

Nohut Mayalı Ekmek Üretimi ve Hakim Mikroflora

Zerrin ERGİNKAYA¹, Emel ÜNAL TURHAN^{2*}, Emir Ayşe ÖZER³

¹Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Adana.

²Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Kadirli Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, Gıda Teknolojisi Bölümü, Osmaniye.

³Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Gıda Mühendisliği Bölümü, Hatay.
*e-posta: emelunalturhan@gmail.com

Geliş Tarihi: 24.09.2015; Kabul Tarihi: 22.12.2015

Öz: Bu çalışmada nohut mayalı ekmeğin üretimi ve fermantasyonda ortama hakim olan mikrofloranın belirlenmesi amaçlanmıştır. Nohut mayalı ekmeğin üretimi için öncelikle Meksika çeşidi nohut kullanılarak fermente nohut mayası üretimi gerçekleştirilmiş ve ardından bu maya ile nohut mayalı hamur elde edilmiştir. Nohut mayasında ve hamurunda mikrobiyolojik analizler ve pH tayini yapılmıştır. Nohut mayasında ve hamurunda hakim mikroflora; laktik asit bakterisi, maya, aerob spor yapan bakteri ve anaerob spor yapan bakteri olarak belirlenmiştir. Ortama hakim mikrofloranın metabolik aktivitesi ile pH değerinde düşüş gözlemlenmiştir. Sonuç olarak nohut mayalı ekmeğin üretiminde sadece maya ve laktik asit bakterilerinin rol oynamadığı yanı sıra aerob spor ve anaerob spor yapan *Bacillus* ve *Clostridium* türlerinin bulunma ihtimalinin de olduğu desteklenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Nohut mayası, nohut mayalı ekmeğin, tatlı maya ve nohut.

The Production of Bread with Chickpea Ferment and Dominant Microflora

Abstract: In this study it was aimed production of bread with chickpea ferment and determination of dominant microflora during fermentation. For the production of bread with chickpea ferment, production of fermented chickpea medium was first occurred by using type of Mexico chickpea and then dough with chickpea ferment were made. Microbiological analysis and pH in chickpea ferment medium and dough were determined. Dominant microflora in chickpea ferment medium and dough was found as lactic acid bacteria, yeast, aerobic spore bacteria and anaerobic spore bacteria. A drop in pH was observed due to metabolic activity of dominant microflora. As a result, in production of bread with chickpea ferment, not only lactic acid bacteria and yeast played an important role but also probability of presence of *Bacillus* and *Clostridium* species from spore forming bacteria was supported.

Key Words: Chickpea ferment, bread with chickpea ferment, sweet yeast and chickpea.

Giriş

Türkiye’de tüketilen geleneksel ekmek çeşitlerinden olan nohut ekmeği nohudun suda fermente edilmesiyle elde edilen nohut mayasından yapılmaktadır. Nohut mayalı ekmek ülkemizde yaygın olarak Ege bölgesi, Trakya bölgesi ve kısmen de iç Anadolu ve Akdeniz bölgesinin bazı kesimlerinde üretilmektedir. Ayrıca Batı Makedonya ve Kuzey Yunanistan’da da bilinmekte ve geleneksel olarak üretilmektedir (Özer ve ark., 2010, Tuncel ve ark., 2010). Tatlı maya olarak bilinen nohut mayasından yapılan ekmek ve simitler günümüze kadar gelmiş olan ve çok eski zamanlardan beri bilinen geleneksel ürünlerimizdendir. Nitekim Evliya Çelebi’nin Seyahatnamesinde nohut mayalı simit, Arnavutluk civarında üretimi yapılan eşsiz bir lezzet olarak ifade edilerek üzerinde durulmuş ve bu kültür mirasının korunması gerektiğini bir kez daha ortaya koymuştur (Dikkaya, 2011).

Nohut mayası; tuz, kaynamış su ve nohut’un 37-40 °C’de 16-18 saat fermantasyona tabi tutulması ve elde edilen karışımın filtrasyonu ile elde edilen bir süzüntüdür. Tatlı nohut mayası hamuru ise fermente olmuş süzüntünün, buğday unu ve tuz ile karıştırılıp başlangıçtaki hacme ulaşması ile elde edilen mayalı hamur olarak tanımlanmaktadır. Bu karışımdan elde edilen ekmek nohut ekmeği veya tatlı mayalı ekmek olarak adlandırılmaktadır. Tatlı maya olarak bilinen nohut mayası çok hassas bir mayadır ve tutturulması biraz güçtür. Sadece nohut kırıkları, un, tuz ve suyla hazırlandığından mayanın tutması biraz uzun sürmektedir (Ozer ve ark., 2010; Hatzikamari ve ark., 2007a).

