



**CELAL BAYAR**  
ÜNİVERSİTESİ

**EGE BÖLGESİ'NDE GELENEKSEL OLARAK NOHUT MAYASI İLE ÜRETİLEN SİMİT  
EKMEĞİ YAPIMININ OPTİMİZASYONU**

**SELMAN KASIM**

**Yüksek Lisans Tezi**  
**Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı**  
**Prof. Dr. Ergun KÖSE**

**MANİSA**  
**2014**

**CELAL BAYAR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EGE BÖLGESİ'NDE GELENEKSEL OLARAK NOHUT MAYASI İLE ÜRETİLEN SİMİT  
EKMEĞİ YAPIMININ OPTİMİZASYONU**

**SELMAN KASIM**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**MANİSA  
2014**

Prof. Dr. Ergun KÖSE danışmanlığında, Selman KASIM tarafından hazırlanan bu çalışma ..../2014 tarihinde aşağıda isimleri belirtilen jüri üyeleri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :

İmza :

Üye :

İmza :

Üye :

İmza :

**Yukarıda belirtilen sonucu onaylım.**

**(İmza)**

.....

**Celal Bayar Üniversitesi**

**Fen Bilimleri**

**Enstitü Müdürü**

## TEŐEKKÜR

Bu çalışmanın baőlatılması ve yürütülmesinde danışmanlık yapan Prof. Dr. Sayın Ergun KÖSE'ye,

Çalışma içeriğinde yer alan analizlerin belirlenmesinde ve yürütülmesinde rehberlik eden Yrd. Doç. Dr. Sayın Nazlı YEYİNLİ SAVLAK'a,

Bölüm imkanlarının kullanılması yönündeki destekleri için Celal Bayar Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Sayın Semra KAYAARDI ve onun őahsında tüm bölüm hocalarıma,

Çalıőmaya (2011-074) verdiği mali destek için Celal Bayar Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne,

Çalıőmaya olan inançları ve destekleri için Sayın Ruőan GÜLTEKİN ve Manisa Simit Dünyası personeline,

Özellikle çalışmanın ön denemelerinin gerçekleştirilmesi ve literatür taraması aşamasında desteklerini esirgemeyen Doç. Dr. Sayın Adriana PAUCEAN ve University of Agriculture and Veterinary Medicine (USAMV) Gıda Bilimi ve Teknoloğisi Bölüm hocalarına,

Çalışmanın yazım aşamasında göstermiş oldukları misafirperverlik ve ilgi için Doç. Dr. Sayın Mónica STÉGERNÉ MÁTÉ ve Corvinus Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölüm hocalarına,

Çalıőmadaki Protein İndirgenmesi Analizi'nin yapılmasındaki destekleri için Sayın Dane RUSÇUKLU ile İYTE Biyoteknoloği ve Biyomühendislik Uygulama ve Araştırma Merkezi'ne,

Başarılı ve sağlıklı bir çalışma yürütülmesi için gerekli olan yüksek motivasyonun sağlanmasında desteklerini eksik etmeyen aileme ve yakın dostlarıma,

en içten teőekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nde geleneksel olarak üretilen nohut mayalı simit ekmeği yapımında nohut çeşidinin etkisi araştırılmıştır. Hammadde olarak unda, nohut çeşitlerinde, fermantasyon sıvılarında (nohut mayası) ve simit ekmeklerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sıvılarında mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik canlı sayımı, laktik asit bakterileri), protein indirgenmesi ve şeker bileşenleri tayini 16 saat süresince 4 saatlik aralıklarla; pH, titre edilebilir asitlik, serbest yağ asitliği, nişasta çözünmesi-indirgenmesi, indirgen şeker ve serbest amino asit miktarı tayinleri ise 16 saat süresince 2 saatlik aralıklarla yapılmıştır. Simit ekmeklerinde ise; pH, titre edilebilir asitlik, nem miktarı, su aktivitesi, pişme kaybı, hamur verimi, ekmek verimi, spesifik hacim ölçümü, hacim verimi, doku profil analizi, ekmek içi renk ölçümü, duyuusal değerlendirme ve aroma bileşenleri analizleri gerçekleştirilmiştir.

Fermantasyon sıvılarında yapılan analizler sonucunda, fermantasyon süresi ve nohut cinsi interaksiyonunun pH, titre edilebilir asitlik, serbest yağ asitliği, nişasta çözünmesi-indirgenmesi, indirgen şeker ve serbest amino asit değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Protein indirgenmesi analizinde, fermantasyon süresi arttıkça parçalanmış protein miktarı artmış olup 3 örnekte de molekül ağırlığı düşük olan proteinlerin diğer proteinlere oranla daha yoğun bulunduğu saptanmıştır. HPLC ile şeker bileşenleri tayininde, glikoz değerleri üzerinde nohut cinslerinin ve fermantasyon sürelerinin, sakkaroz değerleri üzerinde sadece fermantasyon sürelerinin, fruktoz değerleri üzerinde ise nohut cinsi ve fermantasyon süresi interaksiyonunun istatistiksel olarak etkili olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Mikrobiyolojik analizler sonucunda laktik asit bakterilerinin ve toplam mezofilik canlı sayılarının fermantasyon süresine bağlı olarak farklı nohut çeşitlerinde farklı değerlere sahip olduğu ve fermantasyon süresi arttıkça bu değerlerin de arttığı belirlenmiştir.

Simit ekmeklerinde yapılan analizler sonucunda, üretiminde farklı nohut çeşitleri kullanılan simit ekmeklerinin pH ve titre edilebilir asitlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu görüldükçe ( $p<0.05$ ), nem miktarı ve su aktivitesi değerleri arasında fark olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Simit ekmeklerinin hamur verimi değerlerinin üç örnekte de aynı olduğu; pişme kaybı, ekmek verimi, spesifik hacim ve hacim verimi değerlerinin birbirinden farklı olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Doku profil analizi kapsamında saptanan sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerlerinin nohut cinsine bağlı olarak simit ekmeklerinde farklılık gösterdiği tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Benzer şekilde, ekmek içi renk ölçümü sonuçlarında simit ekmeklerinin farklı  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerine sahip olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ). Duyusal değerlendirme sonucunda simit ekmekleri arasında fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Simit ekmekleri aroma bileşenleri bakımından değerlendirildiğinde, nohut cinsinin ekmeklerin aroma bileşenleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ).

### **Anahtar Kelimeler**

Nohut mayası, simit ekmeği, fermantasyon, biyokimyasal özellikler

**ABSTRACT**

In this project effect of chickpea type on commercially produced chickpea-leavened “simit ekmeği” in Aegean Region is investigated. certain chemical, physical and microbial analyses have carried out in chickpea flour, fermentation liquid and bread. Microbiological analyses in fermentation liquid, protein degradation and mono-disaccharides were performed by 4 hours intervals, while pH, acidity, free fatty acids, reducing sugars, free amino acid analysis were performed by 2 hours intervals in 16 hours period. pH, acidity, moisture,  $A_w$ , baking loss, dough yield, bread yield, specific volume, volume yield, TPA, bread crumb color, sensory analysis were carried out in bread samples.

As a result of fermentation liquid analysis, it was observed that interaction of fermentation time and chickpea type on pH, acidity, free fatty acids, starch degradation, reducing sugar, free amino acids was important ( $p < 0.05$ ). In protein degradation, as fermentation time increased, degraded protein increased. As a result of microbiological analyses, lactic acid bacteria and total mezophilic bacteria increased by increasing fermentation time and changed according to fermentation time and chickpea type.

As a result of analysis in simit breads, use of different chickpea types resulted in different pH and acidity values ( $p < 0.05$ ), while there was no difference in terms of moisture and  $a_w$  ( $p > 0.05$ ). Simit breads did not differ in terms of dough yield ( $p > 0.05$ ), while baking loss, bread yield, specific volume and volume yield differed in breads ( $p < 0.05$ ). Hardness, Chewiness, Springiness, Adhesiveness and Gumminess differed ( $p < 0.05$ ) in breads produced by different chickpeas. Similarly, as a result of bread crumb color analysis, simit bread had different  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  values ( $p < 0.05$ ). There was no difference between simit breads in terms of sensory analysis ( $p > 0.05$ ). Flavor components analysis showed that chickpea type was an important factor in simit breads ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Chickpea yeast, “simit ekmeği”, fermentation, biochemical properties

**İÇİNDEKİLER**

|   |    |
|---|----|
| 1. GİRİŞ .....  | 1  |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....  | 3  |
| 2.1. Fermantasyon Prosesi .....                                   | 3  |
| 2.2. Maya Tipleri.....  | 5  |
| 2.3. Nohut Mayası .....   | 6  |
| 3. MATERYAL ve METOT .....  | 10 |
| 3.1. MATERYAL .....   | 10 |
| 3.2. ÖN DENEMELER.....  | 10 |
| 3.2.1. Nohut Cinsi.....   | 10 |
| 3.2.2. Nohut İriliği .....  | 11 |
| 3.2.3. Tuz Miktarı .....  | 11 |
| 3.2.4. Su Miktarı ve Çeşidi .....                                 | 11 |
| 3.2.5. Fermantasyon Sıvısının İnkübasyon Sıcaklığı ve Süresi..... | 12 |
| 3.2.6. Hamura İlave Edilen Fermantasyon Sıvısı Miktarı .....      | 13 |
| 3.2.7. Hamur İnkübasyonunda Sıcaklık ve Süre .....                | 14 |
| 3.3. METOT .....  | 15 |
| 3.3.1. Unda Gerçekleştirilen Analizler .....                      | 15 |
| 3.3.2. Nohutlarda Gerçekleştirilen Analizler.....                 | 17 |
| 3.3.3. Nohut Mayası (Fermantasyon Sıvısı) Yapım Yöntemi .....     | 17 |
| 3.3.4. Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Analizler .....  | 18 |
| 3.3.5. Hamurlarda pH Ölçümü .....                                 | 22 |
| 3.3.6. Simit Ekmeği Yapım Yöntemi.....                            | 22 |
| 3.3.7. Simit Ekmeklerinde Yapılan Analizler .....                 | 23 |
| 3.3.8. İstatistiksel Analizler.....                               | 27 |
| 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA .....                          | 28 |
| 4.1. Unda Yapılan Analiz Sonuçları.....                           | 28 |
| 4.2. Nohutlarda Yapılan Analiz Sonuçları .....                    | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 4.3. Fermantasyon Sıvılarında Yapılan Analiz Sonuçları ..... | 29 |
| 4.3.1. pH Değerleri.....                                     | 29 |
| 4.3.2. Titre Edilebilir Asitlik .....                        | 32 |
| 4.3.3. Serbest Yağ Asitliği .....                            | 32 |
| 4.3.4. Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi .....                  | 33 |
| 4.3.5. Protein İndirgenmesi .....                            | 35 |
| 4.3.6. İndirgen Şeker .....                                  | 41 |
| 4.3.7. Serbest Amino Asit.....                               | 42 |
| 4.3.8. Şeker Bileşenlerinin HPLC ile Tayini .....            | 43 |
| 4.3.9. Mikrobiyolojik Analizler.....                         | 45 |
| 4.4. Hamurda pH Ölçüm Sonuçları.....                         | 49 |
| 4.5. Simit Ekmeklerinde Yapılan Analiz Sonuçları .....       | 51 |
| 4.5.1. pH Ölçümü .....                                       | 51 |
| 4.5.2. Titre Edilebilir Asitlik .....                        | 52 |
| 4.5.3. Nem Miktarı.....                                      | 53 |
| 4.5.4. Su aktivitesi ( $A_w$ ).....                          | 53 |
| 4.5.5. Pişme Kaybı.....                                      | 54 |
| 4.5.6. Hamur Verimi .....                                    | 54 |
| 4.5.7. Ekmek Verimi.....                                     | 55 |
| 4.5.8. Spesifik Hacim Ölçümü.....                            | 55 |
| 4.5.9. Hacim Verimi.....                                     | 56 |
| 4.5.10. Doku Profil Analizi .....                            | 56 |
| 4.5.11. Ekmek İçi Rengi.....                                 | 57 |
| 4.5.12. Duyusal Analizler.....                               | 59 |
| 4.5.13. Aroma Bileşenleri .....                              | 61 |
| 5. SONUÇ ve ÖNERİLER .....                                   | 63 |
| 6. KAYNAKLAR.....  | 65 |
| 7. EKLER.....  | 74 |
| 7.1. Duyusal Analiz Formu .....                              | 74 |

|   |    |
|---|----|
| 7.2. 16 Saatlik Fermantasyon Süresinin Ardından Fermantasyon Sıvısının Görünümü ..... | 75 |
| 7.3. Ana Ekşinin Fermantasyon Sırasında Çekilen Görüntüsü .....                       | 76 |
| 7.4. Ana Ekşinin 2 Saatlik Fermantasyonun Ardından Çekilen Görüntüsü .....            | 77 |
| 7.5. Ekmek Hamurunun 1 Saatlik Fermantasyonun Ardından Çekilen Görüntüsü .....        | 78 |
| 7.6. Simit Ekmeklerinin Pişirme İşleminde Sonra Çekilen Görüntüleri .....             | 79 |
| 7.7. Simit Ekmeklerinin İç Yapılarının Görünümü.....                                  | 80 |

**ÇİZELGE DİZİNİ**

|  |    |
|--|----|
| Çizelge 4.1 Araştırma Materyali Unun Özellikleri .....   | 28 |
| Çizelge 4.2 Farklı Nohut Cinslerine ait Bazı Kompozisyon Değerleri .....   | 29 |
| Çizelge 4.3 Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarının Bazı Kimyasal ve Biyokimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler..... | 31 |
| Çizelge 4.4 Farklı Örneklere ait Glikoz Yüzdeleri .....  | 43 |
| Çizelge 4.5 Farklı Fermantasyon Sürelerinde Glikoz Yüzdeleri .....   | 43 |
| Çizelge 4.6 Farklı Fermantasyon Sürelerindeki Sakkaroz Yüzdeleri.....  | 44 |
| Çizelge 4.7 Farklı Fermantasyon Sürelerinde Farklı Örneklere ait Fruktoz Yüzdeleri.....  | 44 |
| Çizelge 4.8 Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Laktik Asit Bakterileri (LAB) Sayımı .....                | 45 |
| Çizelge 4.9 Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı .....      | 48 |
| Çizelge 4.10 Hamur pH Değerleri.....   | 50 |
| Çizelge 4.11 Ekmek Örneklerine ait Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikler .....  | 51 |
| Çizelge 4.12 Ekmek Örneklerine ait Bazı Fiziksel Özellikler .....  | 54 |
| Çizelge 4.13 Ekmek Örneklerine ait Doku Profil Analizi Değerleri.....  | 56 |
| Çizelge 4.14 Ekmek Örneklerine ait Ekmek İçi Renk Ölçümü Değerleri.....  | 58 |
| Çizelge 4.15 Ekmek Örneklerine ait Duyusal Değerlendirme Sonuçları .....   | 60 |
| Çizelge 4.16 Ekmek Örneklerine ait Çeşitli Aroma Bileşenleri Tayini .....  | 61 |

## ŞEKİL DİZİNİ

|   |    |
|---|----|
| Şekil 3.1 Fermantasyon Sıvısı Üretimi Akım Şeması .....   | 18 |
| Şekil 3.2 Simit Ekmeği Üretimi Akım Şeması.....   | 23 |
| Şekil 4.1 Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi.....                         | 34 |
| Şekil 4.2 Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Protein İndirgenmesi.                                       | 36 |
| Şekil 4.3 Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Coomasie Boyama-1 ..... | 37 |
| Şekil 4.4 Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Coomasie Boyama-2 ..... | 38 |
| Şekil 4.5 Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Silver Boyama-1 .....   | 39 |
| Şekil 4.6 Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Silver Boyama-2 .....   | 40 |
| Şekil 4.7 Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca İndigen Şeker Değerlerinin Değişimi .....                   | 42 |
| Şekil 4.8 Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Laktik Asit Bakterilerinin Gelişim Eğrisi .....             | 47 |
| Şekil 4.9 Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Toplam Canlı Sayısı Eğrisi .....                            | 49 |
| Şekil 4.10 Fermantasyon Sıvısı, Hamur ve Ekmeklere ait pH Değerleri Eğrisi .....  | 52 |

**KISALTMA DİZİNİ**

*C. perfringens*: *Clostridium perfringens*

*E. coli*: *Esherichia coli*

FS: Fermantasyon Sıvısı

HB: Hasanbey cinsi nohut

LAB: Laktik Asit Bakterisi

*Lb. brevis*: *Lactobacillus brevis*

*L. fermentum*: *Lactobacillus fermentum*

M: Menemen cinsi nohut

MRS: Man Rogosa Sharpe

PCA: Plate Count Agar

*P. cerevisiae*: *Pediococcus cerevisiae*

S: Seçkin cinsi nohut

TAMB: Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri

TSE: Türk Standartları Enstitüsü

## 1. GİRİŞ

Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Çeşitleri Tebliği'nde Ekmek: "Ekmeklik buğday ununa içilebilir nitelikte su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*), gerektiğinde "Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği"nde izin verilen katkı maddeleri ile Tarım ve Köy işleri Bakanlığı'ndan üretim izni almış şeker, enzim ve benzeri maddeleri içeren ekme katkı karışımları katılarak hazırlanan hamurun tekniğine uygun bir şekilde yoğrulup, çeşitli şekillerde hazırlanıp fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan üründür" şeklinde tanımlanmaktadır. Ekmek çeşitleri ise söz konusu tanımda belirlenen karışıma, çavdar ununa diğer tahıl unları, soya unu, patates unu, süt tozu, peynir altı suyu, bitkisel yağ, buğday kepeği, susam, tahin, ceviz, zeytin ve benzeri maddeler katılarak tekniğine uygun ve çeşitli şekillerde yapılan ürünler" olarak tanımlanmıştır (Anon., 2002).

Arkeolojik bulgulara göre, bugünkü lavaş ya da yufka ekmeğine benzeyen ilk mayasız ekmeğin günümüzden yaklaşık 6000 yıl önce, mayalı ekmeğin ise 4000 yıl kadar önce Eski Mısır'da yapıldığı bilinmektedir (Ünsal, 2003).

Türkiye'de bölgelere, farklı yaş ve gelir gruplarına bağlı olarak ekme tüketimi günde 100–800 g arasında olup ortalama 400 g olarak kabul edilmektedir. Bu değer İtalya'da 180 g, Almanya'da 230 g, İngiltere'de 120 g, A.B.D.'de 180 g, Rusya Federasyonu'nda 320 g civarındadır (Anon., 2001). FAO verilerine göre, ülkemizde kalori sağlamada bitkisel gıdalar günlük diyetin %90'nını teşkil etmekte, bunun %44'ü tek başına ekme tarafından sağlanmaktadır. Protein ihtiyacını karşılamada ise bitkisel gıdalar %77'lik bir paya sahiptir. Bunun %50'si ekme tarafından sağlanmaktadır (Elgün ve Ertugay, 2000).

Günümüzde, diyetten alınan kalorinin önemli bir kısmını karşıladığımız ekmeğin geleneksel çeşitlerine olan ilgi giderek artmaktadır. Bu çeşitlerden bir tanesi de nohut mayalı ekmeğidir. Nohut mayalı ekme, ülkemizde yaygın olarak Ege Bölgesi, Trakya Bölgesi ve kısmen de İç Anadolu ve Akdeniz Bölgesi'nin bazı kesimlerinde evlerde üretilmektedir. Ege Bölgesi'nin bazı illerinde ticari olarak nohut mayasından ekme, peksimet ve simit üretimi yapılmaktadır.

Nohut mayası, daha çok Akdeniz bölgesinde yapılan bir maya çeşidi olup yapılışında farklılıklar olabilmektedir. Nohut, su (sıcak su) ve tuz karışımı sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) bir gün bekletildikten sonra elde edilen nohut süzütüsüne yaklaşık 900 g un ilave edilerek 4 saat sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) fermantasyona bırakılır. Elde edilen ön maya 5 kg un, 2,5 L su ile tazelenip 4 saat sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) fermantasyona bırakılmıştır. Bu süre sonunda, 18 kg un, 9 L su ile son tazeleme yapılarak 12 saat sıcak ortamda (24-25 °C) tutularak maya oluşumu tamamlanır (Özkaya, 1992).

Günümüzde ekmek yapımında, pres (yaş) maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ve aktif kuru maya gibi ticari mayaların yanında tatlı ve ekşi ev tipi doğal mayalar da kullanılmaktadır. Kuru üzüm, yoğurt, süt, sirke, nohut ve şerbetçiotu gibi hammaddeler tatlı ve ekşi doğal mayaların ana malzemeleridir. Bu yolla hazırlanan karışım bir gün bekletilip maya formuna dönüşmesi sağlanarak ekmek yapımında kullanıldığı gibi, bazen de her gün un-su ile tazelenmek suretiyle ancak bir kaç gün sonra mayalama özelliğine sahip mayalar oluşmakta ve ekmek yapımında kullanılmaktadır. Doğal maya yapımında kullanılan hammaddenin özelliğine bağlı olarak maya oluşumu bir ya da birkaç gün almaktadır. Bu süre içinde, ayrıca bir ticari maya ve katkı maddesi ilavesine gerek kalmadan, doğal mayanın ana malzemeleri (kuru üzüm, yoğurt, süt, sirke, nohut, şerbetçiotu) un ve su ile birlikte hamur fermantasyonunu (laktik asit, asetik asit, sitrik asit fermantasyonları) gerçekleştirirler (Aydın, 1995; Yılmaz, 2002).

Geleneksel lezzetlerin unutulmaması, geliştirilmesi, ticari üretimde karşılaşılan sorunların çözülmesi, nohutun sağlık üzerine bilinen olumlu özelliklerinden faydalanmak ve tüketilen ekmek çeşitlerine alternatif olması amacıyla bu çalışmanın konusu nohut mayası ve nohut mayası ile yapılan simit ekmeği üretiminin optimizasyonu olarak belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma sonucunda elde edilen verilerin bu alanda yetersiz olan literatür bilgisine önemli katkılar sağlayacağı, nohut mayasının optimize edilmesiyle ticari simit ekmeği üreticilerinin nohut mayası ile ilgili olarak karşılaştığı problemlerin çözüleceği ve besleyici, sağlıklı ve farklı lezzete sahip fonksiyonel bir ekmek olan simit ekmeğinin geliştirilmesine yardımcı olacağı düşünülmektedir.

Bu çalışmada farklı yörelerden alınan sert yapıya sahip koçbaşı cinsi olarak bilinen farklı nohut çeşitleri (Hasanbey, Seçkin ve Menemen) kullanılmıştır. Farklı nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarında meydana gelen biyokimyasal değişimler incelenirken farklı nohut çeşitlerinin, fermantasyon sıvısının özellikleri üzerindeki etkisi tespit edilmiştir. Bununla birlikte, bu fermantasyon sıvılarının simit ekmeği üretiminde mayalama ajanı olarak kullanılması sayesinde, nohut çeşidinin ekmek özellikleri üzerindeki etkisi araştırılmıştır.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

### 2.1. Fermantasyon Prosesi

Hamur fermantasyonu sırasında son derece karmaşık kimyasal ve biyokimyasal reaksiyonlar meydana gelmektedir. Bütün bu reaksiyonlar, hamurun yapısını ve ekmeğin karakteristik özelliklerini belirleyici etkiye sahiptir (Olsen, 1995; Adams and Nicoladies, 1997; Caplice and Fitzgerald, 1999). Fermantasyon sırasında, maya faaliyeti sonucu başta karbondioksit gazı olmak üzere, alkoller, organik asitler, çeşitli tat ve aroma maddeleri gibi çok sayıda kimyasal bileşik meydana gelir. Aynı zamanda proteolitik enzimlerin faaliyetiyle, gluten proteinleri az da olsa parçalanarak gluten yapısı yumuşar ve hamurun işlenebilme özellikleri artar. Oluşan karbondioksit gazı, her biri ince gluten filmiyle kuşatılmış milyonlarca gaz hücresi içerisinde tutularak hamurun kabarmasını ve gözenekli bir yapının oluşmasını sağlar (Gan et al, 1995; Arıcı, 2000; Elgün ve Ertugay, 2000).

Fermantasyonun kontrolü, gaz üretimi açısından son derece önemli olup, gaz üretiminin fazla veya gaz tutmanın yetersiz olması istenmeyen bir durumdur. Bu bakımdan, hamur maksimum gaz üretimine ulaştığı zaman, gaz tutma kapasitesi de maksimum olmalıdır. Ancak bu sayede yüksek hacimli, iyi gözenek yapısına sahip, geç bayatlayan ekmekler elde edilir (Pylar, 1988; Elgün ve Ertugay, 2000). Eğer gaz üretiminin en fazla olduğu nokta, hamurun gaz tutma kapasitesinin en yüksek düzeyde olduğu zamandan önce gerçekleşirse, gazın büyük bir kısmı hamurun havalandırılması sırasında boşa gitmiş olur. Fermantasyon sırasında oluşan CO<sub>2</sub> gazının etkili bir şekilde tutulamaması sonucu; elde edilecek son ürünün hacmi düşük, gözenek yapısı, tekstürü ve rengi istenilen özelliklere sahip olmaz (Özkaya, 1995). Bu nedenle, gaz hücrelerinin gelişmesi, gluten ağının yapısıyla yakından ilişkilidir ve fermantasyon sonrasındaki gaz hücrelerinin büyüklük dağılımı ekmek kalitesi açısından önem taşımaktadır (Scanlon and Zghal, 2001; Bonny et al, 2004).

Fermantasyonda hedef sadece CO<sub>2</sub> gazı üretmek değil aynı zamanda hamurun olgunlaşmasını da sağlamaktır. Aksi halde bazı kimyasal kabartma maddeleri fermantasyon için yeterli olurdu (Seçkin, 1971; Pylar, 1988). Mayanın oluşturduğu karbondioksit gazının tamamının gaz hücrelerinde tutulmayıp, bir kısmının da hamur ortamında çözünerek karbonik aside dönüştüğü bilinmektedir. Diğer taraftan unun doğal florasında bulunan laktik ve asetik asit bakterilerinin faaliyeti ile laktik ve asetik asitler, mayanın amonyum tuzlarını kullanmasıyla da hidroklorik (HCl) ve sülfürik asitler (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) oluşur. Meydana gelen bu asitler, hamur pH'sını düşürerek hamurda asitliğin gelişmesini sağlarlar (Sıkılı, 2003). Bu nedenle, laktik asit ve asetik asit oldukça önemli fermantasyon ürünleridir. Ancak ürüne sağladığı avantajlar nedeniyle laktik asit fermantasyonu daha fazla tercih edilmektedir. Lezzet açısından karşılaştırıldığında laktik asit, daha hafif ekşi özellik taşımakta olup pH'yı düşürmesi nedeniyle antimikrobiyal etkiyi desteklemektedir. Asetik asit ise lezzet açısından daha ekşi karakterde olup bu özelliği ile bazı ürünlerde (örneğin; ekşi

çavdar ekmeği) istenmekle birlikte hafif ekşiliğin tercih edildiği durumlarda miktarı sınırlandırılmalıdır (Salovaara, 1998).

Hamuru olgunlaştırmak için gerekli optimum şartlar; fermantasyon süresi, un kalitesi, formülde yer alan bileşenler, yoğurma süresi, hamur sıcaklığı, maya miktarı ve oksidasyon derecesi gibi faktörlere bağlı olarak değişiklik gösterir (Özkaya, 1995). Bu faktörlerden özellikle maya miktarı ve hamur sıcaklığı, hamur fermantasyonu üzerinde son derece etkili olmaktadır. Kullanılan maya miktarındaki artış ve benzer şekilde fermantasyon sıcaklığındaki yükselme fermantasyon süresini kısaltmaktadır (Finney et al, 1976; Pylar, 1988; Özkaya, 1995). Kullanılan unun kalitesi ve tipi ise, fermantasyon sırasında asitliğin gelişmesi ile tat ve aroma maddelerinin oluşmasında etkili bir faktördür. Oluşan asitlik üzerinde starter kültürün de etkisinin olduğu bilinmektedir. (Hansen and Hansen, 1994). Ayrıca, nişasta, protein ve lipitlere etki eden çeşitli enzimlerde, ortamdaki oksijen miktarında ve gaz üretimi sonucunda hamurun reolojik yapısında meydana gelen değişikliklerin de hamurun olgunlaşmasını etkilediği bilinmektedir (Boyacıoğlu, 1996).

Fermantasyon evresinde önemli bir role sahip olan mayanın fonksiyonları başlıca üç grupta toplanır;

- Mayalama fonksiyonu: Fermantasyon sonucu oluşan CO<sub>2</sub> sayesinde gerçekleşir.
- Aroma teşekkülü: Fermantasyon sırasında oluşan organik asitler, alkoller, aldehitler, aminoasitler, ketonlar, diğer karbonil bileşikleri sayesinde gerçekleştirilir. Aromatik bileşiklerin önemli bir kısmı pişme sırasında kabukta cereyan eden karamelizasyon ve maillard reaksiyonu sonucu ortaya çıkar.
- Hamurun olgunlaştırılması: Fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik değişimler sonucu ortaya çıkar ve hamur kendine has elastikiyet, mayalama yeteneği ve işlenebilirlik kazanır (Elgün ve Ertugay, 2000).

Mayanın sahip olduğu fonksiyonel yapı içerdiği enzimlerden kaynaklanır. Bu enzimlerin başlıcaları; sakkarozu parçalayan invertaz enzimi, maltozu parçalayan maltaz enzimi, glikozu ve fruktozu parçalayan zymas enzimidir. Bu enzimler olmaksızın şekerlerin fermantasyona uğrayarak alkol ve diğer fermantasyon ürünlerinin oluşması mümkün değildir (Elgün ve Ertugay, 2000). Maya hamurdaki şekerleri fermente ettikçe çevresindeki sıvı ortama çözünmüş CO<sub>2</sub> ve etanol olmak üzere, laktik asit, asetik asit, aminoasit, gibi metabolik yan ürünler bırakmaktadır (Matz, 1987; Yöndem ve diğerleri, 1992; Arıcı, 2001). Maya etkisi ile oluşan bu bileşenler ekmeğe tat ve aroma vermektedir (Yöndem ve diğerleri, 1992).

Maya, fermantasyon ortamına tamamen adapte olabilmek için ortalama 45 dakikaya ihtiyaç duymaktadır. Fakat CO<sub>2</sub> ve etil alkol üretimine çok daha kısa sürede başlayabilir (Özkaya, 1995; Bilici, 2001). Maya, fermantasyon ortamına adapte olamaması ve kısa süre çalışması nedeniyle yeterince CO<sub>2</sub> üretememektedir. Bu nedenle bu hamurlardan elde edilen ürünler tıkHz yapıda olup içini fazla boşaltamamış, esnek olmayan kuru ürünlerdir (Babagil, 1999). Aşırı

fermantasyon görmüş hamurlarda ise soluk kabuk rengi, zayıf tekstür, istenmeyen aroma, aşırı asit gelişimi, çökme ve düşük hacim gözlenmektedir (Elgün ve Ertugay, 2000).

## 2.2. Maya Tipleri

İlk ekmeğin üretimi M.Ö. 4000 yıllarına kadar uzanmasına rağmen ilk mayalı ekmeğin üretiminin M.Ö. 1800 yıllarında eski Mısır'da, tesadüfen hamurun kendi haline bırakılmasıyla gerçekleştirildiği bilinmektedir. Bu tip mayalanma; havadan, sudan, undan gelen doğal maya ve bakterilerin yaptığı "kendiliğinden mayalanma"dır. Bu durum daha sonraki çağlarda bazı aşamalardan geçerek ekşi hamur yöntemi olarak günümüze kadar gelmiştir. Bir mayalama metodu olarak uygulanmakta olan ekşi hamur yönteminin esası; normal kültür mayalarının yanında havadan ve kullanılan hamur unsurlarından gelen yabancı mayaların, laktik, sitrik ve asetik asit bakterilerinin faaliyet gösterdiği bir hamur parçasını, bir sonraki hamurda maya olarak kullanmaktır (Martinez-Anaya, 1993<sup>a</sup>; Aydın ve Çetin, 2001; Elgün ve Ertugay, 2003).

