat bread. *European Food Research Technology*, 214: 489-496.
- Clarke, C., Schober, T.J. ve Arendt, E.K., 2002. Effect of single strain and traditional mixed strain starter cultures in rheological properties of wheat dough and bread quality. *Cereal Chemistry*, 79: 640-647.
- Clemente, A., Vioque, R.S., Vique, J., Bautista, J. ve Millan, F., 1998. Effect of cooking on protein quality of chickpea (*Cicer arietinum*) seeds. *Food Chemistry*, 62(1): 1-6.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. ve Rossi, J., 1998a. Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling. *Journal of Food Science*, 63: 347-351.
- Corsetti, A., Gobbetti, M., Rossi, J. ve Damiani, P., 1998b. Antimould activity of sourdough lactic acid bacteria, identification of a mixture of organic acids produced by *Lactobacillus sanfrancisco* CB1. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 50: 253-256.
- Çebi, K., 2009. Nohut Mayası ve Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve İdentifikasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Çebi, K., 2014. Nohut Mayası/Hamurundan İzole Edilen Laktik Asit Bakteri Suşlarının Ekmeğin Uçucu Profili ve Diğer Bazı Kalite Parametreleri Üzerine Etkileri. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.

- Dal Bello, F., Clarke, C.I., Ryan, L.A.M., Ulmer, H., Ström, K., Sjögren, J., van Sinderen, D., Schnürer, J. ve Arendt, E.K., 2007. Improvement of the quality and shelf life of wheat bread by using the antifungal strain *Lactobacillus plantarum* FST 1.7. *Journal of Cereal Science*, 45: 309-318.
- Dalie, D.K.D., Deschamps, A.M. ve Richard-Forget, F., 2010. Lactic acid bacteria – Potential for control of mould growth and mycotoxins: A review. *Food Control*, 21: 370-380.
- De Angelis, M., Rizzella, C. G., Alfonsi, G., Arnould, P., Coppelle, S., Tossut, P., Di Cagno, R. ve Gobbetti, M., 2007. Use of lactobacilli and oat fibre to decrease glycemic index of White- wheat bread. *British Journal of Nutrition*, 98: 1196-1205.
- Delgado-Andrade, C., Cande-Aguiler J.A., Haro A., De La Cueva S.P. ve Rufian-Henares, J.A., 2010. A combined procedure to evaluate the global antioksidant response of bread. *Journal of Cereal and Science*, 52: 239-246.
- De Vuyst, L. ve Vandamme E. J., 1994. Bacteriocins of lactic acid bacteria, microbiology, genetics and applications. *Blackie Academic and Profesional*, New York, p. 539.
- Demir, K. ve Elgün, A., 2008. Tam buğday unu ve fonksiyonel özellikleri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum.
- Desphande, S.S. ve Damodaran, S., 1990. Food legumes: chemistry and technology. In: *Advances in Cereal Science and Technology*, Vol. X (Ed. Pomeranz, Y.). *American Association of Cereal Chemists*, St. Paul, MN, p. 147-241.

- 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. ve Gobbetti, M., 2004. Sourdough bread made from wheat and nontoxic flours and started with selected lactobacilli is tolerated in celiac sprue patients. *Applied and Environmental Microbiology*, 70: 1088-1096.
- Dordevic, T. M., Marincovic, S. S. ve Brankovic S. D., 2010. Effect of fermentation on antioxidant properties of some cereals and pseudo cereals. *Food Chemistry*, 119: 957-963.
- Dykes, L. ve Rooney, L.W., 2007. Phenolic compounds in cereal grains and their health benefits. *Cereal Foods World*, 52: 105-111.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z., 1995. Tahıl İşleme Teknolojisi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 718, Erzurum.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M. ve Kotancılar, G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Klavuzu. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, No: 335, Erzurum.
- Elgün, A., Türker, S. ve Bilgiçli, N., 2005. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü. *Selçuk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ders Notları*, Konya.
- Erbaş, M., Gül, S. ve Şekerci, H., 2008. Fonksiyonel gıda bileşeni olarak diyetsel antioksidanlar. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, s. 1053-1056.
- Foschia, M., Horstmann, W. S., Arendt, E. K. ve Zannini E., 2016. Legumes as functional ingredients in gluten-free bakery and pasta products. *Food Science and Technology*, 8:4.1-4.22.
- Gallagher, E., Gormley, T.R. ve Arendt, E.K., 2003. Crust and crumb characteristics of gluten free breads. *Journal of Food Engineering*, 56: 153-161.