Nohut lif, karbonhidrat, elzem aminoasitlerden lizin-lösin, vitaminler ve mineral maddeler (Fe, Mo, Mn) bakımından zengin bir besin maddesidir ve ekmeğe ilave edilmesi ile birlikte ekmeğin besleyici değeri yükselmektedir. Nohut proteinlerinin ayrıca emülsifiye edici olma ve kabarmayı destekleme gibi fonksiyonel özellikleri de bulunmakta ve ekmek yapımında bu özelliklerinden yararlanılmaktadır (Aguilar ve ark., 2015; Angula-Bejarano ve ark., 2008, Gomez ve ark., 2008). Ekmek üretiminde nohut kullanımının bir diğer avantajı ise nohudun hamurun reolojik özelliklerini geliştirmesidir (Mohammed ve ark., 2012). Buğday ununa eklenen fermente nohut, besin kalitesini arttırmanın yanı sıra ürünün raf ömrünü de uzatmaktadır (Singh, 1985; Shekib ve ark., 1994; Hatzikamari ve ark., 2007b). Nohudun ayrıca kalp, kanser ve diyabet gibi hastalıkları önlemede yararlı etkilerinden dolayı sağlık üzerinde oldukça önemli faydasının olduğu bilinmektedir. Sağlık üzerindeki olumlu etkilerinden dolayı dünya sağlık örgütü (WHO) nohut gibi biyoaktif bileşiklerce zengin olan baklagillerin diyetlerde kullanılması gerektiğinin üzerinde durmakta ve nohudun ekmekte katkı olarak kullanılması ile besleyici değerinin geliştirilmesi önerilmektedir (Rizzello ve ark., 2014; Ma ve ark. 2011)

Fermente edilmiş nohudun una eklenmesiyle ürünlerin besin değeri ve raf ömrü artmaktadır. Nohut fermantasyonunda diğer ekşi hamur ekmeklerinden farklı olarak *Bacillus* ve *Clostridium* türlerinin aktivite gösterdiği bildirilmektedir (Zamaro ve ark., 1979b, Hatzikamari ve ark., 2007a). Bunu yanı sıra nohut fermantasyonunda diğer ekmeklerde olduğu gibi laktik asit bakterilerinin ve mayalarında rol oynadığı bilinmektedir (Sıkılı 2003; Cebi 2009; Zamaro ve ark., 1979a, Sıkılı ve ark., 1999). Nohut mayalı ekmek, geleneksel bir tat olmasına karşın gerek fermantasyon koşulları ve gerekse mayasının üretimindeki zorluklar nedeniyle endüstriyel boyutlarda yapılamamakta ve unutulmaya başlanmaktadır. Ürünün endüstriyel boyutta üretiminin mümkün olması ve standart hızlı bir üretimin gerçekleştirilebilmesi için öncelikle üretim aşamalarının ve daha sonra ortama

hakim mikrofloranın iyi bilinmesi gerekmektedir. Bu çalışmada nohut mayalı ekmeğin üretimi ve ortama hakim mikrofloranın belirlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmanın devamında ortama hakim mikrofloranın tür bazında tanımlanması önerilmekte ve bu türlerin nohut mayalı ekmeğin üretimi için starter olarak endüstriyel düzeyde kazandırılması düşünülmektedir.

Materyal ve Yöntem

Nohut Çeşidi

Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Mikrobiyoloji Laboratuvarı'nda yürütülen bu çalışmada, nohut mayalı ekmeğin üretiminde kullanılmak üzere Antep tıylü, yerli beyaz, Konya Koçbaşı, Meksika ve Antep Koçbaşı çeşidi nohutlar temin edilmiştir. Ön denemeler sonucu fermente nohut sıvısında en iyi kabarmayı sağlayan Meksika çeşidi nohut kullanılarak ekmeğin yapımı gerçekleştirilmiştir.