Doğal mayalar un, su, tuz, yoğurt, üzüm, sirke, şerbetçiotu ve süt gibi doğal ürünlerin kullanılması ile hazırlanmakta olup dışarıdan herhangi bir katkı maddesinin ilavesine gerek duyulmaz. Doğal mayalar, sıvı (akışkan) veya katı (hamur yapısında) olmak üzere iki ayrı formda hazırlanabilir. Doğal sıvı mayalara örnek olarak "çiçek mayaları (nohut mayası)", katı mayalara da "San Francisco ekşi mayası" verilebilir (Yılmaz, 2002; Dikbaş, 2003). Doğal mayalar kıvamları yanında, içerdikleri asit düzeyine göre de ekşi ve tatlı doğal mayalar olmak üzere iki gruba ayrılabilir. Nohut mayası gibi sıvı mayalar genelde tatlı, katı mayalar ise ekşi maya grubuna girerler. Ekmek yapımında çeşide bağlı olarak tatlı veya ekşi hamur mayası kullanmanın çeşitli avantajları bulunmaktadır. Bunlar arasında bazı un bileşenlerinin modifikasyonu (örneğin; protein ve polisakkaritlerin suyu tutarak şişmeleri ve kısmi hidrolizleri), enzim aktivitesinin kontrolü, hamuru mayalama özellikleri (özellikle heterofermentatif laktik asit bakterileri), düşük hamur pH'sı ile Rop hastalığına neden olan *Bacillus subtilis* gibi istenmeyen mikrobiyal floranın gelişiminin engellenmesi, fitik asidin etkili bir şekilde parçalanması ile mineral biyoyararlılığının artırılması, ekmeğin tekstürel özellikleri ile tat ve aromanın geliştirilmesi ve bayatlamının geciktirilmesi sayılabilir (Salovaara, 1998).

Ekşi hamur yönteminde hamur fermentasyonu, starter kültürler genellikle de laktik asit bakterileri (*Lactobacillus sanfranciscensis*, *Lactobacillus pontis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus brevis*, *Lactobacillus reuteri*, *Pediococcus pentosaceus*, *Leuconostoc mesenteroides*) tarafından gerçekleştirilir (Gobbetti, 1998; Gerez et al, 2006; Robert et al, 2006).

Laktik asit bakterileri (LAB) karbonhidrat fermentasyonu sonucu laktik asit oluşturan bakterilerdir. Farklı optimum büyüme sıcaklıklarına ihtiyaç duymakta olan LAB'nin uygun büyüme için kompleks bir besiyerine ihtiyacı vardır. Bu yüzden LAB'nin besin maddesince zengin besi ortamlarında kültüre alınmaları zorunluluk arz etmektedir. LAB genellikle fermente

gıda üretiminde kullanılmaktadır. LAB'nin pek çoğu insan, hayvan ve bitki gibi doğal ortamlarda bulunurlar. (Klein et al, 1998). Homofermentatif ve heterofermentatif laktik asit bakterileri genetik ve fizyolojik farklılıklarından dolayı glikozu farklı metabolik yollar izleyerek kullanmakta ve farklı son ürünler üretmektedirler. Homofermentatif laktik asit bakterileri heksoisomeraz (glukoz fosfat isomeraz) ve aldolaz enzimine sahipken, fosfoketolaz enzimini içermezler ve Embden-Meyerhof-Parnas (EMP) metabolik yolunu izleyerek bir molekül glikozdan iki molekül laktik asit üretirler. Heterofermentatif laktik asit bakterileri ise bunun tam tersi heksoisomeraz ve aldolaz enzimi yerine fosfoketolaz enzimine sahiptirler. Bu gruba giren laktik asit bakterileri glikozun yıkımında EMP metabolik izyolu yerine fosfoketolaz glikolitik izyolunu kullanırlar (Ünlütürk ve Turantaş, 2003).

Bu nedenle, laktik asit bakterileri ekşi hamur fermantasyonunda anahtar role sahiptirler. Hamurda asitliğin gelişmesi yanında, serbest halde çeşitli aminoasitleri ve küçük peptitleri hamur ortamına bırakarak diğer mikroorganizmaların gelişmelerini ve metabolik aktivitelerini artırırken, hamurun reolojik özellikleri ile tat ve aroma üzerine de olumlu etkide bulunurlar. Ayrıca, ekmeğin bayatlamasını, küf ve bakteriyel kaynaklı bozulmaları geciktirirler (Martinez-Anaya, 1996<sup>a</sup>; Schieberle, 1996; Gobbetti, 1998; Angioloni et al, 2005).

Ekmek yapımında kullanılan endüstriyel mayalar ise; (*Saccharomyces cerevisiae*) pres maya (yaş maya) ve kuru mayalardır. Ancak pres mayalar, fırıncılar tarafından daha fazla tercih edilmektedir. Pres mayalar, çok iyi bir mayalama özelliğine sahip olup, hamura ilave edildiği andan itibaren faaliyete başlarlar. Kullanım oranları formülasyona ve ekmek yapım koşullarına bağlı olarak %2–4 arasındadır. Ambalajı açılmadan buzdolabı koşullarında 1 ay kadar aktivitesini kaybetmeden muhafaza edilebilir. Kuru mayalar ise *Saccharomyces cerevisiae*'nin özel geliştirilmiş suşları olup, raf ömürleri pres mayalardan uzun ve kullanım miktarları da daha azdır (Elgün ve Ertugay, 2000).

### 2.3. Nohut Mayası

Nohut, yemek kültürümüzün önemli gıdalarından birisi olup son yıllarda geliştirilen beslenme piramitlerinde en fazla tüketilmesi önerilen gıda grubu içerisinde yer almaktadır. Zengin protein, mineral ve vitamin içeriği yanında diyet lifi bakımından da çok önemli bir kaynaktır. Nohut bileşimi çeşide ve yetiştirme koşullarına bağlı olarak değişmektedir (Akçin, 1988). Nohut kalsiyum, fosfor, magnezyum, potasyum, vitamin A ve özellikle çocuk beslenmesinde gerekli olan histidin aminoasidi bakımından son derece zengindir. Diğer baklagillerden daha yüksek oranda demir ve kalsiyum içermektedir (Azkan, 1999).

Nohut ıslatılıp pişirilmek suretiyle doğrudan yemek yapımında kullanıldığı gibi, ekmek mayası ve şalgam suyu hazırlamada da kullanılmaktadır. Ayrıca, bazı yörelerimizde (özellikle güney ve doğu yörelerinde) kavrulup öğütülerek kahve benzeri bir içecek olarak da tüketilmektedir. Orta

Asya, Orta Doğu ve Afrika ülkelerinde nohuttan çeşitli fermente ürünler üretildiği bilinmektedir. Özellikle Hindistan'da, nohuttan yapılan dhokla, dosa ve idli olarak bilinen kızartma ve meze türündeki yiyecekler yaygın olarak tüketilmektedir (Sıkılı, 2003).

Sıkılı (2003), nohut mayasının mikrobiyolojik lezzet ve karakteristiklerini araştırdığı çalışmasında nohut mayası üretimini şu şekilde açıklamıştır; Bir miktar kırılmış nohut üzerine kaynatıldıktan sonra yaklaşık 45-50 °C'ye kadar soğutulmuş su ilave edilerek yaklaşık 37-40 °C' de 15-16 saat fermantasyona bırakıldıktan sonra süzülür ve elde edilen maya sıvısı hamurun hazırlanmasında kullanılır. Aynı çalışmada, nohut ekmeği üretiminde nohut süzütüsü (100 mL), 500 g una eklenir. Ekmek yapımında kullanılacak unun su kaldırma miktarından ilave edilen nohut süzütüsü miktarı çıkarılarak, hamura ilave edilecek su miktarı hesaplanır. Un, su ve nohut süzütüsü 500 devirde yoğurma makinesinde yaklaşık 4 dakika yoğrulur. Elde edilen hamurun 400 g'lık parçası elle şekil verilip hafifçe yağlanmış tavaya yerleştirilir. 40 °C'de 4 saat fermente edilir. Fermantasyon sonunda hamur 200 °C'lik fırında 20 dakika pişirilir (Sıkılı, 2003).

Özkaya (1992) starter kültür olarak paket mayası, ekşi hamur mayası ve nohut mayasının hamurun reolojik özellikleri ve ekmeğin kalitesine etkilerini incelediği çalışmada nohut mayası üretimini şu şekilde açıklamıştır: Nohut, su ve tuz karışımı sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) bir gün bekletildikten sonra elde edilen nohut süzütüsüne yaklaşık 900 g un ilave edilerek 4 saat sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) fermantasyona bırakılır. Elde edilen ön maya 5 kg un, 2,5 L su ile tazelenip 4 saat sıcak ortamda (yaklaşık 35 °C) fermantasyona bırakılır. Bu süre sonunda, 18 kg un, 9 L su ile son tazeleme yapılarak 12 saat sıcak ortamda (24-25 °C) tutularak maya oluşumu tamamlanır (Özkaya, 1992).

Nohut mayası, asit ortamın gelişmesine yardımcı olarak pH'yı düşürmekte ve ekmeğin aromasını geliştirmektedir. Asitliğin fazla gelişmesi tat ve aromayı olumlu etkilerken yüksek hacime sahip nohut ekmeği üretimini zorlaştırmaktadır. Düşen ortam pH'sının (yüksek asitlik gelişimi), hamur fermantasyonunun da uzun olmasının etkisi ile hamurda oluşan bağları zayıflattığı ve hamur hacminin düşmesine yol açtığı söylenebilir (Baykara, 2006).

Nohut mayası kullanılarak yapılan ekmeklerde hem nohut mayası süzütüsünde hem de nohut mayasında gelişen mikrofloradan dolayı yaş maya ile yapılan ekmeklere göre farklı tat ve aroma maddeleri oluşmaktadır (Özkaya, 1992). Nohut mayası ile hazırlanan ekmeklerde karbonil bileşiklerinden propionaldehit, n-bütılaldehit, etilbütılketon uçucu organik asitlerden de asetik asit, propionik asit, ivalerik asit, krotonik asit gibi aroma maddeleri oluşmaktadır. Söz konusu bu aroma maddelerinin konsantrasyonları, gerek ekşi maya gerekse ticari (yaş-pres) maya ile hazırlanan ekmeklerden daha yüksek olup nohut ekmeğinin karakteristik tat ve aromasını kazanmasında etkili olmaktadır (Sıkılı, 2003).

Ekmek yapımında kullanılan nohut mayası, hamurun daha yumuşak olmasını ve kolay işlenmesini sağlarken, iç ve dış kabuk rengini, pişirme işlemini ve elde edilen ekmeğin tat ve aroması ile tekstürel özelliklerini olumlu yönde etkilemektedir (Özkaya, 1992).

Nohut mayası, ticari mayalarda olduğu kadar hamuru kısa sürede fermente edebilecek fonksiyonel yapı ve bu yapıyı sağlayan enzimlere sahip değildir. Ayrıca, nohut mayası (nohut süzüntüsü) ve nohut mayası hamurunda gelişen laktik asit bakterilerinin bir kısmı, glikozdan gaz üretebilecek özelliğe sahip olmayıp homofermantatif yapıya sahiptirler. Bunlardan dolayı, nohut mayasının hamur içerisindeki şekerleri parçalaması ve CO<sub>2</sub> oluşturma süresi oldukça uzun sürmektedir (Baykara, 2006). Diğer taraftan, gelişen maya kültürleri; başta maya çeşidine bağlı olmakla birlikte ortam şartları ile de yakından ilgilidir. Gelişen mikroflorada mevcut mikroorganizmalar ise ekmekte karakteristik ve arzu edilebilir özelliklerin oluşumuna katkı sağlamaktadır (Babagil, 1999; Yılmaz, 2002; Dikbaş, 2003; Sıklı, 2003).

Yapılan çalışmalarda, değişik yörelerden alınan nohut mayası süzüntüsü ve nohut mayası hamurunda farklı mikrofloralar tespit edilmiştir. Nohut mayasının farklı yörelerde değişik yöntemlerle hazırlanması ve nohut mayası ile ilgili bir standardizasyonun olmaması nedeni ile nohut mayasının mikroflorası ile ilgili bir araştırmada; nohut mayası süzüntüsünde *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Lactobacillus bifermantans*, *Streptococcus thermophilus*, *Enterococcus casseliflavus*, *Saccharomyces cerevisiae* nohut mayası hamurunda ise *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Pediococcus urinae-equi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus viridencens*, *Streptococcus thermophilus* gibi çeşitli mikroorganizmalar belirlenmiştir (Sıklı, 2003).

Ekmek mayası kültürleri ortamda zamanla gelişebildiği gibi (nohut mayası, ekşi maya vb.), dışarıdan starter kültür ilavesiyle de istenilen kültürler elde edilmektedir. Fermente hububat bazlı ürünler, hala geleneksel yöntemler kullanılarak, kontrolsüz inkübasyon ile spontan fermantasyon ya da bir önceki üründen inoküle edilmek suretiyle üretilmektedir. Bu durum, ürünün kalitesinde değişmelere yol açmaktadır. Dışarıdan starter kültür kullanılarak ürünün optimizasyonu peynir, yoğurt, bira gibi diğer fermente ürünlerde başarıyla uygulanmaktadır. Aynı çalışmalar, hububat bazlı fermente ürünlerde de yürütülmüştür. Ancak bu prosesin un ile tazeleme ve çoğaltma işlemleri sırasında unda bulunan mikroorganizmalarla sürekli tekrarlanan buluşmaya rağmen, mikrobiyolojik ve fonksiyonel olarak yapının tutarlı olmadığını göstermektedir. Bu durum; ticari toz ve tablet formundaki laktik asit bakterileri starter kültürlerinin neden başarılı olarak kullanılmadığını da açıklamaktadır (Salovaara, 1998).

Baykara (2006) tarafından yapılan çalışmada, %100 pres mayası, %0,5 pres mayası+nohut mayası ve % 100 nohut mayası ile yapılan ekmeklere ait özellikler karşılaştırılmıştır. Bu araştırma sonuçlarına göre; nohut ekmeği (%100 nohut mayalı) hamur fermantasyonu sonucunda, sıkı bir içyapı ve sert bir kabuğa sahip olduğu için, pişme sırasında ekmekte olan buharlaşmanın az olması ve muhafaza süresince de nemin ekmek içinde uzun süreyle tutulmasında etkili olduğu tespit edilmiştir. Ekmek içi rengi bakımından en fazla beğeniyi ise %100 nohut mayasından yapılan ekmek örneği kazanmıştır. Tat ve aroma yönünden de, %0,5

pres maya+nohut mayasından yapılan ekmek hafif ekşimsi karakterdeki aroma/tat profili ile daha fazla tercih edilmiştir.

Narlıoğlu (2013) tarafından geleneksel nohut mayasının ve üretiminde kullanıldığı poğaçaların bazı özelliklerinin incelendiği çalışmada, ticari maya, nohut mayası ve her iki mayadan oluşan karışım maya kullanılmış, bu mayaların hamur kalitesi ve son ürün üzerine etkileri incelenmiştir. Materyal olarak kullanılan maya tipleri, hamur yapımında kullanılan suda çözülerek hamurlar hazırlanmış ve bu hamurların farinograf ve ekstensograf değerleri incelenmiştir. Analiz sonuçlarına göre nohut mayalı hamur, ticari mayalı hamura oranla daha yumuşak bir yapı, kopmaya karşı ise daha dirençli bir yapı oluşturmuştur. Elde edilen poğaçaya hamurlarından en düşük pH'ya sahip olan hamurun nohut mayalı hamur olduğu tespit edilmiştir. Dört günlük raf ömrü bakımından üç maya tipi ile hazırlanan poğaçalardaki nem kaybı ve su aktivite değerleri karşılaştırmalı olarak incelendiğinde; Nohut mayalı poğaçanın, diğer mayalarla hazırlanan poğaçalara göre daha az nem kaybı ve daha düşük su aktivitesi değişimine sahip olduğu gözlenmiştir. Duyusal özellikler açısından; ticari maya ve nohut mayası karışımı ile mayalanan poğaçalarda genel olarak istenen özelliklerin elde edildiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada, Ege Bölgesi'nde geleneksel olarak üretilen nohut mayalı simit ekmeği yapımında nohut çeşidinin etkisi araştırılmıştır. Hammadde olarak kullanılan unda, nohut çeşitlerinde, fermantasyon sıvılarında (nohut mayası) ve simit ekmeklerinde analizler gerçekleştirilmiştir. Fermantasyon sıvılarında mikrobiyolojik analizler (toplam aerobik mezofilik canlı sayımı, laktik asit bakterileri), protein indirgenmesi ve şeker bileşenleri tayini 16 saat süresince 4 saatlik aralıklarla; pH, titre edilebilir asitlik, serbest yağ asitliği, nişasta çözünmesi-indirgenmesi, indirgen şeker ve serbest amino asit miktarı tayinleri ise 16 saat süresince 2 saatlik aralıklarla yapılmıştır. Simit ekmeklerinde ise; pH, titre edilebilir asitlik, nem miktarı, su aktivitesi, pişme kaybı, hamur verimi, ekmek verimi, spesifik hacim ölçümü, hacim verimi, doku profil analizi, ekmek içi renk ölçümü, duyuşsal değerlendirme ve aroma bileşenleri analizleri gerçekleştirilmiştir.

### 3. MATERYAL ve METOT

#### 3.1. MATERYAL

Manisa Simit Dünyası Merkez Şubesi'nden temin edilen un ( %11,87nem, %0,63(KM) kül, %12,80(KM) protein içeren) kullanılmıştır.

Nohut (*Cicer arietinum L.*) çeşidi olarak, farklı bölgelerden seçilen sert yapıya sahip koçbaşı cinsi olan Hasanbey, Seçkin ve Menemen çeşitleri kullanılmıştır. Hasanbey ve Seçkin çeşitleri Çukurova Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden, Menemen çeşidi Ege Tarımsal Araştırma Enstitüsü'nden temin edilmiştir.

Fermantasyon sıvısı üretiminde kullanılan sofralık iyotlu tuz ile ekmek üretiminde kullanılan yemek sodası Manisa'daki yerel bir marketten temin edilmiştir.

#### 3.2. ÖN DENEMELER

Çalışmanın ilk aşaması olan ön denemelerde, nohut cinsi, nohut iriliği, tuz miktarı, su miktarı ve çeşidi, fermantasyon sıvısının inkübasyon sıcaklığı ve süresi, hamura ilave edilen fermantasyon sıvısı miktarı, hamur fermantasyonunda sıcaklık ve süre irdelenerek etkin bir fermantasyon sıvısı ve buna bağlı olarak istenilen duyuşal ve dokusal özelliklere sahip hamur ve simit ekmeği elde edilmesi amaçlanmıştır.

##### 3.2.1. Nohut Cinsi

Ön denemeler esnasında fermantasyon sıvısının hazırlanmasında farklı nohut cinsleri kullanılmıştır. Aynı şartlarda farklı nohut cinsleri ile hazırlanan fermantasyon sıvılarının köpük oluşturma miktarları, gaz kabarcıklarının yoğunluğu ve sahip oldukları kokular arasında farklılıklar olduğu gözlenmiştir. Farklı nohut cinslerinin kullanıldığı fermantasyon sıvıları ile yapılan ekmeklerin de farklı özelliklere sahip olduğu öncelikle nitel olarak gözlenmiştir. Nohut cinsinin etkisinin daha iyi açıklanması için çalışmada, Türkiye'nin farklı bölgelerinden temin edilen 3 farklı nohut çeşidi (Hasanbey, Seçkin, Menemen) kullanılmasına karar verilmiştir. Çalışma içeriğinde bu farklılıklar daha kapsamlı bir şekilde ele alınmıştır.

### 3.2.2. Nohut İriliği

Fermantasyon sıvısı üretiminde kullanılacak olan nohutların parça iriliğininin standardize edilmesi amacıyla 3 farklı boyutta hazırlanmış nohutlar kullanılmıştır. Bu denemeler esnasında nohut çeşidi ve diğer parametreler sabit tutulmuştur. İri (taneler havanda ortalama 4-5 mm çapındaki 3-4 parçaya ayrılmıştır), orta (değirmenin (Perten 3303, Perten Intsruments, Huddinge, Sweden) 6. kademesinden geçirilerek öğütölmüş 2-3 mm çapındaki parçacıklar) ve ince (aynı değirmenin 1. kademesinden geçirilerek oluşturulmuş toz halindeki parçacıklar) boyuttaki nohutlar ile aynı şartlarda fermantasyon sıvısı hazırlanmıştır. İri boyuttaki nohutlarla hazırlanan fermantasyon sıvısının çok geç aktif hale geçtiği, ince boyuttaki nohutlarla hazırlanan fermantasyon sıvısında ise köpük oluşumunun gözlenmediği ve nohut tozlarının bir tabaka şeklinde dibe çöktüğü görölmüştür. Ancak orta boyuttaki nohutlar ile hazırlanan fermantasyon sıvısında belirlenen optimum fermantasyon süresinde köpük oluşumu (gaz oluşumu) gözlenmiştir.

### 3.2.3. Tuz Miktarı

Kullanılan tuz miktarı kuru madde üzerinden %0, %1,5 ve %3 olmak üzere 3 farklı oran olarak denenmiştir. %3 oranında tuz ilave edilen fermantasyon sıvısında aktivasyon gerçekleşmemiştir. %1,5 ve %0 oranlarında ise aktivasyon gerçekleşmiş, %1,5 tuz oranında biraz daha fazla köpük oluşumu gözlenmiştir. Tuzun aktivasyon için gerekli olabileceği kanısına varılmıştır. Nitekim, ticari üretimde de geleneksel olarak kuru madde üzerinden %1,5 oranında tuz kullanılmaktadır.

### 3.2.4. Su Miktarı ve Çeşidi

Ticari üretim esnasında yapılan ölçümler ve yapılan diğer akademik çalışmalar göz önüne alınarak fermantasyon sıvısı üretiminde kullanılacak suyun miktarı ve tipi belirlenmiştir.

Fermantasyon sıvısı üretimi için 100 g nohuta 450 mL, 550 mL ve 650 mL su ilave edilmiş ve üretimde 550 mL su kullanımının uygun olduğu tespit edilmiştir. 100 g nohut için daha az su kullanılan örneklerde fermantasyon sıvısında yeterli aktivitenin gerçekleşmediği, oluşturduğu köpük miktarının azlığından ve fermantasyon sıvısının kıvamlı bir solüsyona dönüşmesinden anlaşılmıştır. Benzer şekilde, daha fazla su kullanılması fermantasyon süresini uzatırken, hazır olması beklenen fermantasyon süresi sonunda fermantasyon sıvısında çiğ nohut kokusunun olduğu tespit edilmiştir. Bu da fermantasyon evresinin tamamlanmadığının bir göstergesi olarak yorumlanmıştır.

Fermantasyon sıvısı üretiminde kullanılan suyun sıcaklığı ise 60 °C olarak belirlenmiştir. Su önce kaynatılmış, birkaç dakika bekletilerek bu sıcaklığa düşmesi sağlanmıştır. Daha düşük

sıcaklıktaki su ilavesi, sert yapıdaki nohutlar üzerinde çok etkili olmayıp fermantasyon süresini uzattığı için; daha yüksek sıcaklıktaki su ilavesi ise nohutta spontan olarak bulunan mikrobiyal floraya zarar vermemesi için tercih edilmemiştir.

Su ile ilgili göz önünde bulundurulmuş bir diğer özellik ise kullanılacak su tipi olmuştur. Bu amaçla; şişelenmiş su, şebeke suyu ve deiyonize su kullanılarak fermantasyon sıvıları hazırlanmış, pH değerleri ölçülmüş ve fermantasyon süresi sonunda karşılaştırma yapılmıştır. Fermantasyon sıvılarının koku ve aroma oluşumları ile köpük miktarları karşılaştırıldığında şebeke suyu ile yapılan fermantasyon sıvısının daha iyi aktivite gösterdiği tespit edilmiştir. Nitekim, ticari nohut mayası üretiminde de şebeke suyu kullanılmaktadır.

### 3.2.5. Fermantasyon Sıvısının İnkübasyon Sıcaklığı ve Süresi

Manisa Simit Dünyası Merkez Şubesi'nde yapılan gözlem ve ölçümlerde, geleneksel olarak üretilen simit ekmeği için hazırlanan fermantasyon sıvısının, yaklaşık 39-40 °C'de, 14-18 saat inkübasyona bırakıldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Sıkılı (2003) çalışmasında nohut unu ve su karışımının 37-40 °C' da 15-16 saat fermantasyona bırakıldıktan sonra süzülerek elde edilen maya sıvısının hamurun hazırlanmasında kullanıldığını bildirmiştir. Diğer parametreler sabit tutularak farklı süre (14, 16, 18 saat) ve sıcaklıklar (38, 42, 45 °C) uygulanarak denemeler yapılmıştır.

İnkübasyon sıcaklığının düşük olduğu (38 °C) ya da fermantasyon süresinin kısa olduğu (14 saat) durumlarda, fermantasyon sıvısındaki faaliyetlerin yavaş olduğu ve bu fermantasyon sıvısı ile yapılan ekmeklerin istenilen özellikleri sağlayamadığı tespit edilmiştir. Ekmeklerin tıknaz bir iç yapıya sahip olduğu, hacim ve gözenek oluşturamadığı, çığ kokuya sahip olduğu tespit edilmiştir.

Tam tersi şekilde, inkübasyon sıcaklığının yüksek olması (45 °C) ya da fermantasyon süresinin uzun olmasının (18 saat) sonucu olarak fermantasyon sıvısı kokusunun rahatsız edici (aşırı ekşimsi ve kötü) olduğu görülmüştür. Bu özellikteki fermantasyon sıvısı ile yapılan ekmek hamurlarının çok yumuşak kıvamlı olması, bu nedenle işleme özelliklerinin kötü ve gaz tutma kapasitelerinin düşük olması nedeniyle, sağlıklı bir ekmek üretimi gerçekleştirilememiştir.

İnkübasyon sıcaklığının 42 °C, süresinin 16 saat olarak uygulanması ile fermantasyon sıvısının optimum özelliklere sahip olduğu saptanmıştır. Bu şartlarda üretilen fermantasyon sıvısının, karakteristik bir kokuya sahip olduğu ve gaz kabarcıklarının yeterli düzeye ulaştığı saptanmıştır. Ayrıca bu fermantasyon sıvısı ile üretilen hamurların istenilen işleme özelliklerini taşıdığı, simit ekmeği niteliklerinin de iyi olduğu tespit edilmiştir.

### 3.2.6. Hamura İlave Edilen Fermantasyon Sıvısı Miktarı

Nohut mayasının gelişim süreci uzun ve hassas olduğu için, elde edilen fermantasyon sıvısının doğrudan hamura ilave edilerek, o hamurdan ekmeğin yapılması mümkün olmamıştır. Dolayısıyla bir ana ekşi (ön hamur) üretimine ihtiyaç duyulmuştur.

Bu amaçla;

1. 200 g un+200 mL fermantasyon sıvısı
2. 100 g un+100 mL fermantasyon sıvısı
3. 100 g un+200 mL fermantasyon sıvısı

formülasyonlarıyla ana ekşi oluşturulmuş, 42 °C de 1 saat fermantasyonun ardından asıl hamur üretimi gerçekleştirilmiş ve ekmeğin yapımına geçilmiştir. (Simit ekmeği üretimi detaylı olarak “simit ekmeği üretim yöntemi” bölümünde anlatılmıştır.)

1. Formülasyon ile yapılan simit ekmeklerinde gözlemler;
  - Homojen ve ince gözenek yapısı
  - Karakteristik nohut ekmeği kokusu ve tadı
  - Homojen kabuk rengi
  - İdeal kabuk kalınlığı
  - Yüksek hacimli
  - Elastik bir ekmeğin içi yapısı
2. Formülasyon ile yapılan simit ekmeklerinde gözlemler;
  - Hoş gitmeyen ekşimsi hamur kokusu
  - Elastik ancak nispeten hamurumsu doku
  - Gözenek dağılımı biraz düzensiz
  - Orta hacimli
  - Kabuk ve ekmeğin içi arasında ayrılma var
  - İrili ufaklı homojen olmayan gözenek yapısı
  - Aralarda iri gözenekler mevcut
  - Nohut mayası ve lezzetinde değil
3. Formülasyon ile yapılan simit ekmeklerinde gözlemler;
  - Düşük hacim
  - Nohut ekmeği kokusu ve tadı mevcut ancak 1. Formülasyon kadar baskın değil
  - Gözenekli yapı oluşmuş ancak yeterli değil
  - Kabarma esnasında ortaya doğru oluşan bombaj yok
  - Elastik yapı mevcut

Ön denemeler sonucunda, ekmek hamuru üretiminde ana ekşinin 200 g un+200 mL fermantasyon sıvısı kullanılarak hazırlanmasına ve 42 °C'de 1 saat fermente edilmesine karar verilmiştir.

### 3.2.7. Hamur İnkübasyonunda Sıcaklık ve Süre

Ana ekşi (ön hamur) için:

Fermantasyon sıvısının, hazırlanan ön hamurda da faaliyetine devam etmesi için sıcaklık ve sürenin optimize edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla 38, 42 ve 45 °C olarak üç farklı sıcaklıkta ve 1, 2 ve 3 saat olmak üzere 3 farklı sürede denemeler yapılmıştır. 38 °C'de hamur fermantasyonu çok yavaş ve uzun sürede gerçekleşirken, 45 °C hamurun ekşimesine neden olmuştur. Benzer şekilde, 1 saat olarak uygulanan fermantasyon süresinin hamur hacminin artması için yeterli olmadığı, 3 saat olarak uygulanan fermantasyon süresinin ise hamurun ekşimesine neden olduğu tespit edilmiştir. Ancak 42 °C'de, 2 saat gerçekleştirilen fermantasyon sonucunda hamur hacminin 2-2,5 katına yükseldiği ve gaz kabarcıkları oluşturduğu görülmüştür.

Simit ekmeği hamuru (2. hamur) için:

Ana ekşinin 2. hamur içerisinde de faaliyetine devam etmesi amaçlanmıştır. 38, 42 ve 45 °C olarak üç farklı sıcaklıkta denemeler yapılmıştır. 38 °C'de hamur fermantasyonu çok yavaş ve uzun sürede gerçekleşirken, 45 °C hamurun ekşimesine neden olmuştur. Fermantasyon süresinin 1 saat olması, ekmek hamurlarının istenilen hacim ve kıvama ulaşması için yeterli olmuştur. Bu hamurlar kullanılarak yapılan simit ekmeklerinin beklenen nitelikleri karşıladığı belirlenmiştir.

Yapılan ön denemelerle birlikte, bahsedilen değişkenlere ait optimum değerler belirlenmiş olup asıl üretimler bu değerlere uyularak gerçekleştirilmiştir.

### **3.3. METOT**

#### **3.3.1. Unda Gerçekleştirilen Analizler**

##### **3.3.1.1. Nem Tayini**

Nem tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–110/1, 1976)'da belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % olarak verilmiştir.

##### **3.3.1.2. Kül Tayini**

Kül tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–104/1, 1990)'da belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % KM olarak verilmiştir.