- Gallagher, E., Gormley, T.R. ve Arendt E.K., 2004. Recent advances in the formulation of gluten-free cereal-based products. *Trends in Food Science and Technology*, 15: 143-152.
- Gordon, D. T. ve Wrigley, C., 2004. Whole- Grain versus Refined Products. *Elsevier*, New York, p. 6.
- Greco, L., Gobbetti, 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. ve 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.
- Halkman, A.K., 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. *Başak Matbaacılık*, Ankara, s. 358.
- Hammes, P.P., Brandt, M.J., Francis, K.L., Rosenheim, J., Seitter, M.F.H. ve Vogelmann, A., 2005. Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 4-11.
- Hatzikamari, M., Kyriakidis, N., Tzanetakis, N., Biliaderis, C.G. ve Tzanetaki, E.L., 2007a. Biochemical changes during a submerged chickpea fermentation used as a leaving agent for bread production. *Eurepean Food Research and Technology*, 224: 715-723.
- Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N. ve Litopoulou-Tzanetaki, E., 2007b. Changes in numbers and kinds of bacteria during a chickpea submerged fermentation used as a agent for bread production. *International Journal of Food Microbiology*, 116: 37-43.
- Hebeda, R.E., Bowles, L.K. ve Teague, W.M., 1990. Developments in enzymes for retarding staling of baked goods. *Cereal Foods World*, 35(5): 453-457.

- Hemdane, S., Jacobs, J.P., Dornez, E., Verspreet, J., Delcour, J A. ve Courtin, M.C., 2016. Wheat (*Triticum aestivum* L.) bran in bread making: A critical review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15: 28-42.
- 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 Eriştelerinin Kalite ve Bazı Besinsel Özelliklerinin İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.
- ICC, 2011. The ICC Handbook of Cereals, Flour, Dough & Products Testing: Methods of Applications. *International Association for Cereal Science and Technology (ICC)*, Vienna, Austria.
- İşleroğlu, H., Dirim, S.N. ve Ertekin, F.K., 2009. Gluten içermeyen, hububat esaslı alternatif ürün formülasyonları ve üretim teknolojileri. *Gıda*, 34: 29-36.
- Kaban, G., 2007. Geleneksel Olarak Üretilen Sucuklardan Laktik Asit Bakterileri ile Katalaz Pozitif Kokların İzolasyonu-İdentifikasyonu, Üretimde Kullanılabilme İmkanları ve Uçucu Birleşikler Üzerine Etkileri. *Doktora Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Erzurum.
- Korakli, M., Pavlovic, M., Ganzle, M.G. ve Vogel, R.F. 2003. Exopolysaccharide and ketose production by *Lactobacillus sanfranciscensis* LTH2590. *Applied and Environmental Microbiology*, 69: 2073-2079.
- Kasım, S., 2014. Ege Bölgesinde Geleneksel Olarak Nohut Mayası ile Üretilen Simit Ekmeği Yapımının Optimizasyonu. *Yüksek Lisans Tezi, Celal Bayar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Manisa.

- Katina, K., Salmankallio-Marttila, M., Partanen, R., Forssell, P. ve Autio, K., 2006. Effects of sourdough and enzymes on stalling of high-fibre wheat bread, *LWT-Food Science and Technology*, 39: 479-491.
- Katsaboxakis, K. ve 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.
- Konopka, I., Tanska, M., Faron A. ve Czoplicki S., 2014. Release of free frulic acid and changes in antioksidant properties during the wheat and rye bread making process. *Food Science and Biotechnology*, 23(3): 831-840.
- Koyuncu, M., 2014. İrmikaltı Undan Vital Gluten ve Etanol Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Konya.
- Kömen, G., 2010. Structural Changes of Gliadins During Sourdough Fermentation as A Promising Approach to Gluten-Free Diet. *Master Thesis, Graduate School of Engineering and Sciences, İzmir Institute of Technology*, İzmir.
- Kumar, P., Yadava, R.K., Gollen, B., Kumar, S., Verma, R.K. ve Yadav, S., 2011. Nutritional contents and medicinal properties of wheat: A review. *Life Sciences and Medicine Research*, 22: 1-10.
- Lavermicocca, P., Valerio, F., Evidente, A., Lazzaroni, S., Corsetti, A. ve Gobbetti, M., 2000. Purification and characterization of novel antifungal compounds from the sourdough *Lactobacillus plantarum* strain 21B. *Applied and Environmental Microbiology*, 66: 4084-4090.
- Liljeberg, H. ve Björck, I., 1994. Bioavailability of starch in bread products. Postprandial glucose and insulin responses in health subjects and in vitro resistant starch content. *European Journal of Clinical Nutrition*, 48: 151-164.