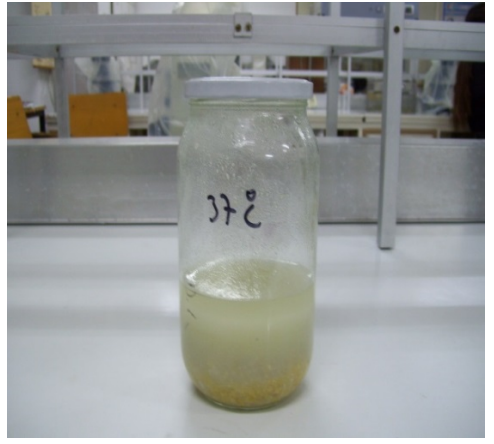
Nohut Mayalı Ekmeğin Üretimi Aşamaları

Nohut mayalı ekmeğin üretimi; Özer ve ark., (2010) ile Hatzikamari ve ark. (2007a) tarafından belirtilen yöntemle yapılmıştır. Buna göre; 75 g nohut, bir bezin içine koyulup, bezin üstünden demir bir havanın sapıyla vurularak kırılmıştır (Şekil 1). Kırık nohutlar, daha önce 121°C'de 15 dak. steril edilmiş olan 1 L'lik kavanozlara koyulmuştur. Nohutların üzerine 400 ml su, %0.05 oranında tuz ve 6.5 g un ilave edilerek karıştırılmış ve kavanozun kapağı sıkıca kapatılarak 37°C'de 18 saat inkübasyona bırakılmıştır (Şekil 2). 5 farklı çeşitteki nohutlardan elde edilen sıvı karışım 18 saat 37°C'de etüvde bekletildikten sonra kavanozlardaki sıvıların mayalanma sonucu kabarmış olduğu ve köpük oluşturduğu görülmüştür (Şekil 3). Fermente sıvı yani nohut mayası, hamur üretiminde kullanılmak üzere kapağı açıldığında çok kötü bir koku yayılmıştır ve bu kokunun özellikle fermentasyonda rol alan anaerob *Clostridium* türlerinden kaynaklandığı bilinmekte ve kötü koku olumsuz bir kalite kriteri olarak görülmemektedir. Nitekim nohut mayasındaki bu koku ekmeğin pişirilmesi ile birlikte yerini kendine özgü aromatik güzel bir kokuya bırakmıştır.

Denemede en iyi kabarmayı sağlayan Meksika çeşidi nohuttan elde edilen nohut mayası yeterli miktarda unla (yaklaşık 1/3 oranında olacak şekilde) karıştırılarak hamur haline getirilmiş ve 2 saat 37°C'de inkübasyona bırakılarak daha çok kabarması sağlanmıştır (Şekil 4). İnkübasyondan sonra elde edilen hamurdan yuvarlak parçalar alınıp istenilen şekiller verilerek unlanmış tezgâh üzerine koyulmuş ve üzeri ıslak bir bez ile örtülerek 10 dakika dinlenmeye bırakılmıştır. Dinlenme aşamasından sonra hamurlar fırına yerleştirilerek 10 dak. 220°C'de ve 30 dak. 200°C'de pişirilmiştir. Böylece ekşi mayalı ekmeklere nazaran kokusu ve lezzeti farklı, daha yoğun dokulu bir ekmeğin elde edilmesi sağlanmıştır (Şekil 5).



Şekil 1. Kırılmış nohutlar



Şekil 2. Fermantasyon öncesi nohut sıvısı



Şekil 3. Nohut fermantasyonu ile elde edilmiş nohut mayası



Şekil 4. Nohut mayasından yapılan hamur



Şekil 5. Nohut mayalı ekmek

Nohut Mayası ve Hamurunda Yapılan Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler için hem nohut mayasından hem de nohut mayasından elde edilen nohut mayalı hamurlardan yani her ikisinden de örnekler alınmıştır. Nohut mayasında ve nohut mayasından elde edilen hamurlarda fermantasyonda rol alan hakim mikroflora (laktik asit bakterisi sayımı, maya sayımı, aerob spor yapan bakteri sayımı ve

anaerob spor yapan bakteri sayımı) ve hijyen açısından önemli olduğu düşünülen mikroorganizma (küf sayımı, toplam aerobik mezofilik bakteri sayımı, koliform bakterileri sayımı) sayımları aşağıda açıklanan yöntemlere göre gerçekleştirilmiştir.

Laktik Asit Bakterisi Sayısı

Laktik asit bakterilerinin belirlenmesi amacıyla 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler, de Man, Rogosa ve Sharpe Agar (MRS agar) üzerine yayma ekim yöntemi ile yayılmış ve petri kutuları anaerobik kavanozlara koyularak 30°C'de 48 saat inkübe edilmiştir (Halkman, 2005).

Maya ve Küf Sayısı

Maya ve Küf sayısının belirlenmesi için 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler, Potato Dextrose Agar (PDA) üzerine yayma ekim yöntemi ile yayılmış ve petri kutuları 25°C'de 4-5 gün inkübe edilmiştir (Halkman, 2005).

Aerob Spor Bakteri Sayısı (*Bacillus* spp.)

Aerob spor sayısını belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarımızda temin edebildiğimiz malzemeleri içermesinden dolayı Hatzikamari ve ark. (2007b) ve Halkman, (2005)'de belirtilen yöntemler kullanılmıştır, ancak literatürde bununla ilgili daha farklı yöntemlerde kullanılabilir. Literatürde bu yöntem (Hatzikamari ve ark. 2007b, Halkman, 2005) ile bulunan aerob sporların ağırlıklı olarak *Bacillus* spp. olduğu bildirilmiştir. Aerop spor sayımı için 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler 80°C'de 10 dak. su banyosunda ısıtılmış ve daha sonra su banyosundan çıkarılan örnekler 37°C'ye soğutularak Nutrient agar üzerine yayma ekim yöntemi ile yayılmış ve 37°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmış ve gelişen kolonilerin petri üzerinde sayımları yapılmıştır (Halkman, 2005).

Anaerob Spor Bakteri Sayısı (*Clostridium* spp.)