##### **3.3.1.3. Protein Tayini**

Protein tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–105/2, 1994)'de belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % KM olarak verilmiştir.

##### **3.3.1.4. Yaş Gluten (Öz) ve Gluten İndeks Tayini**

Yaş Gluten (Öz) tayini, 10 g örnek tartılarak glutomatik cihazı ile yapılmıştır. %2'lik tamponlu çözelti kullanılarak ayarlanan süre kadar yıkama ve yoğurma işlemi yapılır. Süre sonunda gluten oranı % KM olarak bulunur (ICC–106/2, 1984).

##### **Gluten İndeks Tayini**

Yıkama kabından alınan gluten santrifüj eleğine yerleştirilir. 1 dk süreli 6.000 rpm'lik santrifüjde santrifüjlenerek işlem sonunda gluten indeks oranı % olarak belirlenir (ICC–106/2, 1984).

### 3.3.1.5. Zeleny Sedimentasyon Tayini

Sedimentasyon tayini, International Association for Cereal Chemistry'de belirtilen yöntemle göre yapılarak sonuçlar mL olarak verilmiştir. (ICC–116/1, 1994).

### 3.3.1.6. Modifiye (Gecikmeli) Sedimentasyon Tayini

Örnekten %14 nem esasına göre 3,2 g un tartılarak sedimentasyon silindirine konur, üzerine 50 mL brom fenol mavisi çözeltisi ilave edilip silindirin ağzı kapatılır. 5 s içerisinde 12 kez (18 cm'lik uzaklık içinde) elle sallanarak, çalkalama aletinde 5 dk çalkalanır. 2 saat inkübasyona bırakılarak, süre sonunda 25 mL sedimentasyon test çözeltisi (laktik asit) ilave edilir ve 5 dk daha çalkalama aletinde çalkalanır. İşlem sonunda silindir aletten alınıp düz bir zemin üzerine konur ve tam 5 dk sonunda çöküntü hacmi okunur. Bu değer mL olarak modifiye sedimentasyon değeri olarak kaydedilir (Köksel ve diğerleri, 2000).

### 3.3.1.7. Düşme Sayısı Tayini

Düşme sayısı, International Association for Cereal Chemistry' de belirtilen yöntemle göre yapılarak sonuçlar saniye olarak verilmiştir (ICC–107/1, 1995).

### 3.3.1.8. Farinograf Özelliklerinin Belirlenmesi

%14 neme göre 300 g un örneği büretten ilave edilen su ile yoğrulur, kurvenin 500 konsistens çizgisini ortalayınca kadar büretten su verilmeye devam edilerek harcanan su miktarı saptanır. Kurve 500 konsistens çizgisinde bir süre kaldıktan sonra düşmeye başlar. Elde edilen grafik üzerinden okuma yapılarak gelişme süresi, stabilitesi, yoğurma toleransı, hamurun yumuşama derecesi saptanır (ICC–115/1, 1992).

### 3.3.1.9. Ekstensograf Özelliklerinin Belirlenmesi

%14 neme göre 300 g un numunesi, su ve tuz ile karıştırılır ve istenen konsistenste hazırlanmış hamur 150 g'lık parçalara bölünerek cihazın fermantasyon dolabında 30 °C sıcaklıkta 45, 90 ve 135 dk bekletilen hamurun çekmeye karşı direnci ölçülerek üç ayrı kurve çizimi elde edilir. Elde

edilen grafikler üzerinden hamurun uzama kabiliyeti (E), uzamaya karşı göstermiş oldukları direnç (Rm), hamurun sabit deformasyon direnci (R5), alan (A) saptanır (ICC–114/1, 1992).

### **3.3.2. Nohutlarda Gerçekleştirilen Analizler**

#### **3.3.2.1. Nem Tayini**

Nem tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–110/1, 1976)'da belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % olarak verilmiştir.

#### **3.3.2.2. Kül Tayini**

Kül tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–104/1, 1990)'da belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % KM olarak verilmiştir.

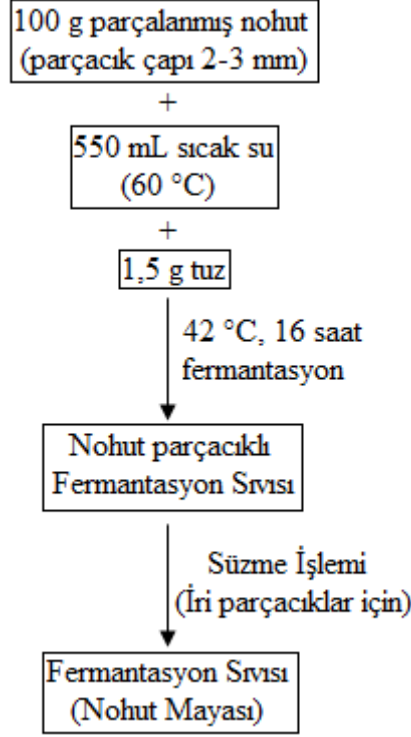
#### **3.3.2.3. Protein Tayini**

Protein tayini, International Association for Cereal Chemistry (ICC–105/2, 1994)'de belirtilen yöntemle yapılarak sonuçlar % KM olarak verilmiştir.

### **3.3.3. Nohut Mayası (Fermantasyon Sıvısı) Yapım Yöntemi**

Nohut mayası yapımında sert yapıya sahip "Hasanbey, Seçkin ve Menemen" cinsi nohutlar kullanılmıştır. Uygulanan yöntem ve materyal özelliklerine ön denemeler ile karar verilmiştir.

100 g nohut dişli öğütücüde parçacık çapı 2-3 mm olacak şekilde çekilerek, temiz bir cam şişeye alınır. Maya kabına 550 mL sıcak su (60 °C) ve 1,5 g tuz ilave edilerek 42 °C sıcaklıkta 16 saat bekletilir. Süre bitiminde nohutlar tuz ve suyun etkisiyle şişer ve kabın üst yüzeyinde köpüklenme meydana gelir. Süzgeç yardımıyla fermantasyon sıvısı iri nohut parçacıklarından arındırılır. Meydana gelen süzüntü fermantasyon sıvısı (nohut mayası) olarak adlandırılır. Fermantasyon sıvısı üretim akım şeması Şekil 3.1'de verilmiştir.



**Şekil 3.1** Fermantasyon Sıvısı Üretimi Akım Şeması

#### 3.3.4. Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Analizler

Fermantasyon sıvısında (nohut mayası), mikrobiyolojik analizler, protein indirgenmesi ve şeker bileşenleri tayini 16 saat süresince 4 saatlik aralıklarla; pH, titre edilebilir asitlik, serbest yağ asitliği, nişasta çözünmesi-indirgenmesi, indirgen şeker ve serbest amino asit miktarı tayinleri ise 16 saat süresince 2 saatlik aralıklarla yapılmıştır. Saat aralıkları, incelenen benzer çalışmalar göz önünde bulundurularak analiz sonuçlarına göre belirlenmiştir. Tüm analizler 2 tekrar ve 2 paralel olarak gerçekleştirilmiştir.

##### 3.3.4.1. pH Tayini

pH tayini, AOAC (1990)'a göre yapılmıştır.

##### 3.3.4.2. Titre Edilebilir Asitlik

Titre edilebilir asitlik tayini, AOAC (1990)' a göre yapılmıştır.

10 mL fermantasyon sıvısı deiyonize su ile 100 mL'ye seyreltilir ve pH 8,4 birkaç dakika sabit kalıncaya kadar 0,1 N NaOH ile titre edilir. Sonuçlar, % laktik asit cinsinden ifade edilir (AOAC, 1990).

#### **3.3.4.3. Serbest Yağ Asitleri**

Serbest yağ asitleri tayini, Sarkar and Tamang (1995)'e göre gerçekleştirilmiştir.

5 mL fermantasyon sıvısı 95 mL saf etanol (önceden fenolftaleyn ve 0,1 N NaOH kullanılarak nötralize edilen) ile karıştırılır. Daha sonra karışım su banyosunda kaynatılır. Karışım soğutulurak 0,1 N NaOH ile fenolftaleyn indikatörlüğünde soluk pembe renk elde edilinceye kadar titre edilir. Sonuçlar, 10 mL fermantasyon sıvısını nötralize etmek için mL cinsinden gerekli 0,1 N NaOH miktarı olarak ifade edilir.

#### **3.3.4.4. Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi**

Nişasta çözünmesi-indirgenmesi tayini Giraud et al. (1993)'e göre yapılmıştır.

Nişastanın çözünmesi ve indirgenmesi, çözülmüş nişastanın 620 nm'de spektrofotometrik olarak ölçülmesiyle belirlenir. Bu amaçla, santrifüj edilen (800xg, 15 dk) 100 µL fermantasyon sıvısı, 2,4 mL (saf suda %3 KI, %0,3 I<sub>2</sub> içeren (w/v)) iyot çözeltisi ile karıştırılır. Stok KI-I<sub>2</sub> çözeltisi daha sonra %4'e (v/v) seyreltilir.

Çözünebilir nişastanın bilinen konsantrasyonu ile standart kurve oluşturulur. Sonuçlar, mg nişasta/mL fermantasyon sıvısı olarak ifade edilir.

#### **3.3.4.5. Protein İndirgenmesi**

Fermantasyon sırasındaki protein indirgenmesi SDS-PAGE elektroforez yöntemi ile Laemmli (1970)'e göre yapılmıştır.

Ayırma jelinde %12 akrilamid (w/v) ve toplayıcı jelde %4 akrilamid (w/v) içeren 'Tris-HCl (1,5 M) gel plaka kullanılarak fermantasyon sırasında protein degradasyonu belirlenir. 'Running buffer' (yürütücü tampon), 0,192 M glisin ve %0,1 (w/v) SDS içeren ve pH'sı 8,6 olan 0,025 M Tris'tir. Jeller, su:etanol:asetik asit (40:50:10)'te %0,25 (w/v) 'brilliant blue R-250' ile boyanır ve su:etanol:asetik asit (65:25:10) içeren çözelti ile jellerin boyası giderilir.

Örnek hazırlama Cai et al. (2002)'ye göre yapılmıştır. 100 µL fermantasyon sıvısı pH'sı 6,8 olan 1 mL %5 (w/v) sakkaroz, %2 (w/v) SDS, %5 (v/v) merkaptoetanol ve %0,01 (w/v) bromfenol mavisini içeren 0,062 M Tris ile karıştırılır ve su banyosunda 95 °C'de 5 dk ısıtılır. Bu işlem tekrarlanarak süspansiyon 9000xg' de 5 dk santrifüj edilir. Jellerin ilk kuyucuklarına 6,5-125 kD molekül ağırlığındaki belirteçler (New England Biolabs, Inc., Beverly, MA, USA) yerleştirilir. Santrifüj işleminin ardından hazır hale gelen örneklerden ise 20 µL alınarak, sırasıyla jellerin kuyucuklarına doldurulur. Elektroforez (Thermo Scientific, EC 3000 XL Power Supply, USA) çalıştırılır (ilk yarım saat 16 mA/jel, kalan 4,5 saat 25 mA/jel). Bromfenol mavisinin jellerin sonuna kadar gelmesinin ardından jeller çıkarılır ve camlardan ayrılır. İşlem sonunda boşalan kuyucukların bulunduğu toplayıcı jeller kesilip atılır. Kalan jeller (ayırma jelleri), %20'lik TCA (trikloroasetikasit) bulunan ayrı kuvetlere alınır. Jeller yarım saat düşük çalkalama hızında (20 dv/dk) TCA'da bekletilir. Süre bitiminde jel kuvetin içinde tutularak TCA boşaltılır. Jel iki kez ultra saf su ile durulanır. Aynı kuvet içerisine (jelin üzerine kaplayacak şekilde) %0,05'lik coomassie blue ilave edilir. 1 saat düşük hızda çalkalanır. Süre bitiminde jel kuvetin içinde tutularak boya küvetten uzaklaştırılır. Jelin üzerine destain solüsyonu eklenir. Yarım saat sonra solüsyon yenilenir. Toplamda 1-1,5 saat düşük hızda çalkalanır (Bu işlem jelin örnek olmayan kısımlarındaki mavi rengi gidermek için yapılır). Hazır hale gelen jel, jel görüntüleme cihazına (BIO-RAD VersaDoc Imaging System, 4000 MP, USA), yerleştirilir. Diğer jele de aynı işlemler uygulanır. Sonuçlar görüntülü olarak elde edilir.

#### **3.3.4.6. İndirgen Şeker**

Fermantasyon sıvısı, %80 etanol ile ekstrakte edildikten sonra 2200xg'de, 10 dk santrifüj edilerek indirgen şeker miktarı Miller (1959)'a göre kolorimetrik olarak belirlenmiştir.

3 mL temiz etanol ekstraktı, 3 mL DNSA belirteci (%1 (w/v) NaOH, %0,2 (w/v) fenol ve 0,05 (w/v) Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>'de %1 (w/v) 3,5-dinitrosalisilik asit) ile karıştırılarak 95 °C'de 15 dk kaynatılır ve 1 mL %40 (w/v) potasyum-sodyum tartarat çözeltisi ilave edilir.

Soğuduktan sonra absorbans 575 nm'de ölçülür. Bilinen glukoz çözeltisi ile standart kurve çizilir. İndirgen şeker miktarı mg glukoz/mL fermantasyon sıvısı olarak ifade edilir.

#### **3.3.4.7. Serbest Amino Asit**

Fermantasyon sıvısı, %80 etanol ile ekstrakte edildikten sonra 2200xg'de, 10 dk santrifüj edilerek, serbest amino asit tayini Folkertsma and Fox (1992)'ye göre yapılmıştır.

Bu metoda göre belirli miktarda temiz etanol ekstraktı damıtılmış su ile 1 mL'ye seyreltilir. 2 mL Cd-ninhidrin reaktifi (80 mL etanol ve 10 mL asetik asitte 0,8 g ninhidrin çözündürülür, ayrıca

ilave edilen suyun 1 mL'sinde 1 g CdCl<sub>2</sub> bulunur) ile karıştırılır. 84 °C'de 5 dk kaynatılır, soğutulur ve absorbansı 507 nm'de ölçülür. Lösinin bilinen konsantrasyonları ile standart bir kurve oluşturulur. Ekstraktlardaki serbest amino asit miktarı mg/mL fermantasyon sıvısı olarak ifade edilir.

#### 3.3.4.8. Şeker Bileşenlerinin HPLC ile Tayini

Şekerlerin ekstraksiyonu ve örneklerin temizlenmesi Granito et al. (2002) modifiye edilerek yapılmıştır.

5 mL örnek (fermantasyon sıvısı) behere alınır, 40 mL su eklenir ve çözünme gerçekleştikten sonra 25 mL metanol (GC-HPLC saflığında) ilave edilerek 100 mL'lik balona aktarılır, hacim su ile tamamlanır. Çözelti 0,45 µm naylon membrandan filtre edilir. Filtratın 20 µL'si HPLC-Refraktive indeks kromatografi cihazına enjekte edilir. Akış hızı 1 mL/dk çalışma süresi 20 dk ve sıcaklık 30 °C'dir. Şeker standartlarıyla 100, 250, 500, 1000, 2500, 5000 ve 10000 ppm (mg/kg) olmak üzere en az 7 noktalı kalibrasyon grafiği çizilir. Analiz öncesinde 500 ppm'lik standart kontrol amaçlı okutulur. Alan değişiminin % 5'i geçmediğinden emin olunarak enstrümental analiz başlatılır.

HPLC-RID (Japan) ile yapılan şeker bileşenleri analizi cihaz-metot şartları:

Mobil Faz: Asetonitril (HPLC Saflığında)/Su (85:15)

Su: Merck veya 18,2 ohm gazı çıkarılmış su

Zorbax Karbonhidrat Kolonu 4,6\*150 mm, 5 mikron

Kromatografik Şartlar:

Akış Hızı: 1 mL/dk

Kolon ve Dedektör Sıcaklığı: 30 °C

Enjeksiyon hacmi: 20 µL

%85'e %15 (ACN:Su karışımı) mobil faz ile 20 dakikalık metotta okutulmuştur.

#### 3.3.4.9. Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analizler Halkman (2005)'e göre yapılmıştır.

%0,1 (w/v) pepton ile seyreltilen dilüsyonlar hazırlanmıştır. Fermantasyon süresince aşağıdaki analizler gerçekleştirilmiştir:

**a) Toplam mezofilik-aerobik canlı sayımı:** Plate Count Agar'a (Merck) uygun dilüsyonlardan paralel olarak dökme plak yöntemiyle ekim yapılmıştır. Petriler,  $30\pm 1$  °C'de 72 saat inkübe edildikten sonra, üreyen koloniler sayılmıştır.

**b) Laktik asit bakterileri:** Besiyeri olarak Man Rogosa Sharpe (MRS) Agar (Merck, pH 6,2) kullanılmıştır. Kullanmadan önce steril hale getirilen besiyeri ile uygun dilüsyonlardan paralel petri kaplarına çift tabaka dökme yöntemine göre ekimler yapılmıştır. Petriler  $37\pm 1$  °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmış ve inkübasyon sonunda petrilerde sayım yapılmıştır.

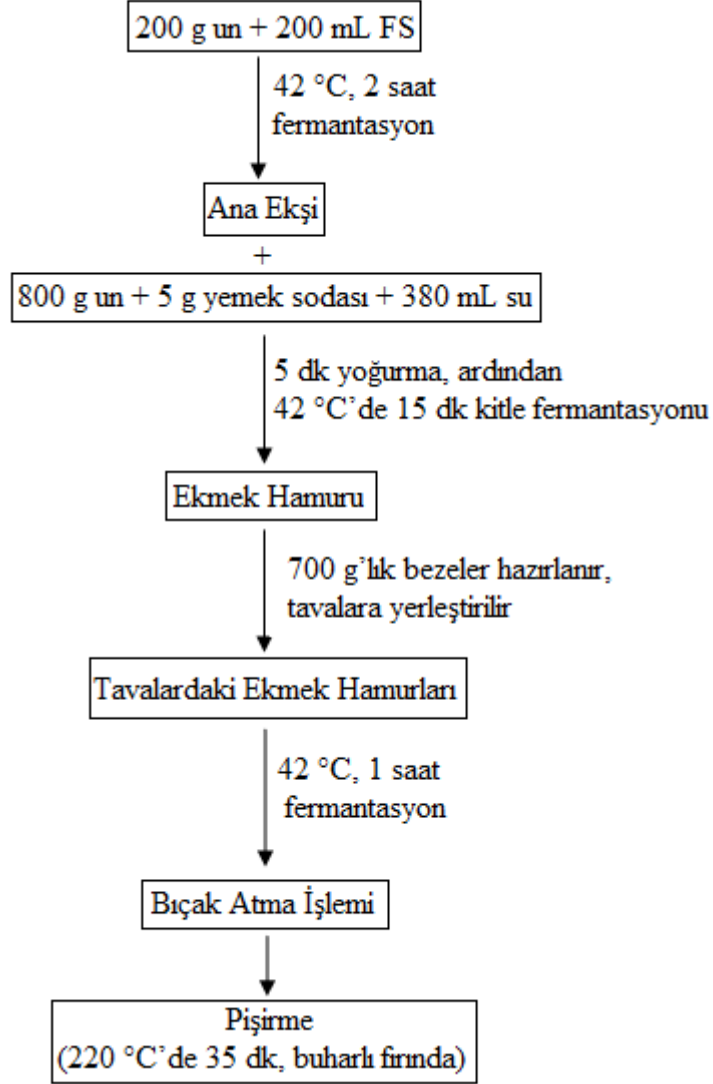
### 3.3.5. Hamurlarda pH Ölçümü

Ekmek hamurlarının pH değerleri fermantasyon süresince belirli aralıklarla (başlangıç ve 1 saatlik fermantasyon sonunda) 15 g hamur örneğinin 85 mL saf su içerisinde çözündürüldükten sonra pH metre elektrotunun (Hanna 2221 pH/ORP/Temperature Meter, USA) karışım içerisine daldırılması yoluyla ölçülmüştür (AOAC, 1990).

### 3.3.6. Simit Ekmeği Yapım Yöntemi

1. Temiz bir kabın içerisine 200 g un tartılır, üzerine 200 mL fermantasyon sıvısı ilave edilerek karıştırılır ve oldukça yumuşak bir hamur elde edilir. Bu hamur 2 saat  $42$  °C'de bekletilir. Başlangıçtaki hamur hacmi yaklaşık  $300\text{ cm}^3$  iken fermantasyon sonunda  $800-1000\text{ cm}^3$ 'lere ulaşır.
2. Yoğurucunun içerisine 800 g un konur. Üzerine 380 mL su (ekmek yapımında kullanılan unun su kaldırma miktarından, ilave edilen nohut süzüşü miktarı çıkarılarak hesaplanmıştır), 5 g yemek sodası (KM üzerinden %0,5) ve hazırlanan ilk hamur (ana ekşi) ilave edilir.
3. Karışım ilk 1,5 dk yavaş devirde ardından 3,5 dk hızlı devirde karıştırılarak, toplamda 5 dk yoğrulur. Elde edilen hamur  $42$  °C'de 15 dk bekletilerek kitle fermantasyonuna tabi tutulur.
4. Elde edilen hamurdan istenilen miktarlarda (700 gramlık) bezeler hazırlanarak tavalara yerleştirilir.
5. Tavalara yerleştirilen ekmeğin hamurları  $42$  °C'de 1 saat bekletilir. Fermantasyon sonunda ekmeğin hamurlarının hacminde artış gözlemlenir.
6. Bıçak atma işlemi uygulanır.
7.  $220$  °C'de buharlı fırında 35 dk pişirilir.

Simit ekmeği üretim akım Şeması Şekil 3.2'de verilmiştir.



Şekil 3.2 Simit Ekmeği Üretimi Akım Şeması

### 3.3.7. Simit Ekmeklerinde Yapılan Analizler

#### 3.3.7.1. pH Ölçümü

pH ölçümleri AOAC (1990)'a göre yapılmıştır. Ekmekler fırından çıktıktan yaklaşık 2 saat sonra dilimlenir. 15 g ekmek numunesi 85 mL saf su içerisinde karıştırılır. KarıŐtırma işlemi sonrasında pH metre elektrotunun çözelti içerisinde daldırılması yolu ile ölçülür.

### 3.3.7.2. Titre Edilebilir Asitlik

Titre edilebilir asitlik tayini, AOAC (1990)' a göre yapılmıştır.

Deney numunesinin orta kısmından 10 g alınarak havana koyularak ezilir. Üzerine 5 mL aseton eklenerek ezme işlemine devam edilir. Tekrar havana 30 mL saf su eklenir. Ezme işlemi örnek homojen olana kadar devam edilir. Havan içerisindeki karışım behere alınır. 50 mL saf su ile havanın içinde kalanlar behere aktarılır. Beherin içerisine homojen karışımı sağlamak için bir balık atılarak manyetik karıştırıcı yardımıyla çözelti karıştırılır. pH metrenin elektrodu çözeltinin içerisine daldırılır ve çözeltinin pH'sı 8,5 olana kadar 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilir.

Hesaplama:

$$%A=(V*N*100)/m$$

V: Harcanan NaOH çözeltisinin miktarı (mL)

N: Hazırlanan ayarlı NaOH çözeltisinin derişimi

m: Numune ağırlığı (g)

### 3.3.7.3. Nem Miktarı

Ekmek örneklerinin nem tayini, TS 5000 (TSE, 2006)'e göre yapılmıştır.

### 3.3.7.4. Su Aktivitesi ( $A_w$ ) Ölçümü

Ekmeklerden 5 g örnek alınıp, otomatik  $A_w$ -metre (Testo-400, Almanya) kullanılarak %  $A_w$  değeri tespit edilmiştir. (AOAC, 1978).

### 3.3.7.5. Pişme Kaybı

Ekmekler fırından çıktıktan 2-3 saat (soğuduktan) sonra tartıldı. Hamur ağırlığından ekmek ağırlığı çıkarılıp hamur ağırlığına bölünmesi ve 100 ile çarpılması ile pişme kayıpları tespit edilmiştir.

### 3.3.7.6. Hamur Verimi

Hamur verimi Uluöz (1965)'e göre belirlenmiştir.

Hamur verimi: Hamur ağırlığı/Un ağırlığı \* 100

### 3.3.7.7. Ekmek Verimi

Ekmek verimi Uluöz (1965)'e göre belirlenmiştir.

Ekmek verimi: Ekmek ağırlığı/Un ağırlığı \* 100

### 3.3.7.8. Spesifik Hacim Ölçümü

Kolza tohumu ile yer değiştirme yöntemine göre belirlenen ekmek hacminin (cm<sup>3</sup>) ekmek ağırlığına (g) bölünmesiyle hesaplanmıştır (Uluöz, 1965).

### 3.3.7.9. Hacim Verimi

Ekmeklerin hacim verimi Uluöz (1965)'e göre belirlenmiştir.

Hacim verimi (cm<sup>3</sup>/g): Ekmek Hacmi (cm<sup>3</sup>)/Kullanılan un miktarı (g) x100

### 3.3.7.10. Doku Profili Analizi

Ekmeklerin doku profili analizinde TA-XT Plus Texture Analyser (Stable Micro Systems, Godalming, England) cihazı (5 kg yük hücresi ile) kullanılmıştır. Ölçümler ekmek pişirildikten 24 saat sonra AACC Method 74-09.01 (AACC, 1999) yapılmıştır. 1,25 cm kalınlığında 2 adet ekmek dilimi üst üste konarak 2 mm/s hızındaki 36 mm çaplı silindir prob ile %40 oranında sıkıştırıldı. Ekmeklerin sertlik (*hardness*), çiğnenebilirlik (*chewiness*), esneklik (*springiness*), dış yapışkanlık (*cohesiveness*), sakızimsılık (*gumminess*) özellikleri belirlendi.

### 3.3.7.11. Ekmek İçi Renk Ölçümü

Ekmek içi renk ölçümünde Minolta Hunter CR-310 (Osaka, Japan) cihazı kullanılarak  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri belirlenmiştir.  $L^*$  aydınlık değerinin 100'e yaklaşması ekmek içinde beyazlığın arttığının,  $L^*$  değerinin 0'a yaklaşması ise ekmek içinde koyuluğun arttığının göstergesidir.  $+a^*$  değeri kırmızılığı,  $-a^*$  değeri yeşilliği,  $+b^*$  değeri sarılığı ve  $-b^*$  değeri ise maviliği ifade etmektedir. Her bir ekmekten en az 5 ölçüm alınmıştır.

### 3.3.7.12. Duyusal Değerlendirme

Duyusal değerlendirme için 11 kişiden oluşan panelist grubundan, her bir ekmeği “ekmek kabuğu rengi, ekmeğin içi rengi, ekmeğin içi gözenek yapısı, ekmeğin içi sertliği, ekmeğin içi elastikiyeti, çiğnenebilirlik, tat ve koku, genel beğeni” bakımından 1-5 puan arasında değerlendirmeleri istenmiştir. (Dursun ve diğerleri, 2009). Her iki tekrarda yapılan simit ekmeğini aynı panelist grubu değerlendirmiştir. Duyusal analiz formu Ek 1’de verilmiştir.

### 3.3.7.13. Aroma Bileşenleri Analizi

Simit ekmeğinde aroma bileşenleri analizi, üretimi takip eden 24 saat içerisinde gerçekleştirilmiştir. Ekmeğin kabuk kısmı 2’şer cm derinliğinde kesilip atılmış, kalan ekmeğin içi ufalanmış ve parçalayıcıda (Braun, KX 32, Braun Electric Ltd., England) parçalanarak ekmeğin kırıntısı elde edilmiştir (Sıkılı, 2003).

Ekstraksiyon tekniği;

50 g nohut ekmeğinin kırıntısı, 200 mL su ile seyreltilmiş ve ağzı kapalı bir kap içinde manyetik karıştırıcı ile 1 saat boyunca yavaşça karıştırıldıktan sonra karışım 4000 rpm’de 10 dakika santrifüjlenmiştir. 50 mL süpernatant, 50 mL dietileter ile birlikte ayırma hunisinde 5 dakika karıştırıldıktan sonra faz ayrımı için 1 saat beklenmiştir. Üstteki eter fazı susuz  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  ile süzülerek kurutulmuş ve evaporasyonla 0,3 mL’ye konsantre edildikten sonra gaz kromatografik analiz için 0 °C’de soğutucuda bekletilmiştir (Hansen et al, 1989).

GC/MS çalışma koşulları aşağıda belirtilmektedir.

GC: Agilent 7890A

Kolon: Agilent 19091S-433, HP-5MS, 30 m x 0,25 mm x 0,25  $\mu\text{m}$

Dedektör: Agilent 5975C inert-MSD with Triple-Axis Detector

Enjeksiyon Hacmi: 1  $\mu\text{L}$

Aux Sıcaklığı: 280 °C

Akış: 1,5196 mL/dk

Split Ratio: 50:1

Analiz Süresi: 12,2 dk

### 3.3.8. İstatistiksel Analizler

İstatistiksel analiz Statistical Analytical Systems (S.A.S., 2001) paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Araştırma, fermantasyon sıvısında iki saatte bir yapılan analizler için  $3 \times 9 \times 2$  faktöriyel desen (3 nohut cinsi, 9 fermantasyon süresi, 2 tekrar), dört saatte bir yapılan analizler için  $3 \times 5 \times 2$  faktöriyel desen (3 nohut çeşidi, 5 fermantasyon süresi, 2 replikasyon); ekmekte yapılan analizler ise tamamen rastgele desen olarak planlanmıştır. Örnekler arası farklılıklar faktöriyel desende PROC MIXED, tamamen rastgele desende PROC GLM prosedürü kullanılarak belirlenmiştir.

#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Unda Yapılan Analiz Sonuçları

Simit ekmeği üretiminde kullanılan unun özellikleri; nem tayini, kül tayini, protein tayini, yaş gluten ve gluten indeks tayini, Zeleny sedimantasyon tayini, gecikmeli sedimantasyon tayini, düşme sayısı tayini, farinograf ve ekstensograf analizleri ile ortaya konmuştur. Araştırma materyali olan unun özellikleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

**Çizelge 4.1** Araştırma Materyali Unun Özellikleri

| <b>Fizikokimyasal Özellikler</b>               |       |
|--|-------|
| Nem (%)  | 11,87 |
| Kül (%KM)                                      | 0,63  |
| Protein (Nx5.7, %KM)                           | 12,80 |
| Yaş Gluten (Öz) (%)                            | 29,47 |
| Gluten İndeksi (%)                             | 93,50 |
| Zeleny Sedimantasyon (mL)                      | 30,05 |
| Gecikmeli Sedimantasyon (mL)                   | 29,23 |
| Düşme sayısı (s)                               | 385   |
| <b>Farinograf Özellikleri</b>                  |       |
| Su absorpsiyonu (%14 nem için doğrulanmış) (%) | 60    |
| Gelişme Süresi (dk)                            | 2,4   |
| Stabilite (dk)                                 | 6,7   |
| Yumuşama Derecesi (FU 12 dk sonra max.)        | 77    |
| <b>Ekstensograf Özellikleri (135. dk)</b>      |       |
| Uzamaya Karşı Direnci [BU]                     | 296   |
| Uzama Kabiliyeti (E, mm)                       | 129   |
| Maksimum [BU] (Brabender Ünitesi)              | 328   |
| Oran Sayısı                                    | 2,3   |
| Oran Sayısı (max.)                             | 2,5   |
| Alan (cm <sup>2</sup> )                        | 59    |

## 4.2. Nohutlarda Yapılan Analiz Sonuçları

Araştırma materyal olarak kullanılan Hasanbey, Seçkin ve Menemen çeşidi nohutların sahip oldukları nem, kül ve protein miktarları tespit edilmiştir. Bu değerlerin üç nohut çeşidinin de birbirinden farklı olmasının nedeni, farklı nohut çeşitlerine ait farklı yetiştirme özellikleri (iklim, toprak, yağış miktarı) ile açıklanabilir. Nohut çeşitlerine ait nem, kül ve protein değerleri Çizelge 4.2'de verilmiştir.