- Liljeberg, H.G.M., Lönner, C.H. ve Björck, I.M.E., 1995. Sourdough fermentation or addition of organic acids or corresponding salts to bread improves nutritional properties of starch in healthy humans. *Journal of Nutrition*, 125: 1503-1511.
- Moore, M.M., Heinbockel, M., Dockery, P., Ulmer, H.M. ve 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. ve 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 İncelenmesi. *Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.*
- Okarter, N. ve Liu, R.H., 2010. Health benefits of whole grain phytochemicals. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 50: 193-208.
- Özer EA., Erginkaya, Z., Özer, S. ve Ünal, E., 2010, One of our traditional breads: Chickpea fermented bread. *The 1st International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus"*, Tekirdağ, p. 455-457.
- 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.*
- Özüğür, G. ve Hayta, M., 2011. Tahıl esaslı glutensiz ürünlerin besinsel ve teknolojik özelliklerinin iyileştirilmesi. *Gıda*, 36: 287-294.
- Paşa, R.E., 2010. Tam Buğday Ekmeği Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*

- Pomeranz, Y., 1988. Wheat Chemistry and Technology. *American Association of Cereal Chemists International*, St. Paul, MN.
- Pyler, E.J., 1988. Baking Science and Technology, Vol. II (3rd ed.). *Sosland Publishing*, Kansas City, MO.
- Rehman, S., Paterson, A. ve Piggott, J. R., 2006. Flavour in sourdough breads: a review. *Trends in Food Science and Technology*, 17: 557-566.
- Rizzello, C.G., De Angelis, M., Di Cagno, R., Camarca, A., Silano, M., Losito, I., De Vincenzi, M., De Bari, M.D., Palmisano, F., Maurano, F., Gianfrani, C. ve Gobbetti, M., 2007. Highly efficient gluten degradation by Lactobacilli and fungal proteases during food processing: New perspectives for celiac disease. *Applied and Environmental Microbiology*, 73: 4499-4507.
- Saad, A.M., Ragab A. Elmassry, R.A., Wahdan K.K.M. ve Ramadan, M.F., 2015. Chickpea (*Cicer arietinum*) steep liquor as a leavening agent: effect on dough rheology and sensory properties of bread. *APPTEFF*, 46:91-102.
- Sahli, S., 2015. Quality, Phytonutrient and Antioxidant Properties of Wholegrain Bread Baked with Different Methods. *The University of Guelph*, Canada.
- Salovaaara, H. ve Spicher, G., 1987. Use of the sourdough process to improve the quality of wheat bread. *Getroide Mehlbrot*, 41: 116-118.
- Sayaslan, A., Akarçay, E. ve Tokatlı, M., 2016, Kavrulmuş mısır, buğday ve nohut (leblebi) çerezlerinin beslenme açısından önemli karbonhidrat fraksiyonları. *Akademik Gıda*, 14(3): 284-292.
- Schnürer, J. ve Magnusson J., 2005. Antifungal lactic acid bacteria as preservatives. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 70-78.