Anaerob spor sayısını belirlemek amacıyla laboratuvar koşullarımızda temin edebildiğimiz malzemeleri içermesinden dolayı Hatzikamari ve ark. (2007b) ve Halkman, (2005)'de belirtilen yöntemler kullanılmıştır, ancak literatürde bununla ilgili daha farklı yöntemlerde kullanılabilir. Literatürde bu yöntem (Hatzikamari ve ark. 2007b, Halkman, 2005) ile bulunan anaerob sporların ağırlıklı olarak *Clostridium* spp. olduğu bildirilmiştir. Bu yöntemle göre, 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) ile homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler 100°C'de 10 dak. su banyosunda ısıtılmış ve daha sonra su banyosundan çıkarılıp 25-

30°C'ye soğutulmuş Bryant Burkey Broth üzerine EMS yöntemi ile ekilmiş ve tüplerin içine havasız bir ortam sağlamak için 121°C'de 15. dak steril edilip eritilmiş olan katı parafin 2 cm kalınlık oluşturacak şekilde dökülmüştür. 37°C'de 7 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon esnasında besiyeri bileşiminde bulunan laktatın bütürik asite fermantasyonu ile birlikte oluşan gaz parafin tabakasını yukarı doğru iter. Böylece inkübasyondan sonra gaz oluşumunu gösteren tüp pozitif olarak değerlendirilir (Hatzikamari ve ark., 2007b ve Halkman, 2005).

Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri Sayısının Belirlenmesi

Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını belirlemek amacıyla 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler, Nutrient Agar (NA) üzerine yayma ekim yöntemi ile yayılmış ve petri kutuları 30°C'de 48 saat inkübe edilmiştir (Halkman, 2005).

Koliform Bakteri Sayılarının Belirlenmesi

Koliform grubu bakteri sayımı için 10 g nohut mayası veya hamur örneği steril edilmiş 90 mL tuzlu su (% 0.85'lik) kullanılarak homojenize edilmiştir. Homojenize edilen örnekten 1 mL alınmış ve % 0.85'lik tuzlu su kullanılarak seyreltilmiştir. Daha sonra 0.1 mL seyreltilmiş örnekler, içlerinde durhaim tüpü bulunan Lauryl Sulfat Broth üzerine en muhtemel sayı yöntemi (EMS) ile ekilmiş ve 37°C'de 24 saat inkübasyona bırakılmıştır (Halkman, 2005).

Nohut Mayası ve Hamurda pH Tayini

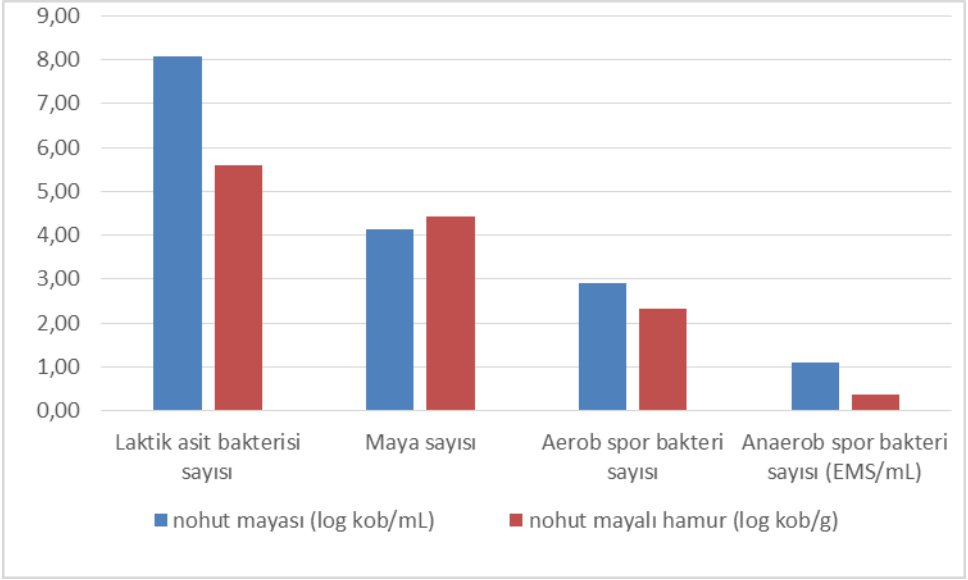
pH ölçümünde "WTW-Inolab, Germany" marka pH-metre'den yararlanılmıştır. Nohut mayası ve hamurunun pH'sı doğrudan cam elektrotlu pH-metre kullanılarak ölçülmüştür (Halkman, 2005).