**Çizelge 4.2** Farklı Nohut Cinslerine ait Bazı Kompozisyon Değerleri

|           | Nem (%)                 | Kül (%KM)              | Protein (%KM)           |
|-----------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
| <b>HB</b> | 11,83±0,00 <sup>b</sup> | 3,09±0,00 <sup>b</sup> | 24,80±0,00 <sup>b</sup> |
| <b>S</b>  | 11,93±0,05 <sup>a</sup> | 2,91±0,00 <sup>c</sup> | 29,30±0,00 <sup>a</sup> |
| <b>M</b>  | 10,75±0,00 <sup>c</sup> | 3,54±0,00 <sup>a</sup> | 22,68±0,12 <sup>c</sup> |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

## 4.3. Fermantasyon Sıvılarında Yapılan Analiz Sonuçları

### 4.3.1. pH Değerleri

Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut cinslerine ait pH değişimleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda nohut cinsi ve fermantasyon süresi interaksiyonunun pH değeri üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır ( $p < 0.05$ ). Ayrıca; farklı nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarının başlangıçtaki, fermantasyon esnasındaki ve fermantasyon sonundaki pH değerlerinin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır.

Menemen çeşidi nohuta ait başlangıç pH değeri 7,47 iken Hasanbey çeşidi nohutun pH değeri 7,13 ve Seçkin çeşidi nohutun pH değeri 7,02 olarak belirlenmiştir. Benzer bir şekilde; fermantasyon sonundaki Hasanbey çeşidi nohuta ait pH değeri 6,65 iken Seçkin çeşidi nohutun pH değeri 6,50 ve Menemen çeşidi nohutun pH değeri 6,46 olarak ölçülmüştür. Fermantasyon süresi arttıkça, pH değerinin düşmesi, fermantasyon sıvısında gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonlara ve maya mikroflorasının faaliyetine bağlı olarak hızlanmıştır.

Yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda da fermantasyon süresine paralel olarak fermantasyon sıvısındaki laktik asit bakterileri ve toplam mezofilik-aerobik canlı sayılarında artış meydana gelmiştir. Bu gelişme, fermantasyon süresi arttığında pH değerlerinin düşerek ortam asitliğinin artmasını açıklamaktadır.

Yapılan bir çalışmada, nohut mayasında varlığı tespit edilen *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Pediococcus urinae-equi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus viridencens* ve *Streptococcus thermophilus* isimli bakterilerin ortamdaki faaliyetleri sonucu pH değerini düşürdükleri tespit edilmiştir (Sıkılı, 2003).

Ekmek üretiminde mayalama ajanı olarak nohut mayasının kullanıldığı başka bir çalışmanın bir bölümünde, pH değişimi ile *Bacillus* ve *Clostridium* türü mikroorganizmaların gelişimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Bahsedilen mikroorganizmaların gelişimi ile pH değeri arasında ters orantı olduğu görülmüştür (Litopoulou-Tzanetaki et al, 2007).

Farklı nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarına ait pH değerlerinin az da olsa birbirinden farklılık göstermeleri, nohutların farklı bölgelerden temin edilmesinden ve farklı yetiştirme özelliklerine sahip olmalarından ileri geldiği düşünülmektedir.

**Çizelge 4.3** Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarının Bazı Kimyasal ve Biyokimyasal Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler

| Nohut Çeşidi      | F. S (Saat) | pH        | Asitlik <sup>a</sup> | Serbest Yağ Asitliği <sup>b</sup> | Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi <sup>c</sup> | İndirgen Şeker <sup>d</sup> | Serbest Amino Asit <sup>e</sup> |
|-------------------|-------------|-----------|----------------------|-----------------------------------|---|-----------------------------|---------------------------------|
| HB                | 0           | 7,13±0,06 | 0,59±0,01            | 1,49±0,09                         | 3,91±0,02                                   | 0,66±0,01                   | 206,85±6,92                     |
|                   | 2           | 6,98±0,04 | 0,74±0,01            | 1,72±0,04                         | 4,38±0,03                                   | 0,80±0,00                   | 311,26±2,31                     |
|                   | 4           | 6,93±0,07 | 0,92±0,01            | 1,86±0,07                         | 14,85±0,12                                  | 1,04±0,01                   | 322,68±9,23                     |
|                   | 6           | 6,90±0,08 | 1,07±0,02            | 2,30±0,08                         | 17,34±0,47                                  | 1,27±0,02                   | 425,45±2,31                     |
|                   | 8           | 6,87±0,07 | 1,23±0,04            | 2,67±0,11                         | 13,32±0,29                                  | 1,47±0,04                   | 616,31±4,61                     |
|                   | 10          | 6,89±0,10 | 1,34±0,04            | 3,27±0,11                         | 8,23±0,04                                   | 3,06±0,03                   | 722,35±2,31                     |
|                   | 12          | 6,76±0,08 | 1,44±0,04            | 3,72±0,12                         | 6,30±0,07                                   | 2,53±0,01                   | 828,39±4,61                     |
|                   | 14          | 6,74±0,04 | 1,59±0,08            | 4,15±0,13                         | 4,37±0,02                                   | 2,19±0,04                   | 1555,95±9,23                    |
|                   | 16          | 6,65±0,03 | 2,22±0,04            | 5,02±0,26                         | 4,31±0,03                                   | 1,78±0,10                   | 1676,67±4,61                    |
| S                 | 0           | 7,03±0,02 | 0,71±0,01            | 1,45±0,07                         | 4,06±0,01                                   | 0,77±0,01                   | 268,84±2,31                     |
|                   | 2           | 7,07±0,12 | 0,96±0,05            | 1,57±0,09                         | 4,25±0,01                                   | 0,93±0,03                   | 304,73±6,92                     |
|                   | 4           | 6,91±0,02 | 1,23±0,03            | 1,69±0,06                         | 17,46±0,17                                  | 1,17±0,01                   | 414,03±9,23                     |
|                   | 6           | 6,88±0,03 | 1,52±0,03            | 2,12±0,05                         | 18,07±0,36                                  | 1,40±0,02                   | 507,02±11,54                    |
|                   | 8           | 6,79±0,07 | 1,77±0,04            | 2,57±0,05                         | 14,69±0,35                                  | 1,53±0,02                   | 637,52±2,31                     |
|                   | 10          | 6,74±0,08 | 2,00±0,04            | 2,86±0,13                         | 10,50±0,06                                  | 3,59±0,04                   | 764,76±2,31                     |
|                   | 12          | 6,68±0,11 | 2,13±0,01            | 3,27±0,09                         | 6,05±0,04                                   | 2,67±0,03                   | 836,54±2,31                     |
|                   | 14          | 6,52±0,07 | 2,31±0,01            | 3,73±0,10                         | 4,71±0,24                                   | 2,37±0,02                   | 1648,94±2,31                    |
|                   | 16          | 6,50±0,06 | 2,53±0,09            | 4,36±0,19                         | 4,48±0,02                                   | 2,15±0,05                   | 1720,72±2,31                    |
| M                 | 0           | 7,47±0,08 | 0,43±0,01            | 1,59±0,08                         | 4,19±0,02                                   | 0,83±0,03                   | 291,68±2,31                     |
|                   | 2           | 7,21±0,02 | 0,73±0,01            | 1,94±0,09                         | 4,22±0,01                                   | 1,04±0,03                   | 358,56±0,00                     |
|                   | 4           | 6,85±0,04 | 1,02±0,02            | 2,19±0,09                         | 16,67±0,47                                  | 1,28±0,02                   | 445,02±6,92                     |
|                   | 6           | 6,77±0,03 | 1,33±0,05            | 2,59±0,23                         | 18,87±0,39                                  | 1,48±0,02                   | 546,17±11,54                    |
|                   | 8           | 6,70±0,04 | 1,59±0,04            | 3,09±0,23                         | 14,77±0,24                                  | 1,74±0,02                   | 712,56±6,92                     |
|                   | 10          | 6,59±0,01 | 1,97±0,04            | 3,32±0,16                         | 9,10±0,14                                   | 4,29±0,02                   | 797,39±6,92                     |
|                   | 12          | 6,47±0,02 | 2,18±0,06            | 3,53±0,17                         | 6,18±0,06                                   | 3,23±0,04                   | 861,01±4,61                     |
|                   | 14          | 6,48±0,08 | 2,42±0,04            | 3,88±0,10                         | 4,91±0,01                                   | 2,71±0,03                   | 1797,39±4,61                    |
|                   | 16          | 6,46±0,06 | 2,55±0,04            | 4,67±0,40                         | 4,30±0,02                                   | 2,32±0,05                   | 1890,38±2,31                    |
| <b>LSD Değeri</b> |             | 0,13      | 0,08                 | 0,31                              | 0,31  | 0,07                        | 12,02                           |

F.S: Fermantasyon Süresi

<sup>a</sup> % laktik asit

<sup>b</sup> 10 mL fermantasyon sıvısını nötrale etmek için harcanan 0,1 N NaOH miktarı (mL)

<sup>c</sup> mg nişasta/mL fermantasyon sıvısı

<sup>d</sup> mg glukoz/mL fermantasyon sıvısı

<sup>e</sup> mg lösin/mL fermantasyon sıvısı

#### 4.3.2. Titre Edilebilir Asitlik

İstatistiksel analiz sonucunda nohut çeşidi ve fermantasyon süresi interaksyonunun titre edilebilir asitlik değerleri üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ). Ayrıca; farklı nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarının başlangıçtaki, fermantasyon esnasındaki ve fermantasyon sonundaki asitlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülmüştür. Örneğin; Menemen çeşidi nohuta ait başlangıç asitlik değeri % 0,43 (laktik asit) iken Hasanbey çeşidi nohutun asitlik değeri % 0,59 (laktik asit) ve Seçkin çeşidi nohutun asitlik değeri % 0,71 (laktik asit) olarak belirlenmiştir.

Benzer bir şekilde; fermantasyon sonundaki Hasanbey çeşidi nohuta ait asitlik değeri % 2,22 (laktik asit) iken Seçkin çeşidi nohutun asitlik değeri % 2,53 (laktik asit) ve Menemen çeşidi nohutun asitlik değeri % 2,55 (laktik asit) olarak ölçülmüştür. Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut çeşitlerine ait titre edilebilir asitlik değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Fermantasyon süresi arttıkça, asitlik değerindeki artış, fermantasyon sıvısında gerçekleşen kimyasal-biyokimyasal reaksiyonlara ve maya mikroflorasının faaliyetine bağlı olarak hızlanmıştır. Fermantasyon süresi arttıkça, mikrobiyal gelişmenin artması pH değerlerinde azalmaya neden olduğu gibi asitlik değerlerinde de yükselmeye neden olmuştur.

Bazı çalışmalar, fermantasyona bağlı olarak üretilen laktik asit, asetik asit ve CO<sub>2</sub>'in ortam asitliğini etkilediğini ve bu maddelerden de asitliğin artırılmasında en önemli olanın laktik asit olduğunu göstermiştir (Dikbaş, 2003; Sıkılı, 2003). Farklı nohutlar kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarına ait pH değerlerinin az da olsa birbirinden farklılık göstermeleri, nohutların farklı bölgelerden temin edilmesinden ve farklı yetiştirme özelliklerine sahip olmalarından kaynaklanmaktadır.

#### 4.3.3. Serbest Yağ Asitliği

Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut çeşitlerine ait serbest yağ asitliği değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. İstatistiksel analiz sonucunda, nohut çeşidi ve fermantasyon süresi interaksyonunun serbest yağ asitliği değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Tüm örneklerde serbest yağ asitliği değerleri fermantasyon süresinin ilk saatlerinde yavaş yavaş artarken son saatlere doğru daha fazla artış göstermiştir. Örnekler arasında da fermantasyon süresine bağlı olarak serbest yağ asitleri miktarlarında değişiklikler olduğu görülmektedir.

Hasanbey çeşidi nohuttan yapılan fermantasyon sıvısının fermantasyon başlangıcındaki serbest yağ asitliği değerinin 1,49 mL; Seçkin çeşidi nohuttan yapılan fermantasyon sıvısının fermantasyon başlangıcındaki serbest yağ asitliği değerinin 1,45 mL; Menemen çeşidi nohuttan yapılan fermantasyon sıvısının fermantasyon başlangıcındaki serbest yağ asitliği değerinin 1,59

mL olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon süresinin son saati olan 16. saatte ise; Hasanbey, Seçkin, Menemen çeşidi nohutlarından yapılan fermantasyon sıvılarının serbest yağ asitliği değerleri sırasıyla 5,02 mL, 4,36 mL ve 4,67 mL'dir. Nohut mayası üzerine yapılan başka bir çalışma incelendiğinde, benzer şekilde fermantasyon süresine bağlı olarak serbest yağ asitliği değerlerinin yükseldiği görülmektedir. Fermantasyon sıvısının serbest yağ asitliği değerinin fermantasyon süresinin başlangıcında (0. Saat) 1,43 mL olduğu görülürken, 16. saatinde 6,20 mL olduğu tespit edilmiştir (Hatzikamari et al, 2007).

#### 4.3.4. Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi

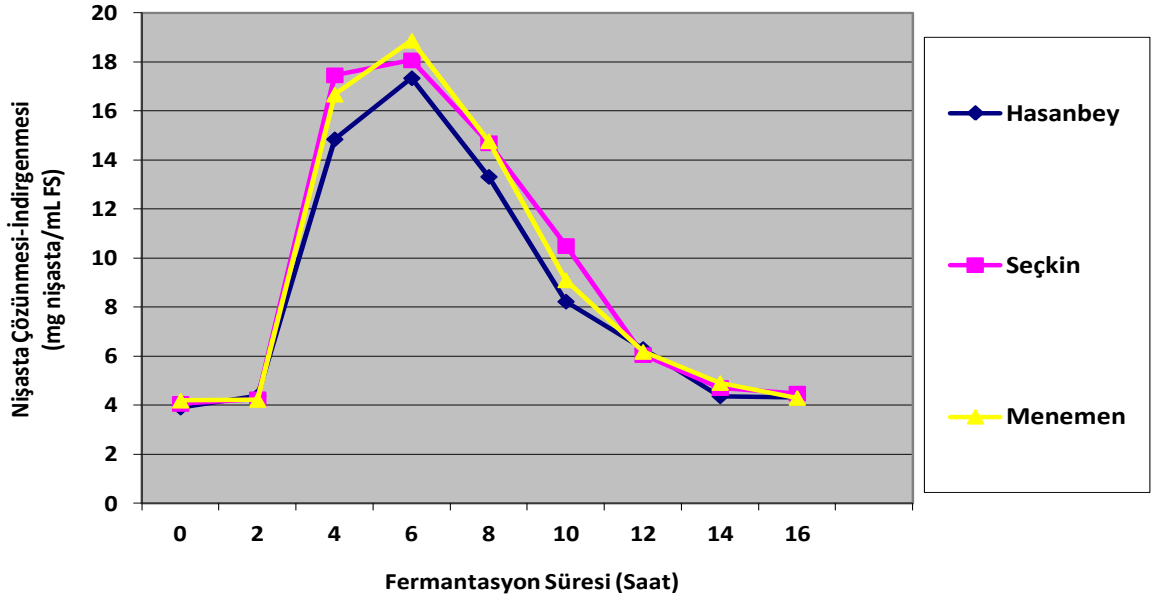
Nohut kompozisyonunda, yaklaşık %41,1–47,4 oranında karbonhidrat ve %21,7–23,4 oranında protein bulunur. Toplam karbonhidratın ise yaklaşık %83,9 unu nişasta oluşturarak karbonhidrat kompozisyonun en önemli parçası halindedir (Rincón et al, 1998).

İstatistiksel analiz sonucunda, nohut cinsi ve fermantasyon süresi interaksyonunun nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut cinslerine ait nişasta çözünmesi indirgenmesi değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

Fermantasyonun ilk 6 saatinde, indirgenen nişasta miktarında artış görülürken, 8. ve 10. saatlerde yavaş yavaş azalma ve son 6 saatte daha fark edilir bir azalma seyri görülmüştür. Burada böyle bir değişimin gözlenmesi fermantasyon sıvısında gerçekleşen biyokimyasal (özellikle enzimatik) ve mikrobiyal faaliyetlerin farkına varılması ve üzerinde çalıştığımız fermantasyon sıvısının sistemini anlamaya yönelik en önemli gelişmelerden biridir.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda fermantasyon süresi ilerledikçe başta laktik asit bakterileri olmak üzere toplam canlı sayısında artış olduğu görülmüştür. Özellikle fermantasyonun ilk 6 saatinde, mikroorganizmalar faaliyetlerini devam ettirebilmeleri ve buldukları ortamda çoğalmaları için, sahip oldukları  $\alpha$ -amilaz enzimini kullanarak nohut kompozisyonunda bulunan nişasta moleküllerini parçalamışlardır. Fermantasyonun kalan zamanlarında ise, ortamdaki mikrobiyal popülasyonun artmasına bağlı olarak, fermantasyon sıvısında bulunan nişasta miktarındaki azalma, nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerlerinde de azalmaya neden olmuştur.

Mikrobiyal  $\alpha$ -amilazların sulu süspansiyonlarda hem çözünebilir nişastayı hem de nişasta granüllerini indirgediği bilinmektedir (Apar and Özbek, 2004). Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut cinslerine ait nişasta çözünmesi indirgenmesi eğrisi Şekil 4.1'de verilmiştir.



**Şekil 4.1** Farklı Fermentasyon Sıvılarında Fermentasyon Evresi Boyunca Nişasta Çözünmesi-İndirgenmesi

Hasanbey çeşidi nohuttan elde edilen fermentasyon sıvısının nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerlerinin, fermentasyon süresinin başlangıcında (0. Saat) 3,91 mg olup 6. saatte 17,34 mg'a ulaştığı, ardından azalmaya başlayarak 8. saatte 13,32 mg ve 16. saatte 4,31 mg'a düştüğü tespit edilmiştir. Seçkin çeşidi nohuttan elde edilen fermentasyon sıvısının nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerlerinin, fermentasyon süresinin başlangıcında (0. Saat) 4,06 mg olup 6. saatte 18,07 mg'a ulaştığı, ardından azalmaya başlayarak 8. saatte 14,69 mg ve 16. saatte 4,48 mg'a düştüğü tespit edilmiştir. Menemen çeşidi nohuttan elde edilen fermentasyon sıvısının nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerlerinin ise, fermentasyon süresinin başlangıcında (0. Saat) 4,19 mg olup 6. saatte 18,87 mg'a ulaştığı, ardından azalmaya başlayarak 8. saatte 14,77 mg ve 16. saatte 4,30 mg'a düştüğü belirlenmiştir.

Nohut mayası üzerine yapılan başka bir çalışma incelendiğinde, benzer şekilde fermentasyon süresinin ilk 6 saatinde nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerlerinin yükseldiği 8. saatten itibaren ise azaldığı görülmektedir. Fermentasyon sıvısının nişasta çözünmesi-indirgenmesi değerleri, fermentasyon süresinin başlangıcında (0. Saat) 4,33 mg, 6. saatte 18,31 mg, 8. saatte 8,13 mg ve 16. saatte 5,22 mg olarak tespit edilmiştir (Hatzikamari et al, 2007).

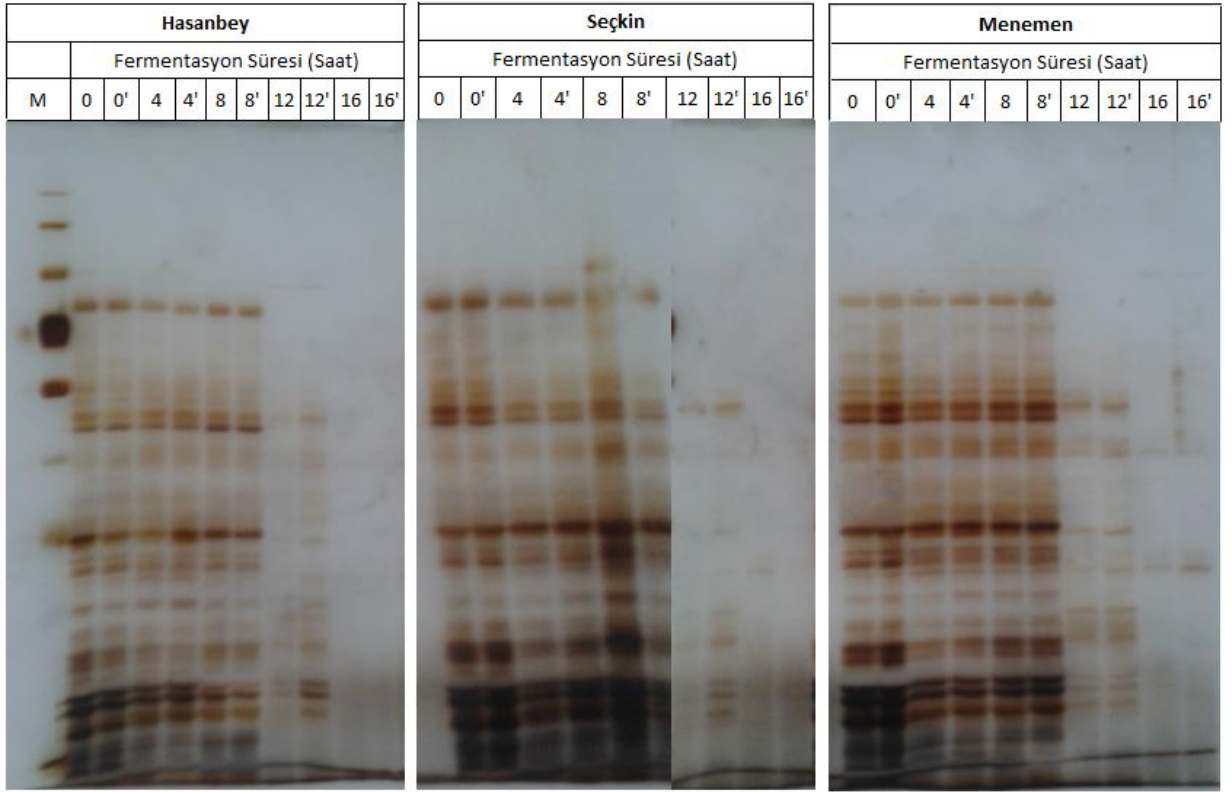
#### 4.3.5. Protein İndirgenmesi

Protein indirgenmesi analizinde tüm örnekler için toplamda iki jel kullanılmıştır. Protein indirgenmesi analizi yapılırken fermantasyon sıvısı örneklerinin yürütüldüğü jeller, hem Coomassie hem de Silver boyama yöntemi ile boyanmıştır. Silver boyama yöntemi sonunda, örnekler arasındaki ve fermantasyon sürelerindeki protein yoğunluklarındaki farklar daha net bir şekilde görülmüştür.

Şekil 4.2'de farklı ağırlıklara sahip protein moleküllerinin jel üzerindeki dağılımını ve yoğunluğu görülmektedir. 3 farklı örnekte de molekül ağırlığı düşük olan proteinlerin diğer proteinlere oranla daha yoğun bulunduğu söylenebilir.

Fermantasyon süreleri boyunca bant yoğunlukları incelendiğinde; fermantasyonun 8. saatine kadar olan sürede bantlarda belirgin bir azalma ya da artma olmamıştır. Ancak fermantasyonun 12. ve 16. saatlerinde bantların yoğunluğunda belirgin bir şekilde azalma görülmüştür. Hatta bazı örneklerin 16. saatlerinde bant oluşumu neredeyse gözlenmemiştir. 12. ve 16. saatlerde bantların azalması ya da yok olması önceki saatlerde görülen proteinlerin indirgendiğini göstermektedir. Bu durum bütün örneklerde benzerlik göstermiştir. Bunun sebebi fermantasyonun özellikle 12. ve 16. saatlerinde fermantasyon sıvısı içerisindeki toplam canlı sayısının artmasıdır. Yapılan diğer çalışmaları incelediğimizde fermantasyonun bu evrelerinde özellikle *Clostridium* ve *Bacillus* türü mikroorganizmaların etkin rol oynadığı ifade edilmiştir (Hatzikamari et al, 2007).

Proteolitik enzimler önemli hidrolitik enzimlerden olup peptit bağının koparılması reaksiyonunu katalizlerler (İnal, 1990). Hatzikamari et al, (2007) tarafından yapılan çalışmada fermantasyon sıvısında yapılan proteinaz aktivitesinin, inkübasyonun 12. saatinden önce tespit edilmediği ve en yüksek seviyeye 16. saatte çıktığı belirlenmiştir.

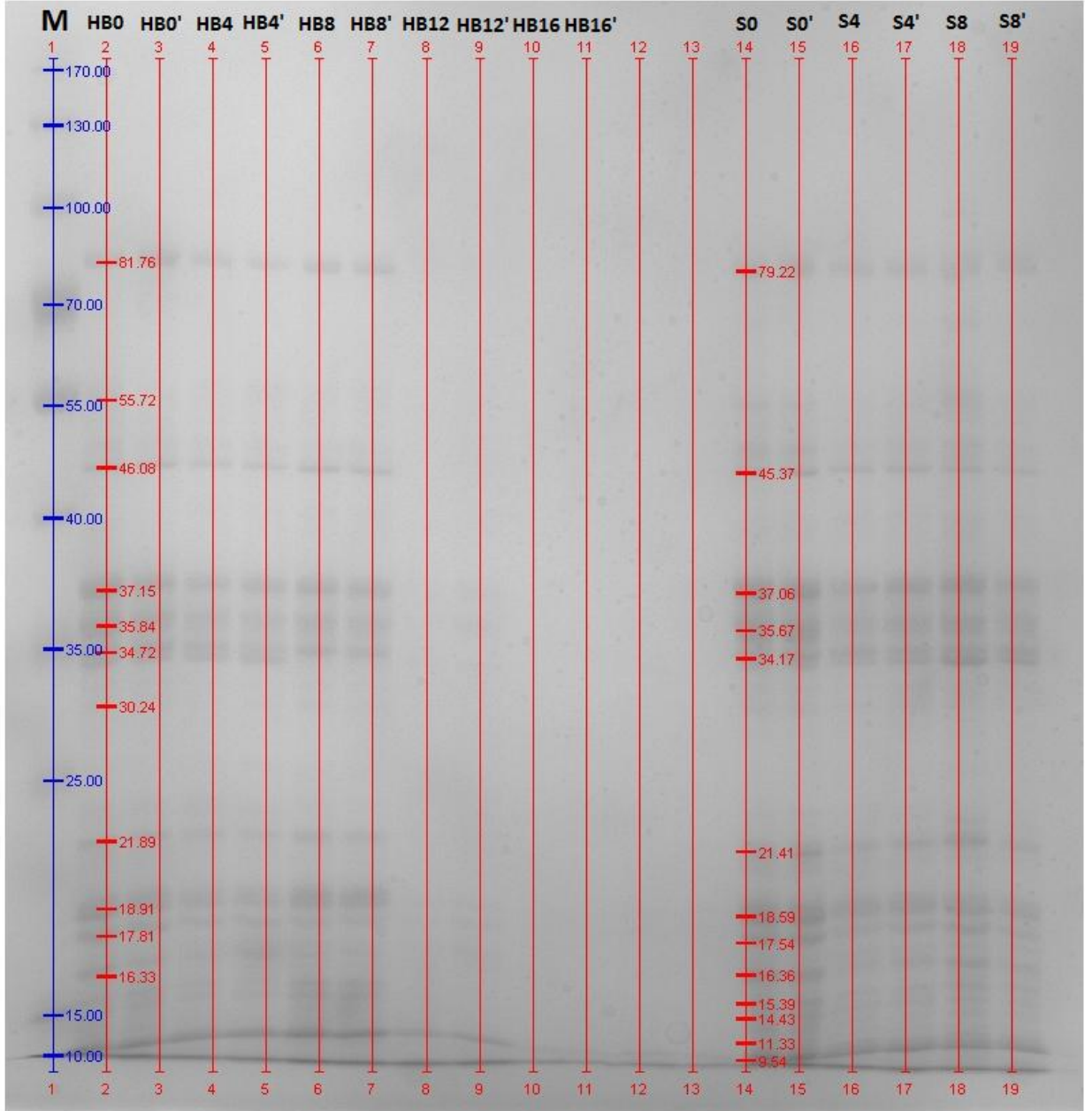


**Şekil 4.2** Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Protein İndirgenmesi

\*Üssü ile ifade edilen sütunlar tekrerrü temsil etmektedir.

\*\*Jel Silver Boyama yöntemi ile boyanmıştır.

Oluşan bantlar göz önünde bulundurularak örnekler arasında kıyaslama yapıldığında, örneklerin genelinde en yoğun olarak bulunan 10-20 kD arasındaki proteinlerin en çok Seçkin, ardından Menemen ve en az Hasanbey örneğinde bulunduğu söylenebilir. Sahip olduğu proteinlerin ağırlığı bilinen belirteç, örneklerle kıyaslanarak örneklerin yoğunluklu olarak içerdikleri proteinler hakkında yorum yapmak mümkündür. Hasanbey çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısının en yoğun olarak 81,54; 46,10; 34,55; 19,81 ve 19,08 kD'a karşılık gelen proteinlere sahip olduğu söylenebilir. Benzer şekilde Seçkin çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısının en yoğun olarak 81,30; 50,19; 35,45; 22,38 ve 14,32-19,45 kD arasındaki ağırlıklara sahip olan proteinleri içerdiği görülmektedir. Menemen çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısı ise en yoğun olarak 80,78; 49,17; 34,85; 21,54 ve 16,91-18,78 kD arasındaki protein ağırlıklara sahip proteinleri içermektedir. Coomassie boyama yöntemi ile boyanan jel üzerindeki protein değerleri Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de, Silver boyama yöntemi ile boyanan jel üzerinde protein değerleri ise Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.3** Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Coomasie Boyama-1

HB: Hasanbey

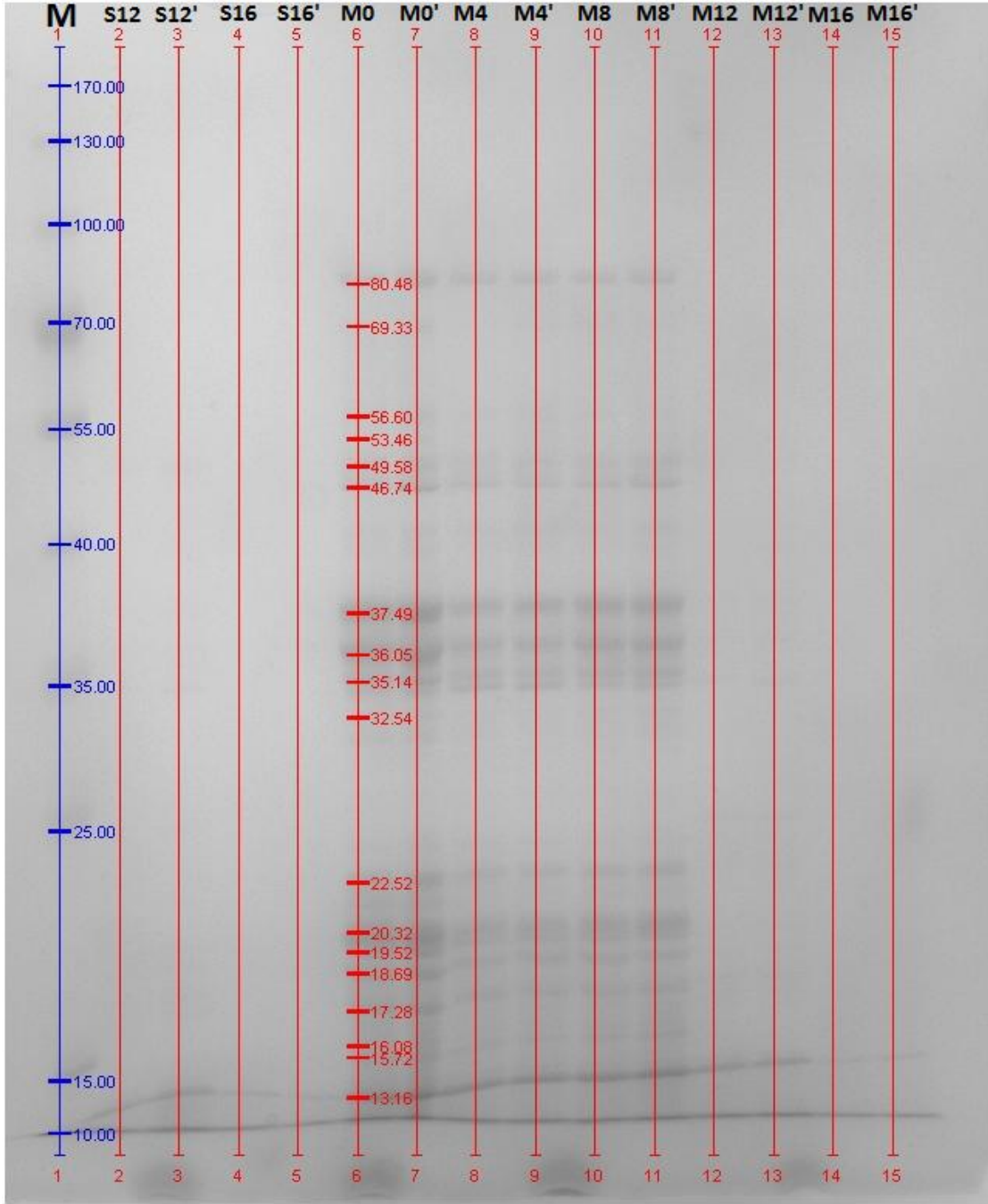
S: Seçkin

M: Menemen

\*Üssü ile ifade edilen sütunlar tekrarı temsil etmektedir.