- Shah, A.R., Shah, R.K. ve Madamwar, D., 2006. Improvement of the quality of whole wheat bread by supplementation of xylanase from *Aspergillus foetidus*. *Bioresource Technology*, 97: 2047-2053.
- Sıkılı-Hancıoğlu, Ö., 2003. Nohut Mayasının Mikrobiyolojik ve Lezzet Karakteristiklerinin Araştırılması. *Doktora Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir*.
- Singleton, V.L., Orthofer, R., ve 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.
- Slavin, J.L., Martini, M.C., Jacobs, D.R. ve Marquart, L., 1999. Plausible mechanisms for the protectiveness of whole grains. *American Journal of Clinical Nutrition*, 70: 459-463.
- Slavin, J., 2004. Whole grains and human health. *Nutrition Research Reviews*, 17: 99-110.
- Sudha, M. L., ve Rao V. G., 2008. Influence of hydroxypropyl methylcellulose on the rheological and microstructural characteristic of whole wheat flour dough and quality of Puri. *Journal of Texture Studies*, 40: 172-191.
- Şengün, Y. I., 2011. Lactic acid bacteria used in the production of fermented food. *Biological Diversity and Conversation*, 4(1): 42-53.
- Tanaka, K., Furukava, K. ve Matsumoto, H., 1967. The effect of acid and salt on the farinogram and extensogram of dough. *Cereal Chemistry Journal*, 44(6): 675-679.
- 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.

- Taşan, M., 2008. Tahıllar ve ürünlerinde fitosteroller. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, Erzurum, s. 399-402.
- Tieking, M. ve Ganzle, M.G., 2005. Exopolysaccharide from cereal-associated lactobacilli. *Trends in Food Science and Technology*, 16:79-84.
- Thiele, C., Gänzle, G. ve Vogel, R.F., 2002. Contribution of sourdough lactobacilli, yeast, and cereal enzymes to the generation of amino acids in dough relevant for bread flavour. *Cereal Chemistry*, 79: 45-51.
- 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.
- Torbica, A., Hadnadev, M. ve Dapcevic, T., 2010. Rheological, textural and sensory properties of gluten-free bread formulations based on rice and buckwheat flour. *Food Hydrocolloids*, 24: 626-632.
- Tülbek, M.C., Hall, C. ve Schwarz, J.G., 2003. The use of fermented chickpea on dough reology and wheat pan bread quality. *IFT 2003 Annual Meeting*, Chicago.
- Tuncel, N.B., Yilmaz, N. ve Ozcelik, S., 2010. Production and investigation of some properties of chickpea bread. *The 1st International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus"*, Tekirdağ, p. 447-449.
- Turabi, E., Şumnu, G. ve Şahin, S., 2010. Quantitative analysis of macro and micro-structure of gluten free rice cakes containing different types of gums baked in different ovens. *Food Hydrocolloids*, 24: 755-762.
- Yalçın, S., 2005. Glutensiz Erişte Üzerine Bir Araştırma. *Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara.

- Xu, B.J., Sam, K.C. ve 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. *Master of Science Thesis, İstanbul Technical University, School of Science, Engineering and Technology, İstanbul.*
- Yavaş, Y., 2012. Hemiselülaz Enziminin Tam Buğday Unlu Keklerin Fiziksel Özellikleri Üzerine Etkisi. *Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.*
- Yarpuz, D., 2011. Glutensiz Ekmek Üretimi Üzerine Araştırmalar. *Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.*
- 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.*

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Nazlı ŞAHİN
Doğum Tarihi ve Yer : 20.05.1990 / Aksaray
Medeni Hali : Evli
Yabancı Dili : İngilizce
Telefon : 0507-127 0899
E-posta : nsahin@kmu.edu.tr

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet Tarihi
Yüksek Lisans	KMÜ FBE İleri Teknolojiler ABD Gıda Mühendisliği Programı	2017
Lisans	ODTÜ MF Gıda Mühendisliği Bölümü	2013
Lise	Aksaray AÖL	2004

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
2015 - Devam ediyor	KMÜ MF Gıda Mühendisliği Bölümü, Karaman	Arş. Gör.

Yayınlar

Şahin, N., Sayaslan, A. ve Koyuncu, M., 2017. Effects of Chickpea Yeast on Gluten-Free Bread Quality. *International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies (ICAFOT)* (Sözlü Sunum).

Sayaslan, A. ve Şahin, N., 2016. Effects of Chickpea Yeast on Whole-Wheat Bread Quality. *The 15th International Cereal and Bread Congress (ICBC-2016)* (Sözlü Sunum).

Sayaslan, A., Şahin, N. ve Koyuncu, M. 2015. Nutritional Advantages of Roasted Whole-Grain Wheat, Corn and Chickpea Snacks as Minimally Processed Traditional Foods. *The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus* (Poster Sunumu).

Şahin, N., Sayaslan, A. ve Yerlikaya, S., 2015. Nokul of Samsun. *The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus* (Poster Sunumu).