Araştırma Sonuçları ve Tartışma

Nohut Mayası ve Hamurundaki Fermantasyonda Hakim Mikroflora Özellikleri

Nohut mayasında ve nohut mayalı hamurda fermantasyona hakim mikroflora laktik asit bakterisi, maya, aerob spor yapan bakteri ve anaerob spor yapan bakteri olarak belirlenmiş ve miktarları Şekil 6'da gösterilmiştir. Nohut mayası ve nohut mayalı hamurda laktik asit bakteri miktarının baskın olduğu bulunmuş ve bunu aerob mezofil bakteri ve mayaların takip ettiği görülmüştür. Ayrıca nohut mayasında mikrofloranın nohut mayalı hamura göre daha yoğun olduğu bulunmuştur. Literatürden alınan bilgilere göre nohut mayası ve hamurunda aerob spor yapan bakteri olarak *Bacillus* türlerinin ve anaerob spor yapan bakteri olarak ise *Clostridium* türlerinin bulunduğu bilinmektedir (Hatzikamari ve ark., 2007a,b). Bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda bulduğumuz aerob spor sayısı çoğunlukla *Bacillus* spp. ve anaerob spor sayısı *Clostridium* spp. olarak değerlendirilmiştir.

Çalışmamızda nohut mayasında 8.07 log kob/g ve hamurunda 5.6 log kob/g gibi yüksek miktarda laktik asit bakterisi sayımı yapılmış ve farklı türlerin ortama hakim olabileceğini akla getirmiştir.



Şekil 6. Nohut mayası ve hamurunda fermantasyonda rol alan mikroflora

Nitekim Sıkılı (2003); İzmir’de bulunan farklı fırınlardan aldıkları nohut mayası sıvısında ve nohut mayası hamurunda laktik asit bakterilerinden *Enterococcus mundtii*/*E.gallinarum*, *E.casseliflavus*, *Pediococcus urinae-equi*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*, *Lactobacillus plantarum*/*L.pentosus*, *L.bifermentans*, *L.sanfrancisco* ve *L.viridescens* türlerini tanımlamışlardır. Zamaro ve ark. (1979a), 25°C nohut fermantasyonu ile ilgili yaptıkları çalışmada, fermente olmuş nohut sıvısında *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus leichmanii*, *L. plantarum*, *Pediococcus pentosaceus*, *P. acidilactici*, *Lactobacillus helveticus* türü bakterilerin bulunduğunu bildirmişlerdir.

Nohut mayası ve hamur örneklerimizdeki maya sayısının benzer olduğu bulunmuştur. Nohut mayası sıvısı ve nohut mayasından elde edilen hamur fermantasyonunda rol alan mayanın *Saccharomyces cerevisiae* olduğu daha önce yapılan çalışmalarda bildirilmiştir (Sıkılı ve ark., 1999; Zamaro ve ark., 1979a).

Önceki çalışmalardan elde edilen sonuçlara (Hatzikamari et al., 2007b; Zamaro ve ark., 1979b) benzer olarak nohut mayalı ekmeğe özgü mikroorganizma gruplarından olan aerob spor yapan bakteri ve anerob spor yapan bakteri varlığı bu çalışmada da tespit edilmiş ve nohut mayalı ekmeğin üretiminde sadece maya ve laktik asit bakterilerinin rol oynamadığı yanı sıra *Bacillus* ve *Clostridium* türlerinin de ortama hakim olduğu çalışmamızdaki sonuçlarla desteklenmiştir. Daha önceki çalışmalarda nohut sıvısında tanımlanan *Bacillus* türlerinin *B.cereus*, *B. mycoides*, *B. thuringiensis* ve *B. licheniformis* olduğu bildirilmiştir (Hatzikamari ve ark., 2007a,b). Nohut sıvısında ve hamurunda anaerob spor oluşturan

başlıca *Clostridium* türlerinin ise, *C. sardiniense*, *C. perfringens*, *C. Beijerinckii* olduğu bildirilmiştir (Hatzikamari ve ark., 2007a,b). Ancak yine bu önceki çalışmalarda bu mikroorganizmaların toksin üretip üretmedikleri ve bu bakımdan sağlık yönünden tehlike oluşturup oluşturmadıklarının da tespit edilmesi gerektiği bildirilmiştir (Hatzikamari et al. 2007a,b).

Hatzikamari ve ark.(2007b), yaptıkları çalışmada nohut suyu ekstraktının fermente edilmesiyle ortama ilk olarak *Bacillus* daha sonra *Clostridium* türlerinin hakim olduğunu ve bu mikroorganizmaların nohuttan suya geçen bileşenleri parçalayarak gaz oluşturdıklarını saptamışlardır. Fermente olan sıvıdaki enzim aktivitesinin fermentasyon ileri aşamalarında azaldığını, hamurdaki kabarmayı da geride kalan enzimlerin aktivitesi ve ortamdaki *Bacillus/Clostridium* miktarının azalmasıyla hücre parçalanması sonucu ortaya çıkan enzimlerden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Öte yandan fermentasyon sırasında baskın olarak gelişen *B. cereus* ve *C. perfringens*'in toksin üretmediği ve özellikle pişmiş ekmeğin tüketiminden sonra herhangi bir sağlık riski oluşturmadığı belirtilmiştir.