\*\*Jel Coomasie Boyama Yöntemi ile boyanmıştır.

\*\*\* Sayısal değerlerin birimi kilodalton olarak ifade edilir.



**Şekil 4.4** Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Coomasie Boyama-2

HB: Hasanbey

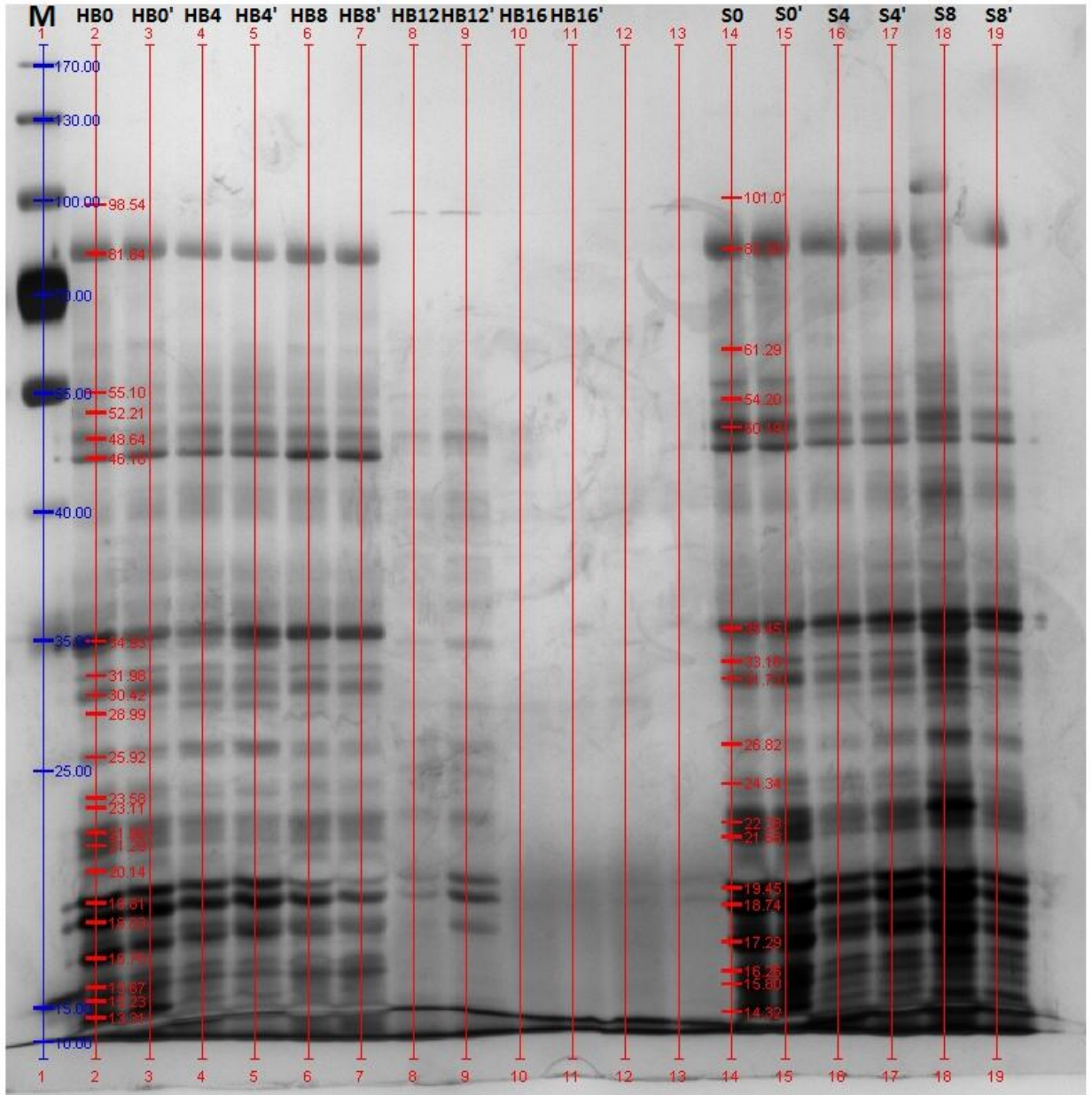
S: Seçkin

M: Menemen

\*Üssü ile ifade edilen sütunlar tekerrürü temsil etmektedir.

\*\*Jel Coomasie Boyama Yöntemi ile boyanmıştır.

\*\*\* Sayısal değerlerin birimi kilodalton olarak ifade edilir.



**Şekil 4.5** Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Silver Boyama-1

HB: Hasanbey

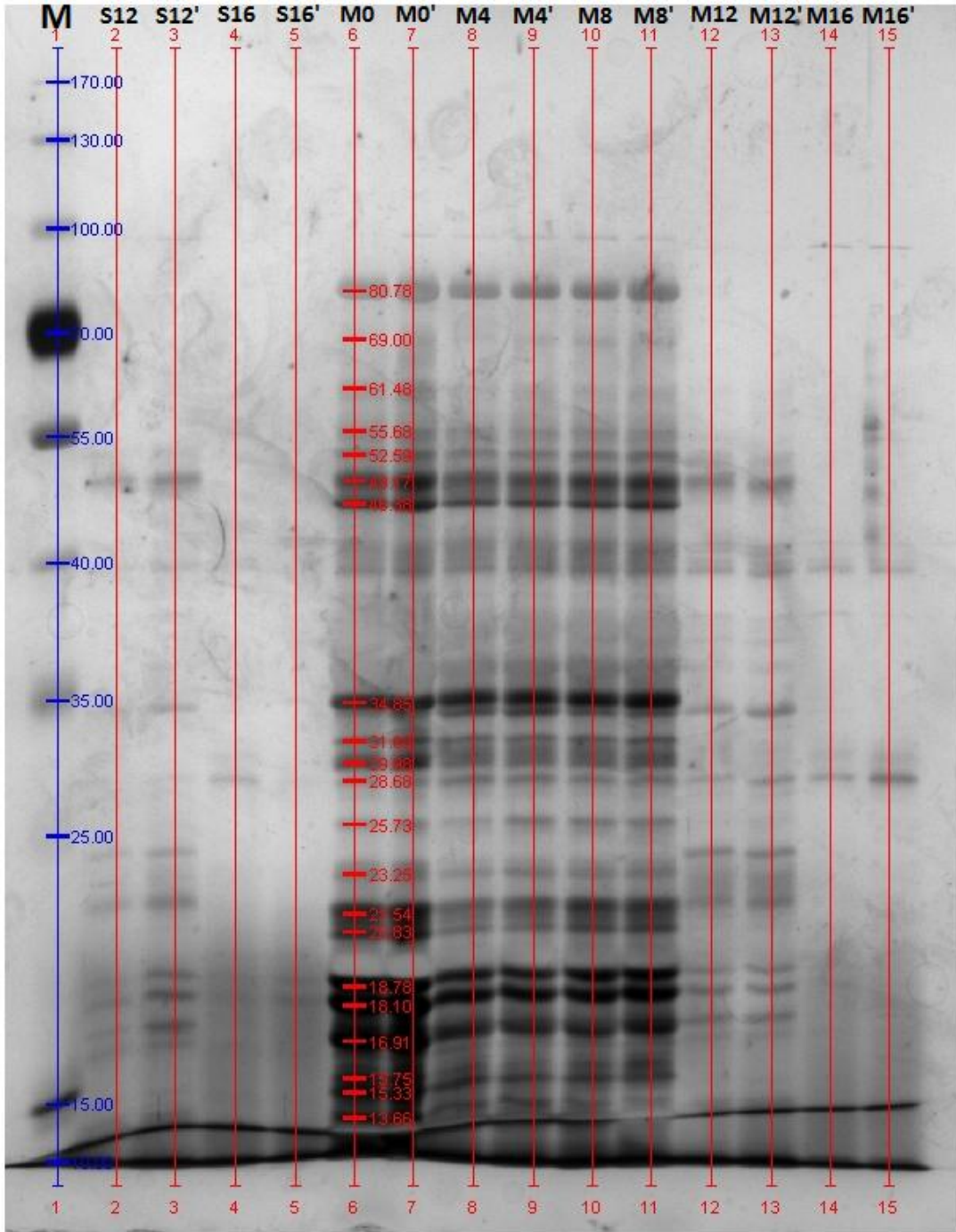
S: Seçkin

M: Menemen

\*Üssü ile ifade edilen sütunlar tekerrürü temsil etmektedir.

\*\*Jel Silver Boyama Yöntemi ile boyanmıştır.

\*\*\* Sayısal değerlerin birimi kilodalton olarak ifade edilir.



**Şekil 4.6** Farklı Fermantasyon Sıvılarının Fermantasyon Evresinde Sahip Oldukları Protein Ağırlıkları (kD) Silver Boyama-2

HB: Hasanbey

S: Seçkin

M: Menemen

\* Üssü ile ifade edilen sütunlar tekrerrü temsil etmektedir.

\*\* Jel Silver Boyama Yöntemi ile boyanmıştır.

\*\*\* Sayısal değerlerin birimi kilodalton olarak ifade edilir.

#### 4.3.6. İndirgen Şeker

İstatistiksel analiz sonucunda, nohut çeşidi ve fermantasyon süresi interaksiyonunun indirgen şeker değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut cinslerine ait indirgen şeker değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir.

İndirgen şeker analizi sonuçları, nişasta çözünmesi-indirgenmesi analizi sonuçlarıyla benzer eğilim göstermiştir. Fermantasyonun ilk 10 saatinde, indirgen şeker miktarında artış görülürken, fermantasyonun ilerleyen saatlerinde yavaş yavaş azalmaya başlamıştır. Böyle bir değişimin gözlenmesi, fermantasyon sıvısında gerçekleşen kimyasal, biyokimyasal (özellikle enzimatik) ve mikrobiyal faaliyetlerin bir sonucudur.

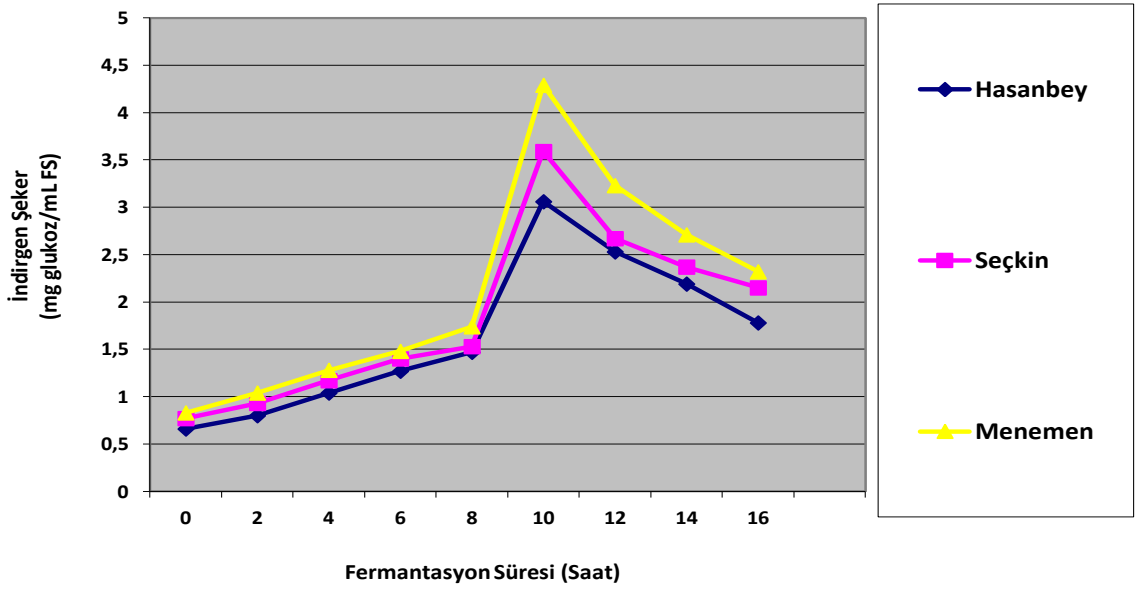
Mikroorganizmalar enerji kaynağı olarak en çok kullandığı bileşenlerden biri glukozdur. Bu nedenle büyük moleküllü şekerleri (enerji kaynaklarını) çeşitli (enzimatik) yollarla daha küçük yapı taşlarına parçalarlar (Hatzikamari et al, 2007). Fermantasyonun ilk 10 saatinde, mikroorganizmalar faaliyetlerini devam ettirebilmeleri ve buldukları ortamda çoğalmaları için, sahip oldukları  $\alpha$ -galaktosidaz, invertaz, selüloz gibi çeşitli enzimleri kullanarak nohut kompozisyonunda bulunan rafinoz, sakkaroz, karboksimetilselüloz gibi büyük moleküllü şekerleri parçalayarak glukozla dönüştürmüşlerdir. Fermantasyonun kalan zamanlarında ise, ortamdaki mikrobiyal popülasyonun artmasına ve büyük moleküllü şekerlerin azalmasına bağlı olarak, ortamdaki glukoz kullanılarak indirgen şeker miktarında azalma görülmüştür.

Yapılan benzer bir çalışmada, fermantasyonun 12. Saatine kadar indirgen şeker miktarında önemli bir artış görülmüştür. Bunun *Bacillus* popülasyonunun artmasına bağlı olarak amilaz,  $\alpha$ -galaktosidaz, invertaz ve selüloz aktivitelerindeki artış ile ilişkili olduğu belirtilebilir. Ardından indirgen şeker miktarındaki belirgin azalma, yüksek *Clostridium* popülasyonunun karbon kaynağı olarak basit şekerleri kullandığını açıklar niteliktedir. Küçük moleküllü karbonhidratların (fruktoz, glukoz, galaktoz, sakkaroz, maltoz, rafinoz gibi) fermantasyon süresi boyunca azaldığı görülmektedir. Fermantasyonun 10. saatinden sonra *Bacillus*'a kıyasla fermantasyonun ilk evrelerinde baskın rol oynamayan *Clostridium* popülasyonunun etkili bir şekilde gelişmesi sayesindeki yüksek degradasyon yeteneği, fermantasyon süresi boyunca bütün serbest şeker seviyelerindeki azalmadan sorumlu tutulabilir (Hatzikamari et al, 2007).

Farklı fermantasyon sıvılarında fermantasyon evresi boyunca indirgen şeker değerlerinin değişimi Şekil 4.7'de gösterilmiştir. Hasanbey çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısının indirgen şeker değerlerinin, fermantasyon süresinin başlangıcında (0. saat) 0,66 mg olup lineer sayılabilecek bir artış göstererek 8. saatte 1,47 mg'a ulaştığı, 10. saatte ise hızlı bir artış göstererek 3,06 mg'a yükseldiği ve ardından azalmaya başlayarak 16. saatte 1,78 mg'a düştüğü tespit edilmiştir. Seçkin çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısının indirgen şeker değerlerinin, fermantasyon süresinin başlangıcında (0. saat) 0,77 mg olup lineer sayılabilecek bir artış göstererek 8. saatte 1,53 mg'a ulaştığı, 10. saatte ise hızlı bir artış göstererek 3,59 mg'a yükseldiği ve ardından azalmaya başlayarak 16. saatte 2,15 mg'a düştüğü tespit edilmiştir.

Menemen çeşidi nohuttan elde edilen fermantasyon sıvısının indirgen şeker değerlerinin ise, fermantasyon süresinin başlangıcında (0. saat) 0,83 mg olup lineer sayılabilecek bir artış göstererek 8. saatte 1,74 mg'a ulaştığı, 10. saatte ise hızlı bir artış göstererek 4,29 mg'a yükseldiği ve ardından azalmaya başlayarak 16. saatte 2,32 mg'a düştüğü tespit edilmiştir.

Benzer şekilde, Hatzikamari et al. (2007) fermantasyon sıvısının indirgen şeker değerlerinin fermantasyon süresinin başlangıcında (0. saat) 0,09 mg olup kademeli bir artış göstererek 8. saatte 1,98 mg'a ulaştığını, 10. saatte hızlı bir artış göstererek 2,54 mg ve 12. saatte 2,73 mg'a yükseldiğini ve ardından azalmaya başlayarak 16. saatte 1,46 mg'a düştüğünü bildirmiştir.



**Şekil 4.7** Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca İndigen Şeker Değerlerinin Değişimi

#### 4.3.7. Serbest Amino Asit

İstatistiksel analiz sonucunda, nohut çeşidi ve fermantasyon süresi interaksiyonunun serbest amino asit değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p < 0.05$ ). Fermantasyon süreci boyunca farklı nohut cinslerine ait serbest amino asit miktarı değerleri Çizelge 4.3'de verilmiştir. Fermantasyon sıvısında fermantasyon evresi boyunca meydana gelen serbest amino asit miktarının değişimi incelendiğinde, fermantasyon süresi arttıkça serbest amino asit miktarının arttığı tespit edilmiştir. Özellikle fermantasyon süresinin 14. ve 16. saatlerinde önceki saatlere

oranla serbest amino asit miktarında belirgin bir artış meydana geldiği görülmektedir. Benzer şekilde, Hatzikamari et al. (2007) fermantasyon süresine bağlı olarak serbest amino asit miktarının yükseldiğini, fermantasyon başlangıcında (0. Saat) 367,9 mg iken, 16. saatte 1837,1 mg olduğunu bildirmiştir.

Fermantasyonun 12. saatinden itibaren fermantasyon sıvısında yoğunluk kazanan mikrobiyolojik ve biyokimyasal aktivitelerin yükselmesi ile protein degradasyonunun bu saatlerde daha fazla gerçekleşmesinin, serbest amino asit miktarında böyle bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Hatzikamari et al, 2007).

#### 4.3.8. Şeker Bileşenlerinin HPLC ile Tayini

Şeker bileşenlerinin HPLC ile tayini kapsamında glikoz, fruktoz, sakkaroz ve galaktoz varlığı araştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirme sonucunda glikoz değerleri üzerinde fermantasyon süresi ve nohut çeşidi interaksyonunun önemli olmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0.05$ ). Ancak nohut çeşidi ve fermantasyon sürelerinin ayrı ayrı glikoz değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). İstatistiksel hesaplamalar sonucu elde edilen farklı örneklere ait glikoz yüzdeleri Çizelge 4.4'de, farklı fermantasyon sürelerindeki glikoz yüzdeleri ise Çizelge 4.5'de verilmiştir.

**Çizelge 4.4** Farklı Örneklere ait Glikoz Yüzdeleri

|          | Glikoz (%)        |
|----------|-------------------|
| Hasanbey | 0,73 <sup>a</sup> |
| Seçkin   | 0,22 <sup>a</sup> |
| Menemen  | 0,25 <sup>a</sup> |

**Çizelge 4.5** Farklı Fermantasyon Sürelerindeki Glikoz Yüzdeleri

| Saat | Glikoz (%)         |
|------|--------------------|
| 0    | 0,00 <sup>b</sup>  |
| 4    | 0,04 <sup>b</sup>  |
| 8    | 0,32 <sup>b</sup>  |
| 12   | 0,58 <sup>ba</sup> |
| 16   | 1,05 <sup>a</sup>  |

İstatistiksel hesaplamalar sonucunda sakkaroz değerleri üzerinde fermantasyon süresi ile nohut çeşidi interaksyonu ve nohut çeşidinin önemli olmadığı ortaya çıkmıştır ( $p>0.05$ ). Ancak fermantasyon sürelerinin sakkaroz değerleri üzerinde etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). İstatistiksel hesaplamalar sonucunda elde edilen farklı fermantasyon sürelerinde sakkaroz yüzdeleri Çizelge 4.6'da verilmiştir.

**Çizelge 4.6** Farklı Fermantasyon Sürelerindeki Sakkaroz Yüzdeleri

| Saat | Sakkaroz (%)      |
|------|-------------------|
| 0    | 0,00 <sup>b</sup> |
| 4    | 1,00 <sup>a</sup> |
| 8    | 0,27 <sup>b</sup> |
| 12   | 0,13 <sup>b</sup> |
| 16   | 0,18 <sup>b</sup> |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

İstatistiksel hesaplamalar sonucunda fruktoz değerleri üzerinde fermantasyon süresi ve nohut çeşidi interaksyonunun etkili olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ). İstatistiksel hesaplamalar sonucunda elde edilen farklı fermantasyon sürelerinde farklı örnekler için fruktoz yüzdeleri Çizelge 4.7'de verilmiştir. Yapılan analizler kapsamında galaktoz tespit edilmediği için tablolarda yer almamaktadır.

**Çizelge 4.7** Farklı Fermantasyon Sürelerinde Farklı Örnekler için Fruktoz Yüzdeleri

| Fruktoz (%) |           |           |           |           |           |
|-------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Saat        | 0         | 4         | 8         | 12        | 16        |
| HB          | 0,76±1,06 | 1,54±1,93 | 2,76±0,60 | 2,25±0,04 | 2,34±1,01 |
| S           | 0,09±0,12 | 3,42±0,33 | 0,72±0,00 | 0,45±0,63 | 0,62±0,71 |
| M           | 0,35±0,49 | 3,46±0,41 | 0,85±0,55 | 1,93±0,28 | 2,16±0,35 |

\*LSD: 1,58

#### 4.3.9. Mikrobiyolojik Analizler

Farklı nohut cinsleri ile hazırlanan fermantasyon sıvılarına ve farklı fermantasyon sürelerine bağlı olarak laktik asit bakterilerinin (LAB) gelişimine bağlı sayısal değerler Çizelge 4.8'de gösterilmiştir.

Fermantasyon süresinin 0, 4, 8, 12 ve 16. saatlerinde, farklı nohut cinslerinin LAB ve toplam canlı sayısı (TAMB) üzerindeki etkisi istatistiksel olarak incelenmiştir.

Fermantasyon evresinin başlangıcı olan 0. saatte; Laktik asit bakterilerinin yoğunluğunun, Hasanbey ve Menemen örneklerinde benzerlik gösterirken Seçkin örneğinde daha az olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). 4. saatte; Hasanbey ve Seçkin örnekleri istatistiksel açıdan farklıyken, Menemen örneği her ikisine de benzerlik göstermiştir ( $p<0.05$ ). 8. saatte; istatistiksel olarak bütün örneklerin aynı olduğu görülmüştür ( $p>0.05$ ). 12. saatte; Hasanbey ve Seçkin örneği istatistiksel olarak aynı, Menemen örneği farklı olup daha düşük bir değere sahiptir ( $p<0.05$ ). 16. saatte; örneklerin istatistiksel olarak aynı olduğu görülmüştür ( $p>0.05$ ).

Bu tür farklılıkların, farklı nohut cinslerinin başlangıçta sahip oldukları mikrobiyal floradaki laktik asit bakterileri yüklerinin farklı olabileceği ile açıklanabilir. Ayrıca fermantasyon süresi boyunca gerek florada bulunan diğer mikroorganizmaların gösterdikleri gelişim aktivitelerinden gerekse fermantasyon sıvısında meydana gelen biyokimyasal değişimlerden gelen farklılıklara bağlı olabileceği söylenebilir.

**Çizelge 4.8** Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Laktik Asit Bakterileri (LAB) Sayımı

| Laktik Asit Bakterileri (LAB) |                        |                         |                        |                        |                        |
|-------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
| Saat                          | 0                      | 4                       | 8                      | 12                     | 16                     |
| HB                            | 2,82±0,04 <sup>a</sup> | 2,94±0,03 <sup>a</sup>  | 3,32±0,77 <sup>a</sup> | 6,96±0,01 <sup>a</sup> | 7,38±0,34 <sup>a</sup> |
| S                             | 1,75±0,12 <sup>b</sup> | 2,48±0,22 <sup>b</sup>  | 3,10±0,21 <sup>a</sup> | 6,91±0,02 <sup>a</sup> | 7,38±0,21 <sup>a</sup> |
| M                             | 2,64±0,09 <sup>a</sup> | 2,73±0,09 <sup>ba</sup> | 3,92±0,05 <sup>a</sup> | 6,15±0,27 <sup>b</sup> | 6,98±0,35 <sup>a</sup> |

\*Değerler, log<sub>10</sub> kob/mL Fermantasyon Sıvısı olarak ifade edilmektedir.

\*\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

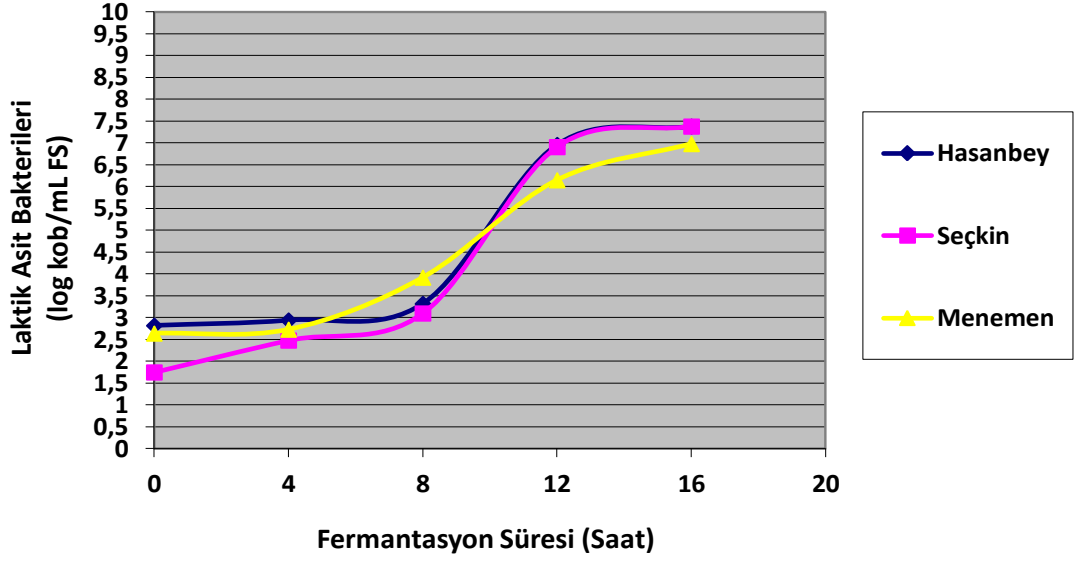
Yapılan bir çalışmada, nohut mayasında *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus pentosus*, *Lactobacillus sanfrancisco*, *Enterococcus mundtii*, *Enterococcus gallinarum*, *Pediococcus urinae-equi*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus viridencens* ve *Streptococcus thermophilus* isimli bakterilerin varlığı tespit edilmiştir (Sıkılı, 2003). Ekmek fermantasyonunda,

tat ve aromasının oluşumunda bakteriyel fermantasyonun da çok büyük önemi vardır. Modern ekmek üretiminde hamurun ekşitilebilmesi için önemli düzeyde asit üretebilen laktik asit bakterileri hamura inoküle edilmektedir. Nitekim farklı ekmek tiplerinde *Lactobacillus sanfrancisco*, *Lactobacillus mesenteroides*, *Lactobacillus delbrueckii*, *Lactobacillus fermenti*, *Pediococcus cerevisia*, *Enterococcus faecalis* gibi laktik asit bakterilerinin de faaliyet gösterdiği saptanmıştır (Aydın, 2000).

Farklı hamurların mikroflorası üzerine pek çok çalışma yapılmasına rağmen geleneksel nohut mayası ve nohut mayası hamurunun mikroflorası üzerine fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan çalışmalar bu farklı hamurların mikrofloralarında laktik asit bakterisi olarak *Lactobacillus sanfrancisco*, *Lactobacillus brevis*, *L. fermenti*, *L. buchneri*, *L. delbrueckii*, *L. casei*, *L. acidophilus*, *L. casei rhamonasa*, *L. reuteri*, *L. amylovorus*, *L. curvatus*, *L. hilgardii*, *Leuconostoc mesenteroides* ve *Weissella confusa*'nın yaygın olarak bulunduğunu göstermiştir (Hamad et al, 1992; Okada et al, 1992; Boraam et al, 1993; Corsetti et al, 2001).

Nohut mayasından izole edilen 60 adet laktik asit bakterisinin 54 tanesi *Lactococcus lactis ssp lactis*, 4 tanesi *Lactobacillus plantarum*, 2 tanesi *Lactobacillus brevis* olarak teşhis edilmiştir. Nohut mayası hamurundan izole edilen 60 adet izolata ise 47 tanesi *Lactococcus lactis ssp lactis*, 3 tanesi *Lactobacillus plantarum*, 5 tanesi *Weissella confusa*, 4 tanesi *Lactobacillus brevis* ve 1 tanesi de *Lactobacillus pentosus* olarak teşhis edilmiştir. Nohut mayasından 3 farklı, nohut mayası hamurunda ise 5 farklı laktik asit bakterisi türü izole edilmiştir. Hem nohut mayasında hem de nohut mayası hamurunda bulunan üç tür *Lactococcus lactis*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus brevis* olarak belirlenmiştir. Nohut mayasından farklı olarak nohut mayası hamurunda bulunan iki türün ise *Weissella confusa* ve *Lactobacillus pentosus* olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada nohut mayası ve nohut mayası hamurunda *Lactococcus lactis ssp lactis*'in dominant tür olduğu belirlenmiştir. Bu bakterinin nisin üretme kapasitesi göz önüne alındığında nohut mayası hamuru ile hazırlanan ekmeklerin raf ömürlerinin uzun olabileceğini söylemek mümkündür (Çebi, 2009).