Zamaro ve ark. (1979b), 25°C'de nohut fermentasyonu sırasındaki mikrobiyolojik ve toksikolojik gelişimi incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ortamda *B. cereus*, *S. aureus* ve laktik asit bakterilerinin ortama hakim olduğunu saptamışlar ve tavuk embriyolarına *in vivo* olarak uygulanan test ile de toksik etkilerinin olmadığını bildirmişlerdir.

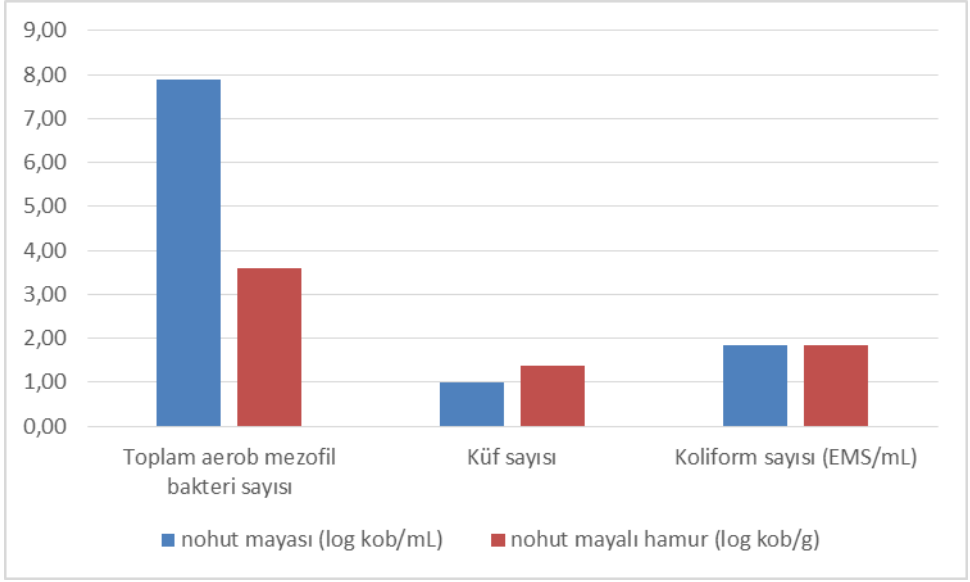
Katsabokakis ve ark. (1996), farklı sıcaklıklarda (32°C, 37°C ve 42°C) nohut fermentasyonunun ortamdaki mikroorganizma yükü üzerine etkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda 37°C ve 42°C'de gerçekleşen fermentasyondaki mikroorganizma yükünün daha fazla olduğu ve bu sıcaklıklarda ortamdaki gaz oluşumunun bütürik asit fermentasyonundan kaynaklandığı bildirilmiştir. Bu sıcaklıklarda fermentasyon sonucu bütürik asit ve karbondioksit gazı oluşmuştur.

Nohut Mayası ve Hamurunda Hijyen Durumu

Nohuttan elde edilen nohut mayasında (sıvı ferment) ve hamurda gerek hammaddeden kaynaklı gerekse üretim esnasında kullanılan alet, ekipman ve ortam koşullarından kaynaklı hijyenik açıdan önemli olan aerob mezofil bakteri, küf ve koliform grubu bakterilere rastlanmıştır (Şekil 7). Sonuçlardan da görüldüğü üzere aerob mezofil mikroorganizma yükünün oldukça yüksek olduğu ve onu sırasıyla koliform ve küf grubu mikroorganizmaların izlediği bulunmuştur. Örneklerimizde bulaşların görülmesi üretimin daha dikkatli ve titiz yapılması gerekliliğini ortaya koymuş, özellikle kullanılan nohudun ve unun mikrobiyolojik kalitesinin birinci derecede önemli olduğunu göstermiştir. Denememizde laboratuvar koşullarında yapılan üretimde laboratuvar koşullarının alet ekipman ve ortamın hijyen özelliklerinin iyi olmasına rağmen hijyenik açıdan istenmeyen mikrobiyal yük saptanmıştır. Bu durumun nedeninin ise üretim için temin edilen nohut ve unların mikrobiyolojik kalitelerinin iyi olmamasından kaynaklandığı düşünülmüştür. Bu sebepten nohut mayalı ekmeğin yapımında temin edilecek hammaddelerin öncelikli bir mikrobiyolojik analizlerinin yapılması ve hijyenik anlamda iyi kalitede olanların kullanılması önerilmektedir.

Şimdiye kadar ekmeğin üretimi üzerinde yapılmış olan birçok çalışmada kaliteli ekmeğin üretimi için, kaliteli hammadde (un, su vb.) kullanımı ile birlikte, üretimin her aşamasında çeşitli hijyen parametrelerinin (tezgah, ekipman, personel, hava vb.) ilgili kontrollerinin

yapılmasının önemli olduğu ifade edilmiştir. Tüm bu bilgiler doğrultusunda çalışmamızda da benzer olarak yeni bir ürün tasarlarken veya geleneksel bir ürünü endüstriye sunarken hijyen parametrelerinin de dikkate alınması ile bir bütün olarak, mikrobiyolojik kalitesinin ortaya konulmasının zorunlu olduğu bildirilmiştir (Arda ve Aydın, 2011).

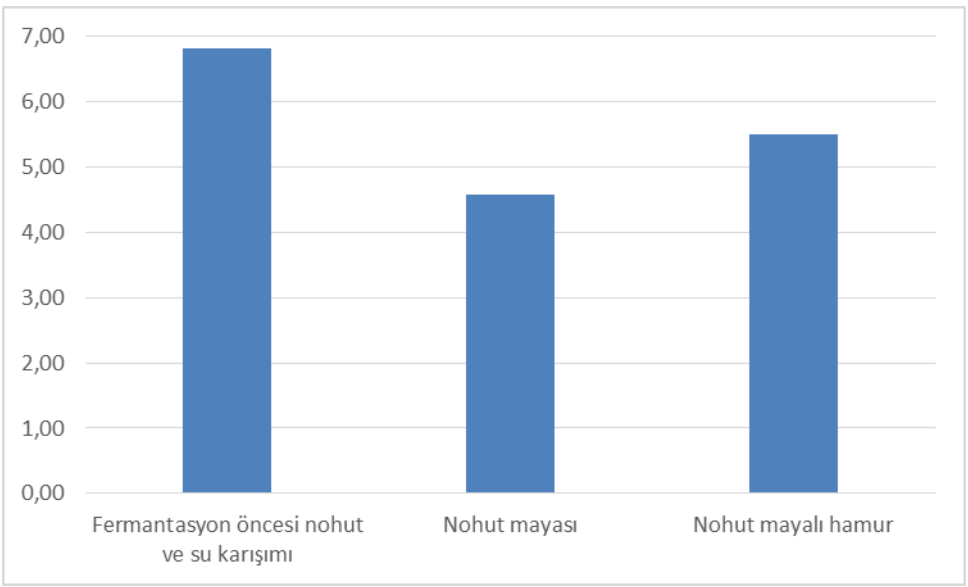


Şekil 7. Nohut mayası ve hamurunda hijyen durumu

pH Tayini

Nohut mayası ve nohut mayalı hamur fermantasyonu sürecinde pH'da gözlemlenen değerler Şekil 8'de gösterilmiştir. Buna göre başlangıçta nötre yakın olan pH değeri hakim mikrofloranın anaerob ortamdaki fermentatif aktiviteleri sonucu oluşan asit ile birlikte düşmüştür. Buna karşın nohut mayası elde edildikten sonra ortama un ilave edilmesiyle anerob ortamın kaybolmaya başlamasına ve ortamdaki fermentatif mikroorganizma sayısının azalmasına bağlı olarak fermente hamur pH'sında yükselme gözlemlenmiştir.

Fermentasyon üzerinde gerek mikroflora gerekse sıcaklık ve süre koşullarının etkili olduğu bilinmektedir. Nitekim pH'da bu faktörlerden etkilenmekte ve asit üretim düzeyine bağlı olarak değişkenlik gösterebilmektedir (Katsabokakis ve ark. 1996). Rizzello ve ark. (2014), nohut ilavesi ile üretmiş oldukları hamurlardaki pH değerini 5.48 olarak bulmuş ve bu bulgu çalışmamızdaki sonuçları desteklemiştir.



Şekil 8. Nohut mayalı hamur üretim sürecindeki pH değerleri

Sonuç

Çalışma sonucunda yapılan mikrobiyolojik analizlerde nohut fermantasyonunda normal ekmeğe fermantasyonundan ayrı olarak maya ve laktik asit bakterilerinden başka, *Bacillus* ve *Clostridium* türü bakterilerin de hakim olduğu bulunmuştur. Ayrıca elde edilen ekmekte duyu analizi yapılmamakla birlikte fermente nohut mayasının kendine özgü olan kötü kokusu pişirme işlemi ile birlikte kaybolmuş ve yerini güzel bir ekmeğe kokusu almıştır. Çalışmamızda elde edilen sonuçlar daha önce yapılmış olan çalışmalarıyla da uyum göstermiştir. Ancak bu çalışma bir başlangıç çalışması olarak görülmüş bu çalışmanın devamında laktik asit bakterisi, maya, aerob ve anaerob spor yapan bakterilerin tür bazında tanımlanmasının gerektiği ortaya konulmuştur. Özellikle aerob spor yapan bakteri ve anaerob spor yapan bakteri türlerinin sayımı ve izolasyonuna yönelik farklı yöntemlerin denenip karşılaştırılmasının böylece en ideal sayım ve izolasyon yönteminin belirlenmesinin gerekli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca tanımlanmış türlerin biyokimyasal özelliklerinin belirlenerek en iyi sonucu verecek mikroorganizma türlerinin saptanması ve endüstriyel düzeyde nohut mayalı ekmeğe üretiminin hedeflenmesi önerilmiştir.