Bununla birlikte; fermantasyon süresi boyunca laktik asit bakterilerinin gelişim seyri incelendiğinde fermantasyon süresi arttıkça fermantasyon sıvısındaki laktik asit bakterilerinin miktarında artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu durum Hasanbey, Seçkin ve Menemen çeşidi nohutlar ile hazırlanan farklı fermantasyon sıvıları için benzerlik göstermektedir. Farklı fermantasyon sürelerinde, farklı fermantasyon sıvılarında laktik asit bakterilerinin gelişiminde meydana gelen değişimler Şekil 4.8'de gösterilmiştir.



**Şekil 4.8** Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Laktik Asit Bakterilerinin Gelişim Eğrisi

Fermantasyon evresinin başlangıcı olan 0. saatte; fermantasyon sıvısındaki toplam canlı sayısının, Hasanbey ve Menemen örneklerinde benzerlik gösterirken Seçkin örneğinde bunlardan farklı olduğu belirlenmiştir ( $p < 0.05$ ). 4. saatte örneklerdeki toplam canlı sayısının aynı olduğu saptanmıştır ( $p > 0.05$ ). 8. saatte Hasanbey ve Seçkin örnekleri istatistiksel olarak farklı olup, Menemen örneği her ikisine de benzerlik göstermiştir ( $p < 0.05$ ). 12. ve 16. saatlerde fermantasyonun 8. saatinde olduğu gibi örnekler arasında fark tespit edilmemiştir ( $p > 0.05$ ).

Fermantasyon evresinin bazı bölümlerinde meydana gelen farklılıkların, farklı nohut çeşitlerinin başlangıçta sahip oldukları mikrobiyal floradaki toplam canlı sayılarının farklı olabileceği ile açıklanabilir. Ayrıca, fermantasyon süresi boyunca gerek florada birbirinden farklı gelişim eğrileri gösteren çeşitli mikroorganizmaların bulunması, gerekse fermantasyon sıvısında meydana gelen biyokimyasal değişimlerin bu tür farklılıklara neden olduğu söylenebilir. Farklı nohut çeşitleri ile hazırlanan fermantasyon sıvılarına ve farklı fermantasyon sürelerine bağlı olarak, toplam canlı gelişimi üzerinde meydana gelen değişimlerin sayısal verileri Çizelge 4.9'da gösterilmiştir.

**Çizelge 4.9** Farklı Nohut Çeşitleriyle Hazırlanan Fermantasyon Sıvılarında Gerçekleştirilen Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) Sayımı

| Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri (TAMB) |                        |                        |                         |                        |                        |
|---|------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|------------------------|
| Saat                                    | 0                      | 4                      | 8                       | 12                     | 16                     |
| HB                                      | 3,45±0,05 <sup>a</sup> | 3,70±0,05 <sup>a</sup> | 5,47±0,18 <sup>a</sup>  | 7,87±0,07 <sup>a</sup> | 8,45±0,47 <sup>a</sup> |
| S                                       | 2,68±0,11 <sup>b</sup> | 3,20±0,32 <sup>a</sup> | 4,86±0,07 <sup>b</sup>  | 8,02±0,08 <sup>a</sup> | 8,52±0,53 <sup>a</sup> |
| M                                       | 3,45±0,18 <sup>a</sup> | 3,60±0,13 <sup>a</sup> | 5,31±0,23 <sup>ba</sup> | 7,79±0,08 <sup>a</sup> | 8,34±0,31 <sup>a</sup> |

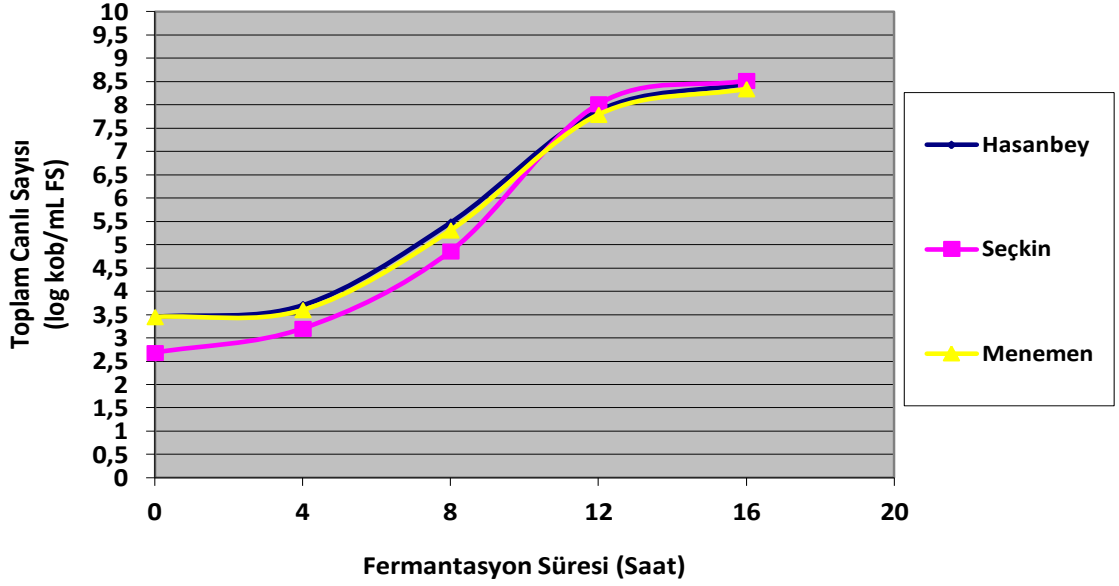
\*Değerler, log<sub>10</sub> kob/mL Fermantasyon Sıvısı olarak ifade edilmektedir.

\*\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

Bununla birlikte; fermantasyon süresi boyunca floradaki toplam mezofilik-aerobik canlıların gelişim seyri incelendiğinde fermantasyon süresi arttıkça fermantasyon sıvısındaki toplam canlı sayısında artış olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu durum Hasanbey, Seçkin ve Menemen çeşidi nohutlar ile hazırlanan farklı fermantasyon sıvıları için benzerlik göstermektedir. Farklı fermantasyon sürelerinde, farklı fermantasyon sıvılarında toplam canlı sayısında meydana gelen değişimler Şekil 4.9'da gösterilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler sonucunda fermantasyon evresinin özellikle 12. ve 16. saatlerinde fermantasyon sıvısı içerisindeki toplam canlı sayısının belirgin bir şekilde arttığı tespit edildi. Yapılan diğer çalışmalar incelendiğinde, fermantasyonun bu evrelerinde özellikle *Clostridium* ve *Bacillus* türü mikroorganizmaların etkin rol oynadığı tespit edilmiştir (Hatzikamari et al, 2007).

Hindistan'da nohut mayası içeren ve yaygın olarak yapılan *Dhokla*, *Dosa* ve *Khaman* üzerinde yapılan bir araştırmada floradaki temel mikroorganizmaların *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Bacillus* ve mayalar olduğu görülmüştür (Reddy et al, 1982). Ayrıca, *Lactobacillus spp.* ve *Pediococcus spp.* (Zamora and Fields, 1979) veya gaz üreten *Clostridium* türlerinin (Katsaboxakis and Mallidis, 1996), fermantasyon boyunca baskın bir rol oynadığı rapor edilmiştir.



**Şekil 4.9** Farklı Fermantasyon Sıvılarında Fermantasyon Evresi Boyunca Toplam Canlı Sayısı Eğrisi

#### 4.4. Hamurda pH Ölçüm Sonuçları

Farklı fermantasyon sıvıları kullanılarak yapılan ekmek hamurlarında pH ölçümleri, başlangıçta (inkübasyon öncesi) ve 42 °C'deki 1 saatlik fermantasyonun ardından yapılmıştır. Hamur pH değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde nohut cinsinin hamur pH'sı üzerinde etkili olduğu görülmektedir ( $p < 0.05$ ). Hamurların başlangıç pH değerleri kıyaslandığında, en düşük pH değerine Hasanbey örneği, en yüksek pH değerine Seçkin örneği sahip olurken Menemen örneği ikisine de benzerlik göstermektedir. Ancak 1 saatlik hamur fermantasyonunun ardından yapılan ölçümlerde üç örneğin de istatistiksel olarak birbirinden farklılık gösterdiği ortaya çıkmıştır ( $p < 0.05$ ).

Nohut mayası, ticari mayalar kadar hamuru kısa sürede fermente edebilecek fonksiyonel yapı ve bu yapıyı sağlayan enzimlere sahip değildir. Ayrıca, nohut mayası süzütüsünde ve nohut mayası hamurunda gelişen laktik asit bakterilerinin bir kısmı, glikozdan gaz üretebilecek özelliğe sahip olmayıp homofermantatif yapıya sahiptirler. Bu sebeplerden dolayı, nohut mayasının hamur içerisindeki şekerleri parçalaması ve CO<sub>2</sub> oluşturması oldukça uzun sürmektedir (Baykara, 2006).

Hamurların başlangıçtaki pH değerlerinin fermantasyon sıvılarının fermantasyon sonundaki (16. Saat) pH değerlerinden daha düşük olması, özellikle ana ekşinin oluşturulması aşamasında yoğun mikrobiyal gelişim ve yüksek oranda CO<sub>2</sub> oluşumu ile ilgili olduğu söylenebilir. Yine benzer şekilde; hamurların 1 saatlik fermantasyondan sonraki pH değerlerinin, başlangıçtaki pH değerlerine göre daha düşük olması hamurdaki faaliyetlerin devam ettiğinin bir göstergesi olarak açıklanabilir. Farklı fermantasyon sıvıları ile yapılan hamurlarda pH değerleri Çizelge 4.10'da verilmiştir.

**Çizelge 4.10** Hamur pH Değerleri

|           | Hamur pH Değerleri      |                           |
|-----------|-------------------------|---------------------------|
|           | Başlangıç               | Ferm. Sonrası<br>(1 saat) |
| <b>HB</b> | 5,63±0,01 <sup>b</sup>  | 4,69±0,01 <sup>c</sup>    |
| <b>S</b>  | 5,71±0,01 <sup>a</sup>  | 4,90±0,02 <sup>a</sup>    |
| <b>M</b>  | 5,67±0,04 <sup>ba</sup> | 4,76±0,01 <sup>b</sup>    |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

Nohut ekmeği hamurunda, gerek nohut mayasında gelişen mikroflora gerekse fermantasyon sırasında yeni gelişen mikroflora (laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri vb.), fermantasyon süresince pH'nın düşmesine yardımcı olmakta, başka bir ifade ile ortamın asitliğini arttırmakta, istenmeyen mikroorganizmaların gelişmesini engelleyerek ve hamura daha belirgin tat ve aromaya kazandırmaktadır. Nohut ekmeği hamurunun fermantasyon süresinin uzun olmasına bağlı olarak, hamurda belirgin ekşi bir tat ve kuvvetli bir aroma gelişmektedir. Gelişen bu tat ve aroma, nohut ekmeğinde de belirgin şekilde hissedilmektedir (Baykara, 2006).

Bayfield and Young (1964), Diğrak ve Özçelik (1991) ve Özkaya (1992) tarafından farklı zamanlarda yürütülen çalışmalar sonucunda, fermantasyon süresi uzadıkça ortamda gelişen maddeler nedeniyle (laktik asit, asetik asit, CO<sub>2</sub> gibi) hamur pH'sında düşmenin olduğu ve bir süre sonra pH'daki düşmenin yavaşlayıp stabil hale geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca, Aydın ve Çetin (2001) yaptıkları çalışmada, hamura asitliği yüksek maya/hamur ilavesinin ana hamurda pH'nın düşmesine neden olduğunu saptamışlardır. Bu araştırmadan elde edilen sonuçlar, Bayfield and Young'ın (1964), Diğrak ve Özçelik (1991), Özkaya (1992), Aydın ve Çetin (2001) ve Baykara (2006)'nın yaptıkları çalışma sonuçlarıyla benzerlik taşımaktadır.

#### 4.5. Simit Ekmeklerinde Yapılan Analiz Sonuçları

##### 4.5.1. pH Ölçümü

Ekmek yapımında mayalama ajanı olarak, farklı nohut cinsleri ile hazırlanan fermantasyon sıvılarının kullanıldığı çalışmada, nohut cinsindeki farklılığın ekmeklerin pH değerleri üzerinde etkili olduğu ortaya konmuştur ( $p<0.05$ ). Farklı ekmek örneklerine ait pH değerlerini içeren veriler Çizelge 4.11'de verilmiştir. Seçkin, Menemen ve Hasanbey çeşidi nohutlardan hazırlanan simit ekmeklerinin pH değerleri sırasıyla 7.36, 7.07 ve 6.70 olup ekmekler istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

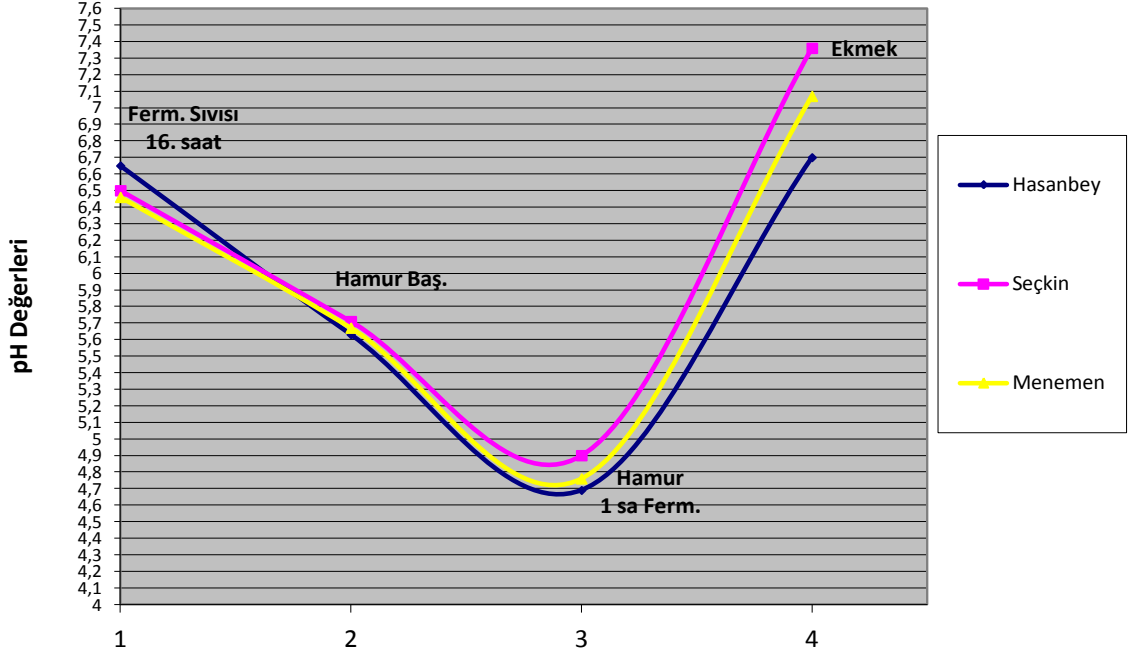
Ekmek pH değerlerinin bu şekilde sıralanmasında örneklere ait başlangıçtaki hamur pH değerleri ve 1 saatlik fermantasyondan sonraki hamur pH değerleri önemli derecede etkili olmuştur. Fermantasyon sonunda ekmek hamurlarında belirlenen pH değerleri ile pişme sonrası ekmeklerde belirlenen pH değerleri arasında paralellik olduğu tespit edilmiştir. 1 saatlik fermantasyon süresinin ardından ekmek hamurlarında pH değerlerine göre yapılan sıralama, pişmiş ekmeklerde de aynı şekilde belirlenmiştir.

**Çizelge 4.11** Ekmek Örneklerine Ait Bazı Kimyasal ve Fiziksel Özellikler

|           | pH                     | Asitlik<br>(% laktik asit) | Nem Miktarı<br>(%)      | Su aktivitesi<br>( $A_w$ ) |
|-----------|------------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| <b>HB</b> | 6,70±0,01 <sup>c</sup> | 1,15±0,07 <sup>ba</sup>    | 34,31±0,91 <sup>a</sup> | 0,96±0,46 <sup>a</sup>     |
| <b>S</b>  | 7,36±0,04 <sup>a</sup> | 0,98±0,04 <sup>b</sup>     | 34,34±0,76 <sup>a</sup> | 0,96±0,46 <sup>a</sup>     |
| <b>M</b>  | 7,07±0,03 <sup>b</sup> | 1,36±0,16 <sup>a</sup>     | 34,81±0,62 <sup>a</sup> | 0,96±0,04 <sup>a</sup>     |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

Fermantasyon sıvıları, hamur ve ekmeklere ait pH değerleri Şekil 4.10'da gösterilmiştir.



**Şekil 4.10** Fermantasyon Sıvısı, Hamur ve Ekmeklere ait pH Değerleri Eğrisi

Aydın ve Çetin'in (2001) yaptıkları araştırma neticesinde; ekşi ve asidik özellik taşıyan maya/hamurdan yapılan ekmek örneklerinin, laktik asit ve asetik asit bakterileri ile mayaların birlikteliğine bağlı olarak gelişen asidik bir tat/aromaya sahip oldukları tespit edilmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçlar, Özkaya (1992), Aydın ve Çetin (2001) ile Baykara (2006)'nın yaptıkları çalışma sonuçlarıyla benzerlik göstermektedir.

#### 4.5.2. Titre Edilebilir Asitlik

Nohut cinsindeki farklılığın ekmeklerin pH değerlerinde olduğu gibi, asitlik değerleri üzerinde de etkili olduğu istatistiksel olarak ortaya konmuştur ( $p < 0.05$ ). Farklı ekmek örneklerine ait asitlik değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Menemen cinsi nohut ile hazırlanan fermantasyon sıvısının kullanıldığı ekmeğin asitlik değeri 1,36; Hasanbey cinsi nohut ile hazırlanan fermantasyon sıvısının kullanıldığı ekmeğin asitlik değeri 1,15; Seçkin cinsi nohut ile hazırlanan fermantasyon sıvısının kullanıldığı ekmeğin pH değeri ise 0,98 olarak tespit edilmiş olup istatistiksel açıdan Menemen ve Seçkin birbirinden farklı, Hasanbey ise her ikisine benzerdir. Ekmek örneklerinin sahip oldukları asitlik değerleri

üzerinde yapımlarında kullanılan hamurların ve fermantasyon sıvılarının sahip oldukları asitlik değerlerinin etkili olduğunu söylenebilir.

#### 4.5.3. Nem Miktarı

Farklı nohut cinslerinin ekmeğin nem miktarı üzerinde istatistiksel olarak etkili olmadığı tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Ekmek örneklerine ait nem değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir.

Farklı mayalama ajanlarının kullanıldığı ve bunlarla yapılan ekmeklerin çeşitleri özelliklerinin kıyaslandığı çalışmalarda, ekmeklerin farklı nem miktarlarına sahip olduğu görülmektedir. Baykara (2006)'nın yaptığı bir çalışmada %100 pres mayalı, %0,5 pres maya+nohut mayalı ve %100 nohut mayalı ekmeklerin sahip olduğu nem miktarları karşılaştırıldığında, en yüksek nem içeriğine %100 nohut mayalı ekmeğin sahip olduğu belirlenmiştir.

#### 4.5.4. Su aktivitesi ( $A_w$ )

Gıda teknolojisinin pek çok uygulamasında, gıdadaki su, gıdayı çevreleyen atmosfer ile dengede değildir. Bu gibi durumlarda gıdanın su içeriği zamanla değişmekte ve bu değişim gıdanın stabilitesini önemli ölçüde etkilemektedir (Certel ve Ertugay, 1996). Gıdalardaki serbest su ile su aktivitesi arasında da doğrusal bir ilişki mevcut olduğundan, depolama sırasında su aktivitesinde de değişimler gözlenebilmektedir. Bu dalgalanmalar, özellikle depolama sırasında gıdaların depolama stabilitelelerini ve raf ömürlerini olumsuz yönde etkilemektedir.

Su aktivitesi gıdaların su içeriğine nazaran, fiziksel, kimyasal ve biyolojik özellikleri ile daha yakından ilgilidir. Renk, yapı ve stabilitedeki değişimler, işlenmiş ve işlenmemiş tüm gıdaların kabul edilebilirliği, su aktivitesindeki dalgalanmalardan etkilenmektedir (Rockland and Nishi, 1980). Aynı zamanda, su aktivitesi enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonlarını, diğer kimyasal reaksiyonları ve yağ asidi oksidasyonunu da etkilemektedir (Bolin, 1980, Labuza, 1980). Su aktivitesi, gıdalardaki gerek mikrobiyal gerekse kimyasal değişimlerin kontrol edilmesinde önemli bir gösterge olarak kullanılmaktadır. Bunun için gıdaların su aktivitelerinin belirlenmesi ile ilgili çalışmalar son derece önem arz etmektedir (Ertugay, 2006).

Ekmek örneklerine ait su aktivitesi ( $A_w$ ) değerleri Çizelge 4.11'de verilmiştir. Farklı nohut çeşitlerinin ekmeğin su aktivitesi ( $A_w$ ) değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkisinin olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Ekmeklerin sahip olduğu su aktivitesi değerlerinin tüm örnekler için 0,96 olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde, Baykara (2006) %100 nohut mayasından yapılan ekmeğin su aktivitesi değerini 0,97 olarak bildirmiştir.

#### 4.5.5. Pişme Kaybı

Farklı nohut çeşitlerinin son ürün olan ekmeğin pişme kaybı değerleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu görülmüştür ( $p<0.05$ ). Farklı ekmeğe ait pişme kaybı değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Hasanbey örneğinde %11,78 değeri ile en fazla pişme kaybı görülürken, Seçkin örneği %10,31 ve Menemen örneği %10,20 değerlerine sahip olarak istatistiksel açıdan benzerlik göstermiş olup Hasanbey örneğinden farklıdır. Örnekler arasındaki bu tür farklılıklarının nedeni olarak, ekmeğe hamurlarının sahip oldukları, CO<sub>2</sub> oranı, nem tutma yeteneği, oluşturdukları kabuk kalınlığı, gözenek oluşturma kabiliyeti, uçucu bileşenlerin yoğunluğu gibi faktörlerin birbirinden farklı olması gösterilebilir. Nohut ekmeği, fermantasyon süresinin uzun olmasına karşılık, daha sert bir kabuk yapısı ile sıkı bir iç yapı özelliği göstermişlerdir. Bu özelliklerinden dolayı nohut ekmeğinin pişme kaybı az, son ürün ağırlığı yüksek (spesifik hacmi daha düşük) olmuştur.

Çalışma sonuçları, nohut mayalı ekmeğe yapılan diğer çalışmalarla benzerlik göstermektedir. Baykara (2006), en az pişme kaybının %13'lük kayıp ile %100 nohut mayasından yapılan ekmeğe meydana geldiğini, bunu %17 ile %0,5 pres maya+nohut mayasından yapılan ekmeğe ve %20'lik kayıpla kontrol ekmeğinin izlediğini bildirmiştir.

**Çizelge 4.12** Ekmeğe Örneklerine Ait Bazı Fiziksel Özellikler

|           | Pişme Kaybı (%)         | Hamur Verimi             | Ekmeğe Verimi            | Spesifik Hacim (cm <sup>3</sup> /g) | Hacim Verimi (cm <sup>3</sup> /g) |
|-----------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|
| <b>HB</b> | 11,78±0,23 <sup>a</sup> | 152,91±1,03 <sup>a</sup> | 142,02±0,04 <sup>b</sup> | 2,38±0,02 <sup>a</sup>              | 337,72±3,59 <sup>a</sup>          |
| <b>S</b>  | 10,31±0,31 <sup>b</sup> | 152,44±0,15 <sup>a</sup> | 139,98±0,25 <sup>c</sup> | 2,21±0,03 <sup>b</sup>              | 309,51±3,59 <sup>b</sup>          |
| <b>M</b>  | 10,20±0,12 <sup>b</sup> | 152,54±0,82 <sup>a</sup> | 145,09±0,21 <sup>a</sup> | 1,97±0,04 <sup>c</sup>              | 284,96±5,59 <sup>c</sup>          |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

#### 4.5.6. Hamur Verimi

Farklı ekmeğe örneklerine ait hamur verimi değerleri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda nohut cinsinin hamur verimi üzerindeki etkisinin önemsiz olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ).

#### 4.5.7. Ekmek Verimi

Ekmeklerin sahip oldukları ekmek verimi değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda nohut çeşidinin ekmek verimi üzerindeki etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Farklı ekmek örneklerine ait ekmek verimi değerleri karşılaştırıldığında; sırasıyla en yüksek ekmek verimine Menemen örneğinin, ardından Hasanbey örneğinin sahip olduğu, Seçkin örneğinin ise en düşük ekmek verimine sahip olduğu görülmüştür.

#### 4.5.8. Spesifik Hacim Ölçümü

Farklı ekmek örneklerine ait spesifik hacim değerleri Çizelge 4.12'de gösterilmiştir. Yapılan istatistiksel analizler sonucunda nohut çeşidinin ekmeklerin spesifik hacim değerleri üzerindeki etkisinin önemli olduğu tespit edilmiştir ( $p < 0.05$ ). Hasanbey, Seçkin, Menemen çeşidi nohutlar ile hazırlanan fermantasyon sıvılarının kullanıldığı ekmeklerin spesifik hacim değerleri sırasıyla 2,38, 2,21, 1,97 cm<sup>3</sup>/g olarak tespit edilmiştir. Farklı nohut çeşitleri ile hazırlanan örneklerin farklı spesifik hacim değerlerine sahip olmalarının nedeni olarak, ekmek hamurlarının sahip oldukları, enzim kompleksi, CO<sub>2</sub> oranı, nem tutma yeteneği, oluşturdukları kabuk kalınlığı, gözenek oluşturma kabiliyeti, uçucu bileşenlerin yoğunluğu ve pişme özellikleri gibi faktörlerin birbirinden farklı olması gösterilebilir.

Asitliğin fazla gelişmesi tat ve aromayı olumlu etkilemiş, ancak yüksek hacme sahip nohut ekmeği üretimini zorlaştırmıştır. Düşen ortam pH'sının (yüksek asitlik gelişimi), hamur fermantasyonunun da uzun olmasının etkisi ile hamurda oluşan bağları zayıflattığı ve hamur hacminin düşmesine yol açtığı araştırmacılar tarafından ortaya konmuştur (Salovaara and Spicher, 1987; Collar-Esteve et al, 1994).

Tanaka et al. (1967), farklı hamur pH'sının hamur ve ekmek özellikleri üzerine yaptıkları araştırmalar sonucunda, düşük pH'ya sahip hamur örneklerinde uzama kabiliyetinin önemli ölçüde düştüğü ve bunun sonucunda bu hamurlardan yapılan ekmeklerde yüksek hacmin olmadığını saptamıştır.

Diğer taraftan, uzun süren fermantasyon ve düşük hamur hacmine bağlı olarak %100 nohut mayasından yapılan ekmeklerde daha sert/kalın kabuk yapısı ve daha yoğun bir iç yapının oluşması nedeniyle, ekmek içerisinde buharlaşmanın az olmasının gramaj yüksekliğine ve spesifik hacimde azalmaya neden olduğu belirtilmiştir (Baykara, 2006).

#### 4.5.9. Hacim Verimi

Ekmeklerin hacim verimi değerleri Çizelge 4.12'de verilmiştir. Nohut cinsinin ekmeklere ait hacim verimi değerleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Ayrıca istatistiksel olarak hacim veriminin, spesifik hacim değerleriyle paralellik gösterdiği belirlenmiştir.

#### 4.5.10. Doku Profil Analizi

Sertlik, doku profili analizi esnasında ilk sıkıştırmanın maksimum pik kuvvetidir. Yapışkanlık her iki sıkıştırma için de sıkıştırmanın olmadığı alanlar hariç, ikinci sıkıştırma anındaki pozitif kuvvet alanının birinci sıkıştırmadaki alana oranıdır. Esneklik, birinci sıkıştırmanın sonu ile ikinci sıkıştırmanın başı arasındaki yükseklik farkı olup ne kadarlık bir geri gelmenin olduğunu göstermektedir. Çiğnenebilirlik, sertlik, yapışkanlık, esneklik'ten elde edilen iştir veya katı maddenin parçalara ayırıp yutma durumuna getirmek için gerekli olan enerjidir. Sakızimsılık, "sertlik\*yapışkanlık" sonucu elde edilmiştir. Farklı ekmek örneklerine ait sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Doku profil analizi kapsamında yapılan sertlik, esneklik, yapışkanlık, sakızimsılık ve çiğnenebilirlik değerleri incelendiğinde nohut çeşidinin ekmeğin sayılan bu özellikleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu görülmektedir ( $p<0.05$ ). Farklı ekmek örneklerinin sahip oldukları sertlik değerleri karşılaştırıldığında; 20,62 N ile en yüksek Hasanbey örneğinin, ardından 19,12 N ile Seçkin örneğinin ve 17,99 N ile en düşük sertlik değerine Menemen örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Ekmek örneklerinin sahip oldukları sertlik değerlerindeki farklılıkların en büyük nedeni olarak içerdikleri nem miktarlarındaki farklılıkların olduğu söylenebilir. En yüksek nem içeriğine sahip olan Menemen örneği en düşük sertlik değerine sahip olurken, en düşük nem içeriğine sahip olan Hasanbey örneğinin en yüksek sertlik değerine sahip olduğu görülmüştür.

**Çizelge 4.13** Ekmek Örneklerine Ait Doku Profil Analizi Değerler

| Doku Profil Analizi |                         |                         |                        |                         |                         |
|---------------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|-------------------------|
|                     | Sertlik (N)             | Esneklik                | Yapışkanlık            | Sakızimsılık (N)        | Çiğnenebilirlik (N)     |
| <b>HB</b>           | 20,62±0,47 <sup>a</sup> | 0,86±0,001 <sup>a</sup> | 0,76±0,01 <sup>a</sup> | 15,50±0,33 <sup>a</sup> | 13,29±0,31 <sup>a</sup> |
| <b>S</b>            | 19,12±0,14 <sup>b</sup> | 0,84±0,003 <sup>c</sup> | 0,69±0,01 <sup>c</sup> | 13,11±0,04 <sup>b</sup> | 10,98±0,08 <sup>b</sup> |
| <b>M</b>            | 17,99±0,25 <sup>c</sup> | 0,85±0,001 <sup>b</sup> | 0,72±0,00 <sup>b</sup> | 12,90±0,11 <sup>b</sup> | 10,94±0,07 <sup>b</sup> |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında istatistiksel açıdan fark yoktur.

Baykara (2009), ekmeğin sertlik değeri ile içerdiği nem miktarı arasında ciddi bir ilişki olduğunu bildirmiştir. 4 gün boyunca depolama yapılan ekme örneklerinde zamana bağlı olarak nem kaybı yaşanmış ve buna bağlı olarak da sertlik değerlerinde artış meydana gelmiştir.

Farklı ekme örneklerinin sahip oldukları esneklik değerleri karşılaştırıldığında; 0,86 ile en yüksek Hasanbey örneğinin, ardından 0,85 ile Menemen örneğinin ve 0,84 ile en düşük esneklik değerine Seçkin örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Örnekler istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ). Ekme hamurlarının farklı özelliklerine bağlı olarak, oluşturdukları dokusal yapı ve gözenek durumlarındaki farklılıkların ekmeğin esneklik değerlerini etkilediği söylenebilir. Farklı ekme örneklerinin sahip oldukları yapışkanlık değerleri karşılaştırıldığında; 0,76 ile en yüksek Hasanbey örneğinin, ardından 0,72 ile Menemen örneğinin ve 0,69 ile en düşük yapışkanlık değerine Seçkin örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Örnekler istatistiksel açıdan birbirinden farklıdır ( $p<0.05$ ).