Kaynaklar

- Aguilar, N., E. Albanell, B. Minarro ve M. Capellas. 2015. Chickpea and tiger nut flours as alternatives to emulsifier and shortening in gluten-free bread. *LWT-Food Science and Technology*, 62: 225-232.
- Angulo-Bejarano, P., N.M. Verdugo-Montoya, E.O. Cuevas-Rodriguez, J. Milan-Carrillo, R. Mora-Escobedo, J.A. Lopez-Valenzuela, J.A. Garzon-Tiznado, C. Reyes-Moreno. 2008. Tempeh flour from chickpea (*Cicer arietinum* L.) nutritional and physicochemical properties. *Food Chemistry*, 106: 106-112.

- Arda, Ş. ve A. Aydın. 2011. Hammadde kalitesi ile bazı hijyen parametrelerinin yufkanın mikrobiyolojik kalitesi arasındaki ilişki üzerine bir araştırma. İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg., 37 (2): 135-147.
- Cebi, K. 2009. Isolation and identification of lactic acid bacteria from chickpea yeast and dough. Ataturk University, Erzurum, Turkey, MSc thesis, p 60.
- Dikkaya, F. 2011. Evliya Çelebi Seyahatnâmesi'nde Simit ve Simitçiler. Millî Folklor, Yıl 23, Sayı 92.
- Gömez, M., B. Oliete, C.M. Rosell, V. Pando and E. Fernández. 2008. Studies on cake quality made of wheat-chickpea flour blends. LWT Food Sci.Technol., 41: 1701-1709.
- Halkman, A.K. 2005. Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. Başak Matbaacılık Ltd. Şti. 358.
- Hatzikamari, M., N. Kyriakidis, N. Tzanetakis, C.G. Biliaderis and E.L. Tzanetaki. 2007a. Biochemical changes during a submerged chickpea fermentation used as a leaving agent for bread production. European Food Research Technology, 224: 715-723.
- Hatzikamari, M., M. Yiangou, N. Tzanetakis and E. Litopoulou-Tzanetaki. 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.
- Katsaboxakis, K. and K. Mallidis. 1996. The microflora of soak water during natural fermentation of coarsely ground chickpea (*Cicer arietinum* L.) seeds. Letters in Applied Microbiology, 23: 261 -265.
- Ma, Z., J.I. Boye, B.K. Simpson, S.O. Prasher, D. Monpetit and L. Malcolmson. 2011. Thermal processing effects on the functional properties and microstructure of lentil, chickpea, and pea flours. Food Research International, 44: 2534-2544.
- Mohammed, I., A.R. Ahmed and B. Senge. 2012. Dough rheology and bread quality of wheat-chickpea flour blends. Ind. Crop. Prod. 36: 196-202.
- Ozer, E.A., Z. Erginkaya, S. Ozer and E. Unal. 2010. One of our traditional breads: Chickpea fermented bread. In: The 1st International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus". Tekirdag, Turkey, 15-17 April 2010, pp. 455-457.
- Rizzello, C.G., M. Calasso, D. Campanella, M. De Angelis and M. Gobbetti. 2014. Use of sourdough fermentation and mixture of wheat, chickpea, lentil and bean flours for enhancing the nutritional, texture and sensory characteristics of white bread.
- Shekib, L.A., 1994. Nutritional Improvement of Lentils, Chickpea, Rice and Wheat by Natural Fermentation. Plant Foods For Human Nutritions, 46: 201-205.
- Sıklı, Ö.H. and M. Kara. 1999. Geleneksel Nohut Mayası Fermantasyonunda Rol Oynayan Laktik Asit Bakterileri ve Mayalar. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Bornova, İzmir.
- Sıklı, H.O., 2003. Nohut mayasının mikrobiyolojik ve lezzet karakteristiklerinin araştırılması [Investigation of microbiological and flavour characteristics of chickpea sweet dough], PhD thesis. Ege University, Izmir, Turkey, p 203.
- Singh, U. 1985. Nutritional Quality of Chickpea (*Cicer arietinum* L.): Current Status and Future Research Needs. Qual Plant Foods Hum. Nutr., 35: 339-351.
- Tuncel, N.B., N. Yılmaz and S. Ozcelik. 2010. Production and investigation of some properties of chickpea bread. In: The 1st International Symposium on "Traditional Foods from Adriatic to Caucasus". Tekirdag, Turkey, 15-17 April 2010, pp. 447-449.
- Zamora, A. and M.L. Fields. 1979. Microbiological and Toxicological Evaluation of Fermented Cowpeas (*Vigna sinensis*) and Chickpeas (*Cicer arietinum*). Journal of Food Science, 44: 928-929.