Ekme örneklerinin sahip oldukları sakızimsılık değerleri incelendiğinde ise; istatistiksel olarak Seçkin ve Menemen örneklerinin benzerlik gösterdiği Hasanbey örneğinin bunlardan farklı olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ). Hasanbey örneğinin 15,50 N ile en yüksek sakızimsılık değerine sahip olduğu görülürken, Seçkin örneğinin 13,11 N; Menemen örneğinin ise 12,90 N sakızimsılık değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Son olarak farklı ekme örneklerinin çignenebilirlik değerleri karşılaştırıldığında, sakızimsılık değerlerinde olduğu gibi istatistiksel olarak Seçkin ve Menemen örneklerinin benzerlik gösterdiği Hasanbey örneğinin ise bunlardan farklı olduğu görülmüştür. Örneklerin çignenebilirlik değerleri incelendiğinde, Hasanbey örneğinin 13,29 N ile en yüksek çignenebilirlik değerine sahip olduğu görülürken, Seçkin örneğinin 10,98 N; Menemen örneğinin ise 10,94 N çignenebilirlik değerine sahip olduğu tespit edilmiştir.

#### 4.5.11. Ekme İçi Rengi

Gıda maddelerinin rengi tüketici tercihi açısından önemlidir. Bu nedenle gıda maddelerinin renklerinin hassas olarak ölçülmesi gerekir. Renk ölçümü konusunda gözle yapılan subjektif bir değerlendirme yanıltıcı olabileceğinden çeşitli cihazlarla yapılan objektif ölçümlere gerek duyulmaktadır.  $L^*$  aydınlık değeri,  $a^*$  kırmızı ve yeşilliği,  $b^*$  sarı ve maviliği göstermektedir.  $L^*$ ,  $a^*$  ve  $b^*$  değerleri 0'dan 100 e kadar sayılarla ifade edilmektedir (Üren, 1999; Kramer and Twigg, 1984).

Ekme örneklerine ait  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri Çizelge 4.14'de verilmiştir. Farklı ekme örneklerine ait  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri istatistiksel olarak incelendiğinde nohut çeşidinin renk değerleri üzerinde etkili olduğu ortaya çıkmıştır ( $p<0.05$ ).

**Çizelge 4.14** Ekmek Örneklerine Ait Ekmek İçi Renk Ölçümü Değerleri

| Ekmek İçi Renk Ölçümü |                         |                        |                         |
|-----------------------|-------------------------|------------------------|-------------------------|
|                       | $L^*$                   | $a^*$                  | $b^*$                   |
| <b>HB</b>             | 72,39±0,11 <sup>a</sup> | 0,79±0,00 <sup>b</sup> | 19,14±0,01 <sup>b</sup> |
| <b>S</b>              | 71,07±0,18 <sup>c</sup> | 0,53±0,01 <sup>c</sup> | 18,68±0,01 <sup>c</sup> |
| <b>M</b>              | 71,91±0,09 <sup>b</sup> | 0,88±0,01 <sup>a</sup> | 19,19±0,01 <sup>a</sup> |

\*Aynı sütunda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

Ekmek örnekleri  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerleri bakımından farklılık göstermektedir.  $L^*$  değerleri karşılaştırıldığında; 72,39 ile en yüksek aydınlık değerine Hasanbey örneği, ardından 71,91 ile Menemen örneği ve 71,07 ile en düşük aydınlık değerine Seçkin örneğinin sahip olduğu görülmektedir. Ekmek örneklerinin  $a^*$  değerleri incelendiğinde; Menemen örneğinin  $a$  değerinin 0,88; Hasanbey örneğinin 0,79 ve Seçkin örneğinin 0,53 olduğu tespit edilmiştir. Farklı ekmek örneklerine ait  $b^*$  değerleri karşılaştırıldığında ise; 19,19 ile en yüksek  $b^*$  değerine Menemen örneği, ardından 19,14 ile Hasanbey örneği ve 18,68 ile en düşük  $b^*$  değerine Seçkin örneğinin sahip olduğu görülmektedir.

Örneklerin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinde birbirinden farklı sonuçlar göstermelerinin nedeni; fermantasyon sıvılarında kullanılan nohut cinslerinin -farklı yoğunluktaki renk pigmentleri, farklı organik ve inorganik madde kompozisyonu gibi- farklı özelliklere sahip olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yapılan çalışmalarda kül miktarı ile unun aydınlık değeri arasında yüksek ve istatistiksel olarak önemli bir ilişki bulunmuştur. Depolama sırasında unun olgunlaşma süresince özellikle pigmentlerde bir azalma olduğu belirtilmektedir. Ekmek rengini etkileyen çok sayıda faktör olmakla birlikte un rengi de bunu etkileyen önemli parametrelerdendir (Pomeranz, 1988).

Baykara'nın (2006) çalışmasında ekmekler  $L^*$  değerine göre değerlendirilmiş ve en beyaz ekmek içi rengi, kontrol ekmeğinde (%100 pres mayalı) tespit edilmiştir. Sıralamada, 2. sırayı %0,5 pres maya+nohut mayalı nohut ekmeği ve 3. sırayı da %100 nohut mayalı nohut ekmeği almıştır.  $L^*$  değerine göre elde edilen sıralama panelistlerin katılımı ile yapılan duyusal analizlerde ekmek içi rengine verilen puanlarla paralellik taşımaktadır. Nohut mayasından yapılan her iki ekmekte de ekmek içi renginin kontrol ekmeğine göre nispeten daha koyu çıkmasının, nohuttan ileri gelen renk pigmentlerinin maya yoluyla ekmeğe geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ekmek içi rengi üzerine etkili olabilecek diğer bir diğer faktör ise fermantasyon aşamasıdır. Fermantasyon sırasında enzimatik aktiviteye sahip mayaların kullanımı ile ekmek içi yapısının yoğunluğu azalmakta, homojen ve iri gözenekler oluşmakta ve

ürünler daha açık ekmeğin içi rengine sahip olmaktadır. Bu durum, %100 nohut mayalı ekmeğin örneklerinde kendisini göstermiştir.

#### 4.5.12. Duyusal Analizler

Duyusal değerlendirme, gıdaların çeşitli karakteristiklerine görme, koklama, tatma, dokunma veya işitme duyularının tepkilerini oluşturan, ölçen, analizleyen ve yorumlayan bir disiplindir (Onoğur, 2011). Yapılan istatistiksel hesaplamalar sonucunda nohut çeşidinin, duyusal analiz sonuçları üzerinde etkili olmadığı görülmüştür ( $p>0.05$ ). Bununla birlikte, panelistlerin değerlendirmiş oldukları ekmeğin kabuğu rengi, ekmeğin içi rengi, ekmeğin içi, gözenek yapısı, ekmeğin içi sertliği, ekmeğin içi elastikiyeti, çiğnenebilirlik, tat ve koku, genel beğeni kriterlerinde farklı nohut cinslerine ait ekmeğin örneklerinin farklı puanlar aldıkları tespit edilmiştir.

İstatistiksel olarak bu fark ortaya konulamamış olsa da, farklı nohut cinslerinin sahip olduğu farklı özellikler ve buna bağlı olarak gelişen ekmeğin hamurlarındaki farklılıklar ekmeğin örneklerinin ekmeğin kabuğu rengi, ekmeğin içi rengi, ekmeğin içi, gözenek yapısı, ekmeğin içi sertliği, ekmeğin içi elastikiyeti, çiğnenebilirlik, tat ve koku, genel beğeni değerlerine yansımıştır. 11 panelist tarafından değerlendirilen ekmeğin kabuğu rengi, ekmeğin içi rengi, ekmeğin içi, gözenek yapısı, ekmeğin içi sertliği, ekmeğin içi elastikiyeti, çiğnenebilirlik, tat ve koku, genel beğeni özelliklerine verilen puanlar Çizelge 4.15'de gösterilmiştir.

Baykara (2006)'nın çalışmasında ekmeklerin duyusal özellikleri arasındaki farklar şu şekilde ortaya konmuştur; puanlama kriterleri ayrı ayrı incelendiğinde, ekmeklerde hacim ve şekil simetrisi bakımından kontrol ekmeği (%100 pres mayalı), diğer iki ekmeğe göre daha fazla beğenilmiştir. Kabuk rengi bakımından ise her iki nohut ekmeği de daha parlak ve koyu kabuk rengi ile kontrol ekmeğinden daha yüksek puanlar almışlardır. Pişme düzgünlüğü, kabuk düzgünlüğü ve kenar özellikleri bakımından ekmekler arasında belirgin bir farklılık görülmemiştir. Ekmeğin içi rengi bakımından en fazla beğeniyi ise %100 nohut mayasından yapılan ekmeğin örneği kazanmıştır. Tat ve aroma yönünden de, %0,5 pres maya+nohut mayasından yapılan ekmeğin hafif ekşimsi karakterdeki aroma/tat profili ile daha fazla tercih edilmiş ve puanlamada her iki özellik bakımından da en yüksek puanları almıştır (Baykara, 2006). Ekmeğin örnekleri bütün olarak değerlendirildiğinde, kontrol ekmeği ve %0,5 pres maya+nohut mayasından yapılan ekmeğin arasında önemli bir puan farkı olmamış, %100 nohut mayasından yapılan ekmeğin ise en düşük puanı almıştır (Baykara, 2006).

**Çizelge 4.15** Ekmek Örneklerine Ait Duyusal Değerlendirme Sonuçları

|   | HB        | S         | M         | LSD Değeri |
|---|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>Ekmek kabuğu rengi</b><br>1. Donuk, mat renkte, açık veya çok koyu yanık<br>5. Parlak, altın sarısı renkte   | 4,01±0,12 | 3,88±0,18 | 3,87±0,19 | 0,43       |
| <b>Ekmek içi rengi</b><br>1. Aşırı sarı veya koyu renk<br>5. Nohut mayalı ekmek renginde  | 4,1±0,12  | 4,23±0,32 | 4,13±0,07 | 0,41       |
| <b>Ekmek içi gözenek yapısı</b><br>1. Çok büyük düzensiz gözenekler<br>5. Simetrik küçük gözenekler   | 4,00±0,24 | 4,39±0,04 | 4,34±0,35 | 0,40       |
| <b>Ekmek içi sertliği</b><br>1. Çok sert, ufalanan bir yapıya veya çok yumuşak hamurlaşan bir yapıya sahip<br>5. Dişe gelir sertlikte, uygun çiğneme sertliğine sahip | 4,00±1,13 | 4,05±0,19 | 4,05±0,06 | 0,46       |
| <b>Ekmek içi elastikiyeti</b><br>1. Hiç elastik değil, elle bastırıldığında geri gelmeyen, ekmek içi hamurumsu<br>5. Çok elastik, elle bastırıldığında geri gelen     | 4,35±0,14 | 4,43±0,10 | 4,36±0,27 | 0,36       |
| <b>Çiğnenebilirlik</b><br>1. Ağızda uzun süre çiğnenen, yutmak için gerekli çiğneme süresi uzun<br>5. Kolay çiğnenip yutulan, yutmak için gerekli çiğneme süresi kısa | 3,88±0,30 | 4,04±0,30 | 4,04±0,06 | 0,44       |
| <b>Tat ve koku</b><br>1. Yavan veya yabancı tat ve kokuya sahip<br>5. Karakteristik nohut ekmeği tat ve kokusunda   | 3,71±0,41 | 3,77±0,45 | 4,18±0,25 | 0,51       |
| <b>Genel Beğeni</b><br>1. Hiç beğenmedim<br>2. Beğenmedim<br>3. Ne beğendim ne beğenmedim<br>4. Beğendim<br>5. Çok beğendim   | 3,44±0,16 | 3,83±0,13 | 3,66±0,11 | 0,41       |
| <b>TOPLAM PUAN</b>  | 3,94±0,22 | 4,07±0,21 | 4,08±0,17 |            |

\*Veriler 11 panelistin verdikleri puanların ortalamasıdır. Değerlendirme 5 puan üzerindedir.

#### 4.5.13. Aroma Bileşenleri

Ekmekte aroma bileşenleri tayini kapsamında, 1-bütanol, 2-metilbütan, 4-etilasetofenon, asetaldehit, asetik asit, bütirik asit, furfural ve propiyonik asit varlığı araştırılmıştır. Nohut ekmeği örneklerinin ekstraksiyon yöntemi ile GC/MS analizi sonucunda toplam 4 adet lezzet bileşeni (4-etilasetofenon, asetaldehit, asetik asit ve bütirik asit) saptanmıştır.

Nohut çeşidinin ekmeğin aroma maddeleri üzerinde istatistiksel olarak etkili olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ). Bu örneklerden elde edilen lezzet bileşenlerine ait kütle spektrumları Çizelge 4.16'da görülmektedir.

**Çizelge 4.16** Ekmek Örneklerine Ait Çeşitli Aroma Bileşenleri Tayini

|  | HB                             | S                             | M                              |
|--|--------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| <b>1-bütanol (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>        | -                              | -                             | -                              |
| <b>2-metil bütan (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>    | -                              | -                             | -                              |
| <b>4-etilasetofenon (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b> | 33,94 $\pm$ 0,06 <sup>a</sup>  | 18,86 $\pm$ 0,86 <sup>c</sup> | 23,7 $\pm$ 0,74 <sup>b</sup>   |
| <b>Asetaldehit (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>      | 5,6 $\pm$ 0,42 <sup>c</sup>    | 9,01 $\pm$ 1,26 <sup>b</sup>  | 14,01 $\pm$ 0,16 <sup>a</sup>  |
| <b>Asetik asit (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>      | 376 $\pm$ 2,83 <sup>c</sup>    | 670,4 $\pm$ 0,85 <sup>b</sup> | 762,85 $\pm$ 3,04 <sup>a</sup> |
| <b>Bütirik asit (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>     | 457,45 $\pm$ 1,63 <sup>b</sup> | 342 $\pm$ 2,83 <sup>c</sup>   | 2772,5 $\pm$ 3,54 <sup>a</sup> |
| <b>Furfural (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>         | -                              | -                             | -                              |
| <b>Propiyonik asit (<math>\mu\text{g}/\text{kg}</math>)</b>  | -                              | -                             | -                              |

“-“ Tespit Edilmedi

\*Aynı satırda aynı harf ile harflendirilmiş ortalamalar arasında fark yoktur.

Farklı izolatlar kullanılarak üretilen ekmeklere ait aroma bileşenleri tayininde elde edilen ortak lezzet maddelerinin 4-etilasetofenon, asetik asit ve bütirik asit olduğu saptanmıştır (Sıkılı, 2003). Menemen çeşidi nohut kullanılarak yapılan ekmekte asetaldehit, asetik asit, bütirik asit en fazla olup diğer ekmeklerden farklıdır ( $p<0.05$ ). 4- etilasetofenon içeriği en yüksek ekmek Hasanbey olarak belirlenmiştir.

Ekmek yapımında temel hammaddelerden olan un kendine has bir aromaya sahiptir. Un, ekmek yapımında bazı değişikliklere uğrayarak ekmek aromasına katkıda bulunur. Ayrıca ekmek aromasına etkileri az olan uçucu bileşikler ve bazı aroma maddelerinin ön maddelerini içermektedir (Martinez-Anaya, 1996<sup>b</sup>).

Şekerlerin maya tarafından fermantasyonu, ekmek aromasına farklı karakterler kazandıran pek çok uçucu bileşiğin oluşmasına sebep olmaktadır. Pişirme sırasında şekerlerdeki karamelizasyon ve enzimatik olmayan esmerleşme reaksiyonları ekmek kabuk aroması ve rengini oluşturur. Uçucu bileşikler, hammaddelerdeki ilk reaksiyona giren maddelerden veya

mekanik ya da enzimatik degradasyondan üretilirler. Tanımlanan bu bileşiklerin çoğu enzimatik ya da mekanik degradasyondan üretilenlerdir. Bunlar şekerler ve amino asitlerdir (Martinez-Anaya, 1996<sup>b</sup>). Hamurda lezzet bileşenlerinin çoğu şekerlerin maya fermentasyonu ile oluşur. Mayadan başka mikroorganizmalar da fermentasyon esnasında lezzet maddelerinin oluşmasında rol alırlar. Maya azot kaynağı olarak amino asitleri kullanır. Fermentasyonda alfa-keto karboksilik asitler ve amonyak oluşur. Karboksilik asitler, CO<sub>2</sub> ve aldehit oluştururlar. Aldehitlerin redüksiyonu veya oksidasyonu ile alkoller ve asitler meydana gelir (Tamerler, 1987).

Alkol fermentasyonu, ticari maya ile yapılan beyaz ekmekte daha baskın olurken, buğday ve çavdar unu ve ekşi hamur yöntemi ile yapılan ekmeklerde laktik asit fermentasyonu daha baskın durumdadır. Beyaz ekmeğin hafif asit tadı, maya ve bakteriyel fermentasyon sonucu oluşan asetik, laktik, propiyonik ve pirüvik asit gibi suda çözülebilir organik asitlerden kaynaklanmaktadır (Jackel, 1992; Martinez-Anaya, 1996<sup>b</sup>). Homolaktik asit fermentasyonunda laktat temel ürün olurken, heterolaktik asit fermentasyonda ise buna ilaveten düşük miktarda formik asit, asetik asit, etanol ve CO<sub>2</sub> üretilir. Amino asitler maya ve laktik asit bakterilerinin aktivitesini artırır. Amino asit kullanım metabolizması, daha sonra asitlere okside edilen yada alkollere indirgenen aldehit oluşumuyla bir yada iki karbon atomunun kaybına dayanmaktadır (Martinez-Anaya, 1996<sup>a</sup>).

Ekmek aromasının oluşmasında başlıca rolü üstlenen, pişirme sırasında cereyan eden karamelizasyon ve maillard tipi kahverengileşme reaksiyonlarıdır. Bu reaksiyonlar kabukta meydana geldiğinden ekmeğin kabuğu iç kısımlarından aromaca daha zengindir. Buradaki aroma maddeleri daha sonra ekmeğin içine nüfuz etmektedir. Kabuk oranı fazla olan ekmeklerin tava ekmeklerinden aroma bakımından daha zengin olduğu kabul edilmektedir (Ertugay, 1983; Tamerler, 1987; Elgün ve Ertugay, 1997).

Pişırmenin ilk dakikalarında enzimatik reaksiyonlar çok hızlıdır. Kısmi olarak jelatinize olmuş nişasta üzerindeki enzimlerin etkisi ile indirgenmiş şekerler ve dekstrin miktarında artma olur. Daha sonra proteinlerin denatürasyonundan sonra kabuğun kahverengileşmesi başlar. Bu sırada enzimatik olmayan maillard ve karamelizasyon reaksiyonları vuku bulur. Isıtma ile şekerlerden daha az olmak üzere polisakkarit ve özellikle nişastadan renkli degradasyon ürünleri oluşur. Ayrıca çeşitli uçucu bileşikler, karbonil bileşikler ve furfuraller oluşur (Martinez-Anaya, 1996<sup>b</sup>).

## 5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Yapılan denemeler sonucunda, nohut mayası üretiminde fermantasyon süresi ve sıcaklığı, nohut çeşidi ve nohut parçacık iriliği ile kullanılan su miktarı ve sıcaklığının etkili olduğu görülmüştür. Simit ekmeği üretiminde kullanılacak olan nohut mayasının elde edilmesinde optimum fermantasyon sıcaklığının 42 °C, fermantasyon süresinin ise 16 saat olduğu sonucuna varılmıştır. Nohut mayası yapımında kullanılan suyun sıcaklığının 60 °C ve nohut su oranının 1:5,5 (100 g nohut için 550 mL su) olarak ayarlanmasının uygun olduğu tespit edilmiştir. Nohut parçacık boyutunun ise 2-3 mm çapında olmasının optimum fermantasyon koşulları için uygun olduğu saptanmıştır. Simit ekmeği üretiminde kullanılan nohut mayası miktarının optimum "5:1 un: nohut mayası" oranında (1 kg un için 200 mL nohut mayası) olması ve nohut mayasının simit ekmeği hamuruna ilave edilme yönteminin ana ekşi dediğimiz ön hamur hazırlanarak iki aşamada gerçekleştirilmesi uygun bulunmuştur. Ana ekşinin optimum şekilde elde edilmesi, 200 g unun 200 mL nohut mayası ile karıştırılarak 42 °C'de 2 saat fermantasyonu sonucunda sağlanmıştır. 2. hamur olan simit ekmeği hamurlarının ise 42 °C'de 1 saat fermantasyona bırakılması yeterli olmuştur.

Farklı nohut çeşitlerinin nohut mayasının üretilmesinde etkili olduğu belirlenmiştir. 16 saatlik fermantasyon sonundaki Hasanbey çeşidi nohuta ait pH değeri 6,65 iken Seçkin çeşidi nohutun pH değeri 6,50 ve Menemen çeşidi nohutun pH değeri 6,46 olarak ölçülmüştür. Benzer bir şekilde; fermantasyon sonundaki Hasanbey örneğine ait asitlik değeri % 2,22 (laktik asit) iken Seçkin örneğinin asitlik değeri % 2,53 (laktik asit) ve Menemen örneğinin asitlik değeri % 2,55 (laktik asit) olarak ölçülmüştür. Farklı nohut çeşitleri kullanılarak hazırlanan fermantasyon sıvılarının serbest yağ asitliği, nişasta çözünmesi-indirgenmesi, protein indirgenmesi, indirgen şeker ve serbest amino asit değerleri incelendiğinde bu değerlerin fermantasyon evresi boyunca değişim gösterdiği ve nohut çeşidinin bu değerler üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. Nohut mayası üretiminde farklı nohut çeşitleri kullanılmasına bağlı olarak fermantasyon evresinde gerçekleşen biyokimyasal reaksiyonların farklılık gösterdiği söylenebilir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda nohut cinsinin fermantasyon sıvısının mikroflorası üzerinde fermantasyon evresinin bazı saatlerinde etkili olduğu görülmüştür. Ancak fermantasyon sonunda tüm örneklerin sahip olduğu LAB ve TAMB değerlerinin istatistiksel olarak aynı olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Nohut cinsinin fermantasyon sıvılarının sahip olduğu glukoz, fruktoz ve sakkaroz değerleri üzerinde de etkili olduğu belirlenmiştir ( $p<0.05$ ).

Simit ekmeklerinin pH ve titre edilebilir asitlik değerlerinin birbirinden farklı olduğu görülürken, nem miktarı ve su aktivitesi değerlerinin üç örnekte de aynı olduğu saptanmıştır ( $p>0.05$ ). Nohut çeşidinin, simit ekmeklerinin pişme kaybı, hamur verimi, ekmek verimi, spesifik hacim ve hacim verimi değerleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir ( $p<0.05$ ). Simit ekmeklerinin ekmek içi sertlik değerleri kıyaslandığında en sert Hasanbey örneğinin, ardından Seçkin örneğinin ve en düşük sertlik değerine Menemen örneğinin sahip olduğu görülmüştür. Esneklik değerleri

incelendiğinde, en esnek yapıya Hasanbey örneğinin ardından Menemen örneğinin ve sonrasında Seçkin örneğinin sahip olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin yapışkanlık değerlerinin de esneklik değerleriyle aynı sıralamaya sahip olduğu saptanmıştır. Hasanbey örneğinin en yüksek sakızımsılık ve çiğnenebilirlik değerlerine sahip olduğu görülürken bu kriterler için Seçkin ve Menemen örneklerinin istatistiksel olarak aynı olduğu tespit edilmiştir ( $p>0.05$ ). Nohut çeşidinin simit ekmeklerinin renk değerleri üzerinde etkili olduğu görülürken Hasanbey, Seçkin ve Menemen örneklerinin  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  değerlerinin birbirinden farklı olduğu saptanmıştır. Duyusal değerlendirme dikkate alındığında, örnekler arasında fark tespit edilmemiştir ( $p>0.05$ ). Ayrıca nohut çeşidinin simit ekmeklerinin aroma bileşenleri üzerinde etkili olduğu ( $p<0.05$ ) görülürken, simit ekmeklerinde toplam 4 adet lezzet bileşeni (4-etilasetofenon, asetaldehit, asetik asit ve bütirik asit) saptanmıştır.

Sonuç olarak, üretiminde farklı nohut çeşitleri kullanılan nohut mayalarının ve simit ekmeklerinin bazı özelliklerin farklı olmasıyla birlikte üç nohut çeşidinin de simit ekmeği yapımında kullanılabileceği söylenebilir.

Simit ekmeğinin ticari üretiminde karşılaşılan olumsuzlukları ortadan kaldırmaya yönelik daha fazla çalışma yapılmasına ihtiyaç vardır. Nohut mayasının ve buna bağlı olarak da simit ekmeğinin üretim süresi uzundur ve işlem basamaklarının uygulanması hassasiyet gerektirmektedir. Bu nedenle, üretimdeki hata payının yükselmesinin engellenmesi ve daha kontrollü koşullardaki üretime imkan verilmesi için, nohut mayasının ticari maya ya da starter kültür gibi kullanım kolaylığı olan bir ürün haline getirilmesi üzerine yeni çalışmalara ihtiyaç duyulmaktadır.

Nohut mayası ile üretilen ürünlerin sahip oldukları çeşitli olumlu özellikler (nispeten daha uzun raf ömrü, biyoyararlılık, karakteristik tat ve aromaya sahip olma) sayesinde, diğer fermente unlu mamüllere alternatif olarak üretimleri yaygınlaştırılmalıdır. Bu sayede, nohut mayası ile üretilen ürün yelpazesinin genişlemesi ve bu ürünlerin tüketicinin dikkatini çekecek seviyeye ulaşması sağlanmış olacaktır. Hem geleneksel hem de fonksiyonel bir ürün olarak adlandırılacak başta simit ekmeği olmak üzere, nohut mayası ile üretilen ürünlerin, önümüzdeki yıllarda gıda sanayi ve gıda araştırmalarının önde gelen konularından biri olacağı düşünülmektedir.

## 6. KAYNAKLAR

1. A.A.C.C., 1999. Measurement of Bread Firmness by Universal Testing Machine, AACC International Method 74-09.01
2. Adams, M.R., and Nicolaides, L., 1997. Review of the Sensitivity of Different Foodborne Pathogens to Fermentation. Food Control, 8 (5/6): 227-239.
3. Akçin, A., 1988. Yemelik Dane Baklagiller. Selçuk Üniversitesi Yayınları 43, Ziraat Fakültesi Yayınları 8:377, Konya.
4. Angioloni, A., Romani, S., Pinnavaia, G.G., Rosa M.D., 2005. Characteristics of Bread Making Doughs: Influence of Sourdough Fermentation on the Fundamental Rheological Properties, 222.
5. Anonymous, 2001. American Society of Baking 77<sup>th</sup> Annual Technical Conference, March 11.
6. Anonymous, 2002. Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, 2002/13.
7. Apar, D.K., and Özbek, B., 2004. Corn, Rice and Wheat Starch Hydrolysis by Using Various Alpha-Amylase Enzymes at Temperature 40 °C. SIGMA-Journal of Engineering and Natural Sciences, Vol. 22, Issue 1, pp. 55-67.
8. Arduzlar, D., 2010. Organik Buğday Ekmeğinin Karakterizasyonu. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
9. Arıcı, M., 2000. Fermantasyon Teknolojisi. Trakya Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ.
10. Arıcı, M., 2001. Gıda Mikrobiyolojisi. T.Ü. Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, Tekirdağ.
11. Association of Official Analytical Chemists, 1978. Official Methods of Analysis, 61-1166 AOAC, Virginia.
12. Association of Official Analytical Chemists, 1990. Official Methods of Analysis, 15<sup>th</sup> ed. AOAC, Virginia.

13. Aydın, F., 1995. Sıvı Ferment ve Sponge Hamur Metotları ile Ekmek Üretiminde Diastatik Preparat ve Laktik Starter Kültür Katkılarının Hamurun Olgunlaşması ve Ekmeğin Bazı Kalitatif ve Aromatik Özelliklerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
14. Aydın, F., 2000. Starter Cultures in Breadmaking. Blacksea and Central Asian Symposium on Food Technology, Ankara, Türkiye..
15. Aydın, F., ve Çetin, B., 2001. Ekşi Hamur Metodu ve Seçilmiş Mikroorganizmaların Ekmek Üretiminde Kullanılması. XII. Biyoteknoloji Kongresi-Balıkesir, Türkiye.
16. Azkan, N., 1999. Yemelik Dane Baklagiller. U.Ü. Ziraat Fakültesi Ders Notları No:40,107 s., Bursa.
17. Babagil, A., 1999. Yoğurma ve Fermantasyon Sürelerinin Hamur ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkileri. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
18. Bayfield, E.G., and Young, W.E., 1964. Flavor Brew Studies. Effect of Brew Fermentation Time. Baker's Digital 38(1):69-70,72-73.
19. Baykara, P., 2006. Geleneksel Nohut Mayasının Endüstriyel Beyaz Buğday Unu Ekmeği Üretiminde Kullanımı. Yüksek Lisans Tezi, T.Ü. Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Tekirdağ.
20. Bilici, Ö.E., 2001. Patates Unu Katkısının Ekmek Ürünlerine Etkisi. Yüksek Lisans Tezi, G.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Ankara.
21. Bolin, H.R., 1980. Relation of Moisture to Water Activity in Prunes and Raisins, Journal of Food Science 45:1190-1193.
22. Bonny, J.M., Rouille, J., Valle, D.G., Devaux, F.M., Douliez, P.J., Renou, P.J., 2004. Dynamic Magnetic Resonance Microscopy of Flour Dough Fermentation. Magnetic Resonance Imaging 22:395-401.
23. Boraam, F., Faid, M., Larpent, J.P., Breton, A., 1993. Lactic Acid Bacteria and Yeast Associated with Traditional Moroccan Sourdough Bread Fermentation. Sciences des Aliments, 13(3), 501-509.

24. Boyacıoğlu, M.H., 1996. Ekmek Kalitesine Etki Eden Üretim Faktörleri. Unlu Mamuller Dergisi. 5(2) 14-22, 5(4) 30-40.
25. Cai, R., McCurdy, A., Baik, B.K., 2002. Textural Properties of Six Legume Curds in Relation to Their Protein Constituents. Journal of Food Science 67:1725-1730.
26. Caplice, E., and Fitzgerald, G.F., 1999. Food Fermentation; Role of Microorganisms in Production and Preservation. International Journal of Food Microbiology, 50:131-149.
27. Certel, M., ve Ertugay, M.F., 1996. Gıdalarda Su Aktivitesini Kontrol ve Belirleme Yöntemleri-1, Gıda 21:31-35.
28. Collar-Esteve, C., Benedito de Barber, C., Martinez-Anaya, M.A., 1994. Microbial Sourdough Influence Acidification Properties and Breadmaking Potential of Wheat Dough. Journal of Food Science, 59 (3), 629-633, 674.
29. Corsetti, A., Lavermicocca, P., Morea, M., Baruzzi, F., Tosti, N., Gobbetti, M., 2001. Phenotypic and Molecular Identification and Clustering of Lactic Acid Bacteria and Yeast from Wheat (Species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) Sourdough of Southern Italy, International Journal of Food Microbiology, 64, 95-104.
30. Çebi, K., 2009. Nohut Mayası ve Hamurundan Laktik Asit Bakterilerinin İzolasyonu ve İdentifikasyonu. Yüksek Lisans Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
31. Dikbaş, N., 2003. Vakfıkebir Ekmeğinin Mikroflora ve Aroma Maddelerinin Tespiti. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.
32. Diğrak, M., ve Özçelik, S., 1991. Elazığ ve Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Morfolojik Özellikleri. Gıda, 16(5), 325-331.
33. Dursun, S., Yapar, A., Çelik, İ., 2009. Kadife Balığı (*Tinca tinca* L., 1758) Etiyle Zenginleştirmenin Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 4(3) 44-58.
34. Elgün, A., ve Ertugay, Z., 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayın No: 297. (2.baskı), s. 376, Erzurum.
35. Elgün, A., ve Ertugay, Z. 2000. Tahıl İşleme Teknolojisi. A.Ü. Yayınları No:78 Ziraat Fakültesi No:297, Ders Kitapları Serisi No:52, s. 201-343, Erzurum.

36. Elgün, A., ve Ertugay, Z., 2003. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Yayınları No:718, s. 286, Erzurum.
37. Elgün, A., Ertugay Z., Certel, M., Kotancılar, H.G., 2002. Tahıl ve Ürünlerinde Analitik Kalite Kontrolü ve Laboratuvar Uygulama Kılavuzu. (3. baskı) Atatürk Üniversitesi Yayın No: 867, Ziraat Fakültesi Yayın No: 335, Ders Kitapları Serisi, No: 82, 245 s, Erzurum.
38. Ertugay, Z., 1983. Ekmek Aromasının Oluşumu, Kaynakları ve Aroma Oluşumunu Etkileyen Faktörler. Ziraat Fak. Dergisi, 14 (1-2): 129-137.
39. Ertugay, Z., 2006. Ambalajlama İşleminin Ekmeğin Su Aktivitesi Üzerine Etkisi. Gıda 31(1):43-47.
40. Finney, P.C., Magoffin, C.C., Hosoney, R.C., Finney, K.F., 1976. Short-Time Baking Systems. 1. Interdependent of Yeast Consantration, Oxidation Requirement. Cereal Chemistry 53 (1):126-134.
41. Folkertsma, B., and Fox, F.F., 1992. Use of the Cd-ninhydrin Reagent to Assess Proteolysis in Cheese during Ripening. Journal of Dairy Research, 59:217–224.
42. Gan, Z., Ellis, P.R., Schofield, J.D., 1995. Gas Cell Stabilization and Gas Retention in Wheat Bread Dough. Journal of Cereal Science, 21:215–230.
43. Gerez, C.L., Rollan, G.C., Font de Valdez, G., 2006. Gluten Breakdown by *Lactobacilli* and *Pediococci* Strains Isolated from Sourdough. Journal of Applied Microbiology, 42:459–464.
44. Giraud, E., Gosselin, L., Marin, B., Parada, J.L., Raimbault, M., 1993. Purification and Characterization of an Extracellular Amylase from *Lactobacillus plantarum* Strain. Journal of Applied Bacteriology, 75:276–282.
45. Gobbetti, M., Corsetti, A., Rossi La Rosa, F., de Vincenzi, S., 1994. The Sourdough Microflora. Identification and Clustering of Lactic Acid Bacteria and Yeasts from Sourdoughs of Central Italy. Italian Journal of Food Science, 1:85-94.
46. Gobbetti, M., 1998. The Sourdough Microflora: Interactions of Lactic Acid Bacteria and Yeast. Trends Food Science Technology, 9:267–274.

47. Granito, M., Frias, J., Doblado, R., Guerra, M., Champ, M., Vidal-Valverde, C., 2002. Nutritional Improvement of Beans (*Phaseolus vulgaris*) by Natural Fermentation. *European Food Research Technology*, 214:226–231.
48. Halkman, A.K., 2005. Mikroorganizma Analiz Yöntemleri. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları. S:89-124. Başak Matbaacılık Ltd. Şti., Ankara.
49. Hamad, S.H., Böcker, G., Vogel, R.F., Hammes, W.P., 1992. Microbiological and Chemical Analysis of Fermented Sorghum Dough for Kisra Production, *Journal of Applied Microbiology and Biotechnology*, 7:728-731.
50. Hansen, B., and Hansen, A., 1994. Volatile Compounds in Wheat Sourdoughs Produced By Lactic Acid Bacteria and Sourdough Yeast. *Zeitschrift Für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*, 198 (3):202-209.
51. Hansen, A., Lund, B., Lewis, M.J., 1989. Flavor Production and Acidification of Sourdoughs in Relation to Starter Culture and Fermentation Temperature, *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 22:145-149.
52. Hatzikamari, M., Kyriakidis, D.A., Tzanetakis, N., Biliaderis, C.G., Litopoulou-Tzanetaki, E., 2007. Biochemical Changes during a Submerged Chickpea Fermentation Used as a Leavening Agent for Bread Production. *European Food Research and Technology*, 224:715–723.
53. Hiçşaşmaz, Z., and Clayton, J.T., 1992. Characterization of the Pore Structure of Starch Based Food Materials, *Food Structure*, 11:115-123.
54. ICC - 104, 1990. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:104/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
55. ICC - 105, 1994. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:105/2. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
56. ICC - 106, 1984. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:106/2. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
57. ICC - 107, 1995. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:107/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.

58. ICC-110, 1976. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:110/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany
59. ICC - 114, 1992. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:114/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
60. ICC - 115, 1992. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:115/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
61. ICC - 116, 1994. International Association for Cereal Chemistry. ICC Standart No:116/1. Verlag Moritz Schafer, Detmold, Germany.
62. İnal, T., 1990. Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi s. 34-50, İstanbul.
63. Jackel, S.S., 1992. What's New in Bread Flavor. Cereal Foods World, 37(11):835-837.
64. Katsaboxakis, K., and 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.
65. Klein, G., Pack, A., Bonaparte, C., Reuter G., 1998. Taxonomy and Physiology of Probiotic Lactic Acid Bacteria. International Journal of Food Microbiology, 41:103-125.
66. Kocabıyık, B., 2001. "Ekmeğin Raf Ömrü" Konulu İnternet Makalesi. (<http://www.ekmekdunyasi.com.tr> adresinden 2012 yılında ulaşıldı)
67. Köksel, H., Sivri, D., Özboy, Ö., Başman, A., Karacan, H., 2000. Hububat Laboratuvarı El Kitabı. Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:47, Ankara.
68. Kramer, A., and Twigg, B.A., 1984. Quality Control for the Food Industry, Vol. 1, ed. 3., pp. 556, The Avi Publishing Company Inc., Connecticut.
69. Labuza, T.P., 1980. Effect of Water Activity on Reaction Kinetics of Food Deterioration. Food Technology, 34(4):36.
70. Laemmli, U.K., 1970. Cleavage of Structural Proteins during the Assembly of the Head of Bacteriophage T4, Nature 227:680-685.
71. Litopoulou-Tzanetaki, E., Hatzikamari, M., Yiangou, M., Tzanetakis, N., 2007. Changes in Numbers and Kinds of Bacteria during a Chickpea Submerged Fermentation Used

as a Leavening Agent for Bread Production. *International Journal of Food Microbiology*, 116:37–43.

72. Martinez-Anaya, M.A., 1996<sup>a</sup>. Carbohydrate and Nitrogen Related Components in Wheat Sourdough Processes., *Advances in Food Science*, 18:185–200.

73. Martinez-Anaya, M.A., 1996<sup>b</sup>. Enzymes and Bread Flavor. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44 (9):2470-2480.

74. Martinez-Anaya, M.A., Pitarch, B., Benedito de Barber, C., 1999. Chemometrics Asses Quality of Breadmaking Starters; *Journal of Food Science*, 58 (2):419-425.

75. Matz, S.A., 1987. *Formulas and Processes for Bakers*. Patech International, Inc. Mc Allen, TX, USA.

76. Miller, G.L., 1959. Soluble Chromogenic Substrates for the Assay of endo-1, 4- $\beta$ -xylanases and endo-1, 4- $\beta$ -glucanases. *Analytical Chemistry*, 31:426–428.

77. Okada, S., Ishikawa, M., Yoshida, I., Uchimura, T., Ohara, N., Kozaki M., 1992. Identification and Characteristics of Lactic Acid Bacteria Isolated from Sourdough Sponges. *Bioscience, Biotechnology and Biochemistry*, 56(4):572-575.

78. Olsen, A., 1995. The Antimicrobial Activity of Lactic acid Bacteria From Fermented Maize and Their Interactions During Fermentation. *Journal of Applied Bacteriology*, 79:506-512.

79. Onoğur, T.A., ve Elmacı, Y., 2011. Duyusal Değerlendirme Nedir? Gıdalarda Duyusal Değerlendirme, s:9-14, Sidas Medya Ltd. Şti., İzmir.

80. Özkaya, B., 1992. Starter Kültür Olarak Paket Mayası, Ekşi Hamur Mayası ve Nohut Mayasının Hamurun Reolojik Özellikleri ve Ekmeğin Kalitesine Etkileri. Doktora Tezi, A.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, Erzurum.

81. Özkaya, B., 1995. Ekmek Teknolojisinde Fermantasyon ve Önemi. *Un Mamulleri Dünyası Dergisi*. 4(1):10-16.

82. Pomeranz, Y., 1998. Color-Effect of Several Variables on the Color of Flour, in *Wheat Chemistry and Technology*, pp. 476-500, AACC, Inc. St. Paul, Minnesota, USA.

83. Pyle, E.J., 1988. *Baking Science and Technology*, 3<sup>rd</sup> edition p.1345. Sosland Publishing Co., USA.

84. Reddy, N.R., Pierson, M.D., Sathe, S.K., Salunke, D.K., 1982. Legume-based Fermented Foods: Their Preparation and Nutritional Quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 17:335–355.
85. Rincón, F., Martínez, B., Ibáñez, M.V., 1998. Proximate Composition and Antinutritive Substances in Chickpea (*Cicer arietinum L.*) as Affected by the Biotype Factor. *Journal of Science Food Agriculture*, 78:382–388.
86. Robert, H., Gabriel, V., Lefebvre, D., Rabier, P., Vayssier, Y., Fontagne-Faucher, C., 2006. Study of the Behaviour of *Lactobacillus plantarum* and *Leuconostoc* Starters During a Complete Wheat Sourdough Breadmaking Process. *LWT Food Science and Technology*, 39: 256-265.
87. Rockland, B.L., and Nishi, K.S., 1980. Influence of Water Activity on Food Product Quality and Stability. *Food Technology*, 4:42.
88. Salovaara, H., 1998. Lactic Acid Bacteria in Cereal - Based Products. *Lactic Acid Bacteria, Microbiology and Functional Aspects. Second Edition* (Ed. Salminen and Wright), Marcel Dekker Inc. Newyork Basel, pp. 115-137.
89. Salovaaara, H., and Spicher, G., 1987. Use of the Sourdough Process to Improve the Quality of Wheat Bread. *Getreide, Mehlbrot*, 41:116-118.
90. Sarkar, P.K., and Tamang, J.P., 1995. Changes in the Microbial Profile and Proximate Composition during Natural and Controlled Fermentations of Soybeans to Produce Kinema. *Food Microbiology*, 12:317–325.
91. Savola, P.H., Salovaara, H., Enavist, J., 1982. Concentrations of Carbohydrate Fractions in the Sourdough Rye Bread Process. *Development in Food Science*, 5A:465-470.
92. Scanlon, M.G., and Zghal, M.C., 2001. Bread Properties and Crumb Structure. *Food Research International*, 34:841–64.
93. Schieberle, P., 1996. Intense Aroma Compounds. Useful Tools to Monitor the Influence of Processing and Storage on Bread Aroma. *Advances in Food Science*, 18:237–244.
94. Seçkin, R., 1971. Ekmeğin Kalitesi ile İlgili Faktörler. 2. Ekmekçilik Semineri. Türkiye Ticaret Odaları ve Ticaret Borsaları Birliği, Ankara.

95. Sıkılı, Ö.H., 2003. Nohut Mayasının Mikrobiyolojik ve Lezzet Karakteristiklerinin Araştırılması. Doktora Tezi, E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı, İzmir.
96. Tamerler, T., 1986. Ekşi Maya ile Buğday Ekmeğinin Hazırlanması ve Ekşi Maya Mikroorganizmaları. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4(1):99-110, İzmir.
97. Tamerler, T., 1987. Ekmek Lezzeti ve Etki Eden Faktörler. Ege Üni. Müh. Fak. Dergisi, 5 (2): 133-143, İzmir.
98. Tanaka, K., Furukava, K., Matsumoto, H., 1967. The Effect of Acid and Salt on the Farinogram and Extensogram of Dough. Cereal Chemistry, 44 (6), 675-679.
99. Türk Standartları Enstitüsü (TSE), 2006. Ekmek Analiz Yöntemleri, TS 5000.
100. Uluöz, M., 1965. Buğday, Un ve Ekmek Analiz Metotları. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No:57, E.Ü. Matbaası, İzmir.
101. Ünlütürk, A., ve Turantaş, F., 2003. Gıda Mikrobiyolojisi, sayfa:427-430, İzmir.
102. Ünsal, A., 2003. Nimet Geldi Ekine (Türkiye'nin Ekmek Öyküleri). Yapı Kredi Yayınları. ISBN: 975-08-0341-8, S. No:168-167, İstanbul.
103. Üren, A., 1999. Üç Boyutlu Renk Ölçüm Yöntemleri, Gıda vol. 24, no:3 s.193-200.
104. Yılmaz, M., 2002. Ekşi Hamur ile Ekmek Yapımı ve Ekşi Hamur Mikroflorası. Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Bilimi ve Teknolojisi Anabilim Dalı, Erzurum.
105. Yöndem, F., Özilgen, M., Bozoğlu, T.F., 1992. Kinetic Aspect of Leavening with Mixed Cultures of *Lactobacillus plantarum* and *Saccharomyces cerevisiae*. Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie, 25(2):162-167.
106. Zamora, A.F., and Fields, M.L., 1979. Nutritive Quality of Fermented Cowpeas (*Vigna sinensis*) and Chickpeas (*Cicer arietinum* L.). Journal of Food Science, 44:234–236.

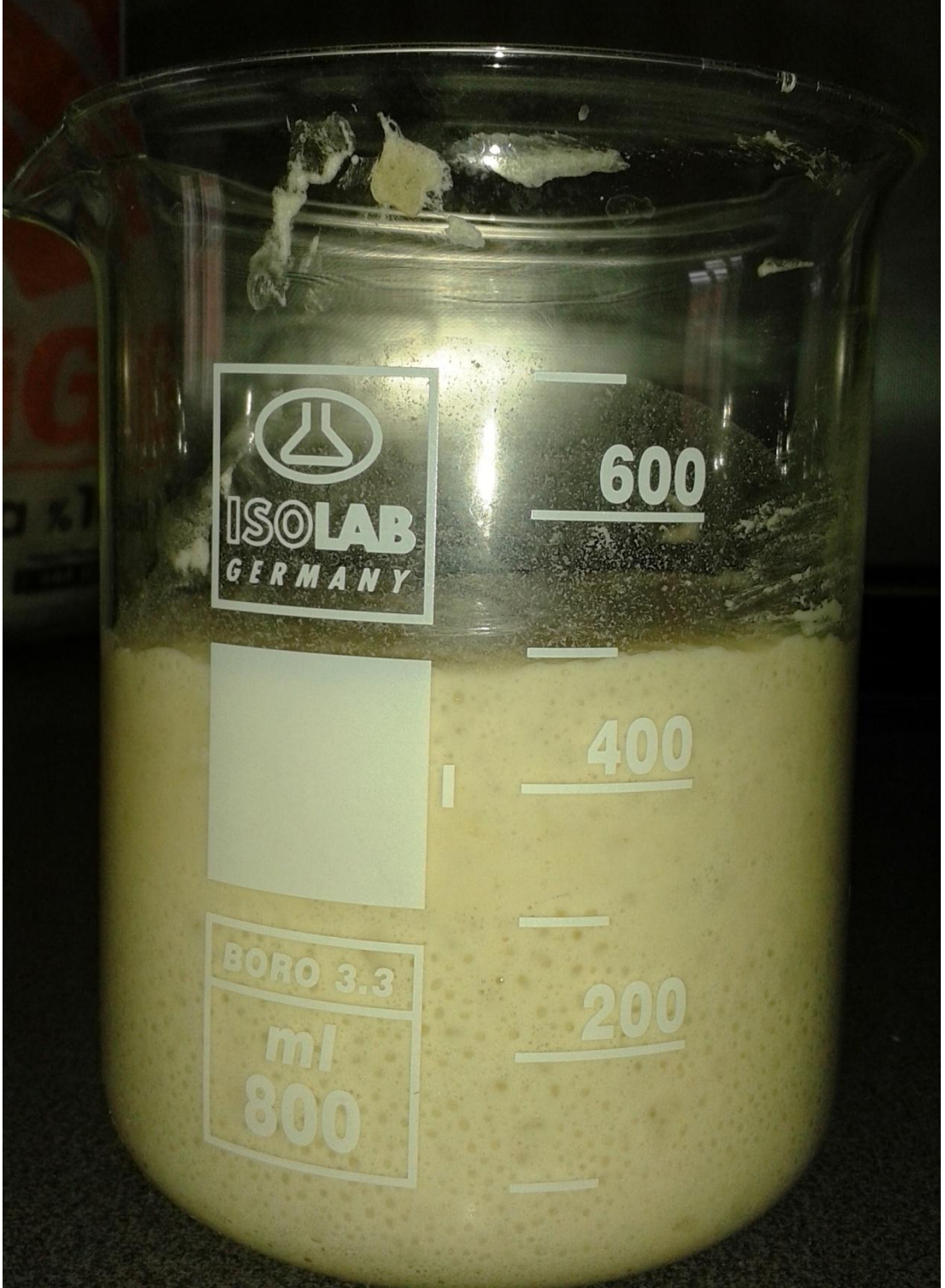
## 7. EKLER

### 7.1. Duyusal Analiz Formu

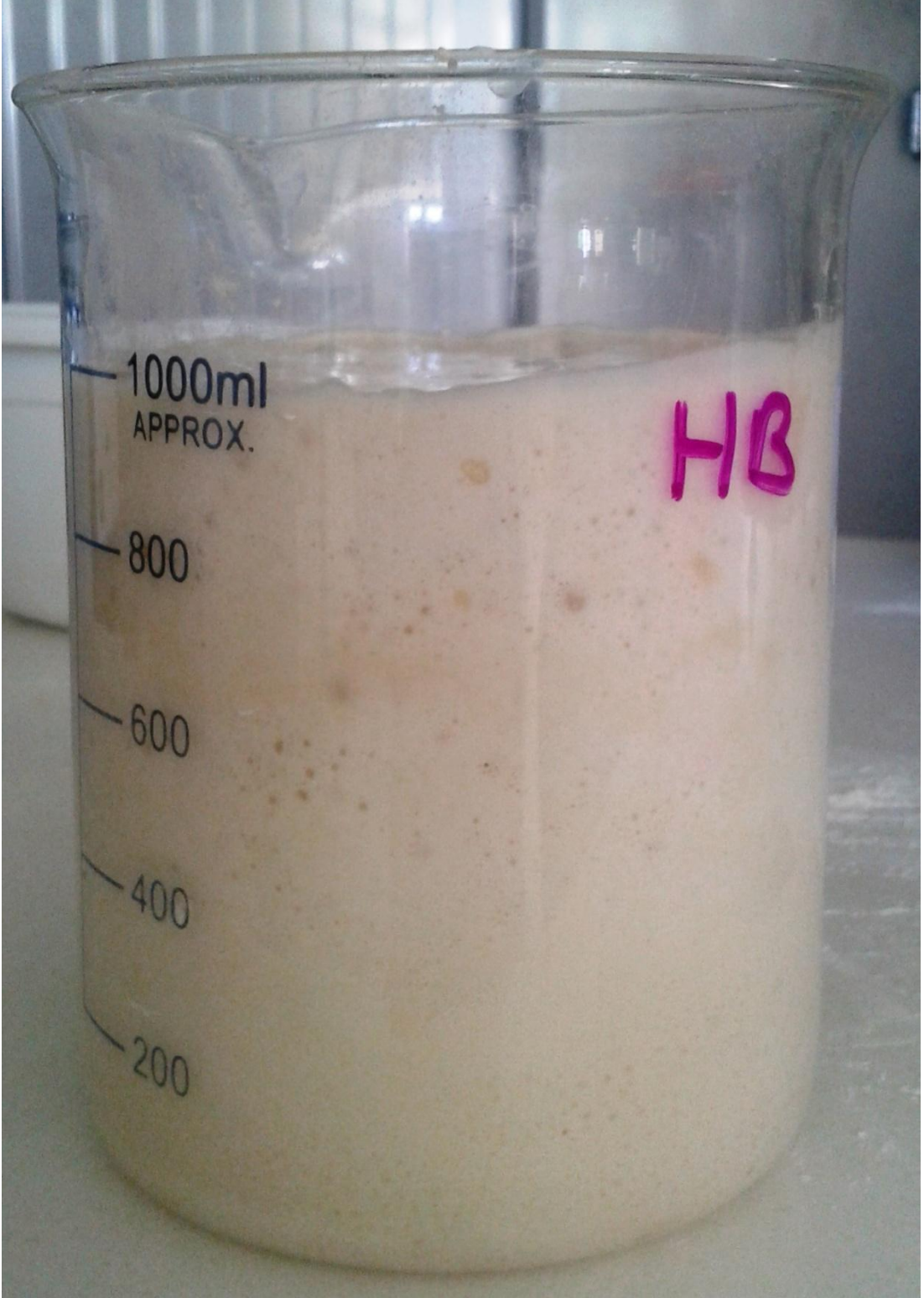
|   | HB | S | M |
|---|----|---|---|
| <b>Ekmek kabuğu rengi</b><br>1. Donuk, mat renkte, açık veya çok koyu yanık<br>5. Parlak, altın sarısı renkte   |    |   |   |
| <b>Ekmek içi rengi</b><br>1. Aşırı sarı veya koyu renk<br>5. Nohut mayalı ekmek renginde  |    |   |   |
| <b>Ekmek içi gözenek yapısı</b><br>1. Çok büyük düzensiz gözenekler<br>5. Simetrik küçük gözenekler   |    |   |   |
| <b>Ekmek içi sertliği</b><br>1. Çok sert, ufalanan bir yapıya veya çok yumuşak hamurlaşan bir yapıya sahip<br>5. Dişe gelir sertlikte, uygun çiğneme sertliğine sahip |    |   |   |
| <b>Ekmek içi elastikiyeti</b><br>1. Hiç elastik değil, elle bastırıldığında geri gelmeyen, ekmek içi hamurumsu<br>5. Çok elastik, elle bastırıldığında geri gelen     |    |   |   |
| <b>Çiğnenebilirlik</b><br>1. Ağızda uzun süre çiğnenen, yutmak için gerekli çiğneme süresi uzun<br>5. Kolay çiğnenip yutulan, yutmak için gerekli çiğneme süresi kısa |    |   |   |
| <b>Tat ve koku</b><br>1. Yavan veya yabancı tat ve kokuya sahip<br>5. Karakteristik nohut ekmeği tat ve kokusunda   |    |   |   |
| <b>Genel Beğeni</b><br>1. Hiç beğenmedim<br>2. Beğenmedim<br>3. Ne beğendim ne beğenmedim<br>4. Beğendim<br>5. Çok beğendim   |    |   |   |

**7.2. 16 Saatlik Fermantasyon Süresinin Ardından Fermantasyon Sıvısının Görünümü**

### 7.3. Ana Ekşinin Fermantasyon Sırasında Çekilen Görüntüsü



#### 7.4. Ana Ekşinin 2 Saatlik Fermantasyonun Ardından Çekilen Görüntüsü

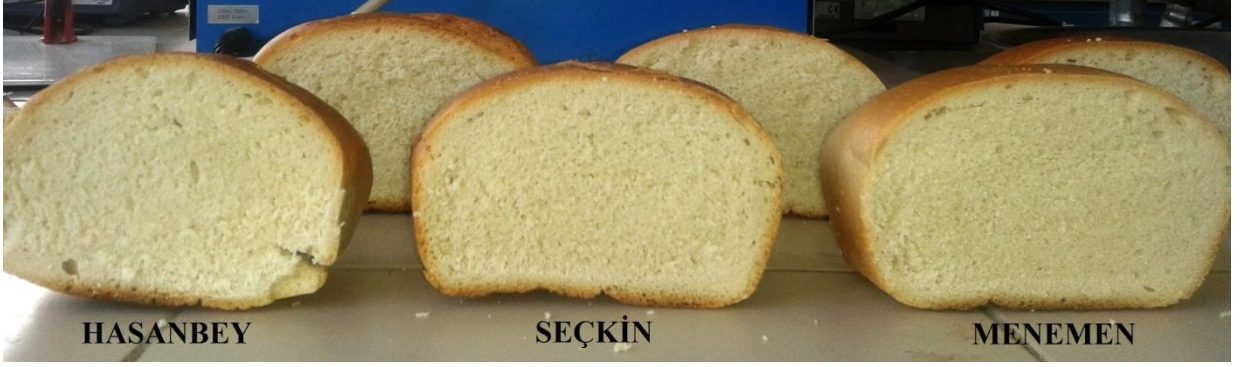


**7.5. Ekmek Hamurunun 1 Saatlik Fermantasyonun Ardından Çekilen Görüntüsü**

### 7.6. Simit Ekmeklerinin Pişirme İşleminde Sonra Çekilen Görüntüleri



### 7.7. Simit Ekmeklerinin İ Yapılarının Görünümü



**ÖZGEÇMİŞ****SELMAN KASIM**

Yeni Mahalle 4800 sk. No:26/6 Merkez/MANİSA

GSM: +90 544 255 05 92

E-mail: [selmankasim@gmail.com](mailto:selmankasim@gmail.com)**KİŞİSEL BİLGİLER**

Uyruğu : T.C  
 Doğum Yeri : BALIKESİR  
 Doğum Tarihi : 19.02.1988  
 Askerlik Durumu : Şubat 2014 tarihine kadar tecilli  
 Medeni Durum : Bekar

**EĞİTİM DURUMU**

2013 yaz dönemi :Corvinus University of Budapest / MACARİSTAN (Erasmus Öğrenci Değişim Programı-Staj Hareketliliği) Master Derecesi  
 2012 2. Yarıyılı :University of Agriculture Science and Veterinary Medicine (USAMV) Cluj-Napoca/ROMANYA (Erasmus Öğrenci Değişim Programı-Eğitim Hareketliliği) Master Derecesi  
 2010/Devam Ediyor :CBÜ Gıda Mühendisliği, Hububat Teknolojisi, Yüksek Lisans  
 2006/2010 :Celal Bayar Üniversitesi-MANİSA, Gıda Mühendisliği 2010 Mezunu  
 2008/Devam Ediyor :Anadolu Üniversitesi İşletme Fakültesi İşletme Bölümü 4. Sınıf Öğrencisi  
 2002/2005 :Muharrem Hasbi Koray Anadolu Lisesi-BALIKESİR

**YAYINLAR**

01.09.2012 İçier F., Kasım S., Ergün K., Bayraktaroğlu G., 2012. Farklı Lokum Çeşitlerinin Depolama Süresince Bazı Kalite Özelliklerindeki Değişimin İncelenmesi. Akademik Gıda Dergisi, vol. 9, s. 31-39.  
 10.05.2012 Kasım S., and Ağuş B., 2012. Maillard Reactions and Its Role in Cereal Products. International Conferance Students for Students, Cluj-Napoca, Romania.

- 16.09.2010 Söbeli C., Kasım S., Çatal A., 2010. Aktif ve Akıllı Paketleme Sistemleri. Uluslararası Ambalaj Kongresi ve Çalıştayı, İstanbul.
- 15.04.2010 Yeyinli N., Kasım S., Çatal A., 2010. Farklı Un Çeşitleri ile Yapılan Eriştelerin Kalite Özellikleri. Uluslararası Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, Tekirdağ.

### PROJE VE STAJLAR

- 29.10.2013 Akdeniz Gençlik ve Barış Gemisi Projesi (T.C. Gençlik ve Spor Bakanlığı)
- 19.11.2012 Uluslararası İlişkiler Ofisi / Celal Bayar Üniversitesi  
(5 ay) (Kısmi zamanlı çalışan)
- 01.11.2011 ETV (Yerel Televizyon Kanalı) /MANİSA  
(4 ay) Ana Haber Bülteni Spikerliği
- 04.07.2011 KESKİNOĞLU Şirketler Grubu AKHİSAR  
(2 ay) (İş Sağlığı ve Güvenliği-Acil Durum Planlarının Hazırlanması-/PROJE)
- 19.10.2010 İŞ SAĞLIĞI ve GÜVENLİĞİ Danışman Yardımcılığı  
(2 yıl) YETKİN DANIŞMANLIK/MANİSA (Çalıştığımız bazı firmalar: EGEM AMBALAJ, POLLY BOOT, NEKA KALIP, YONSAN, ÖZTAŞ, DOĞUŞ VANA, SELKASAN, TEKPAR, BAŞARANLAR)
- 05.07.2010 KESKİNOĞLU Şirketler Grubu AKHİSAR  
(2 ay) (İş Sağlığı ve Güvenliği-Ortam ve Makine Risk Analizleri-/PROJE)
- 06.07.2009 Arı Rafine Yağ San. ve Ticaret A.Ş. BALIKESİR  
30 iş günü (Üretim ve Laboratuvar/STAJ)
- 12.02.2009 ÖZDAMARLAR-HAS Un ve Yem Sanayi Fabrikaları A.Ş. BALIKESİR  
30 iş günü (Üretim ve Laboratuvar/STAJ)
- 01.08.2008 KAY Mar Tüketim Maddeleri İthalat İhracat Sanayi Tic. A.Ş. BALIKESİR  
30 iş günü (Üretim ve Laboratuvar/STAJ)

### YABANCI DİL

İngilizce: İyi Derece  
İtalyanca: Orta Derece  
Fransızca: Başlangıç Seviyesinde

### BİLGİSAYAR

Microsoft Ofis Windows 7, SAS (İstatistik Programı), AutoCAD (Orta Seviye)

## ÜYE OLDUĞU DERNEK VE KURULUŞLAR

TEMA Vakfı  
ELGINKAN Vakfı- MANİSA  
TOPLUM GÖNÜLLÜLERİ-MANİSA (TOGMAN)  
Gıda Mühendisleri Odası (GMO)  
Manisa Teknik Elemanlar Derneği (MATED)  
Genç Yatırımcılar Kulübü (GEYAK)  
Girişimci Genç Mühendisler Kulübü (GİGEM)  
Manisa Gençlik Merkezi (MAGEM)

## EĞİTİMLER (SEMİNER-KURS)

- \* İthalat-İhracat (Dış Ticaret)
- \* İş Sağlığı ve Güvenliği
- \* HACCP 22000-2005 Güvenli Gıda Yönetim Sistemi
- \* TS-EN ISO 9001-2008 Kalite Yönetim Sistemleri
- \* Toplam Kalite Yönetimi
- \* Kuruluş İçi Kalite Denetçisi
- \* Değişim ve Sürekli İyileştirme (KAIZEN)
- \* Zaman Yönetimi
- \* Stres Yönetimi
- \* Kriz Yönetimi
- \* Proje Yönetimi
- \* 5 S Prensipleri

- \* Diksiyon
- \* Sözsüz İletişim (Beden Dili)
- \* NLP (Beyin Dili Programı)
- \* Aile İçi İletişim
- \* İş ve İnsan İlişkileri
- \* İnsan Kaynakları Yönetimi
- \* Sorun Çözme Teknikleri
- \* İş Dünyasında Paradigma
- \* Kişisel Kaliteyle Markalaşma