

**GELENEKSEL AFYONKARAHİSAR EKMEĞİ  
ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMURLARIN  
FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE HAMUR  
FERMANTASYONUNDA ROL ALAN MAYALARIN  
İZOLASYON VE TANIMLANMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ayşenur DENİZKARA**

Danışman

**Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK**

İkinci Danışman

**Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Kasım 2021**

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ**  
**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GELENEKSEL AFYONKARAHİSAR EKMEĞİ ÜRETİMİNDE**  
**KULLANILAN HAMURLARIN FİZİKOKİMYASAL**  
**ÖZELLİKLERİ İLE HAMUR FERMANTASYONUNDA ROL ALAN**  
**MAYALARIN İZOLASYON VE TANIMLANMASI**

**Ayşenur DENİZKARA**

**Danışman**

**Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK**

**İkinci Danışman**

**Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**Kasım 2021**

## TEZ ONAY SAYFASI

Ayşenur DENİZKARA tarafından hazırlanan “Tez Onay Sayfası” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 10/ 11 /2021 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

**İkinci Danışman** : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA

**Başkan** : Prof. Dr. Mehmet Musa ÖZCAN  
Selçuk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

**Üye** : Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Prof. Dr. Yahya TÜLEK  
Pamukkale Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Prof. Dr. Harun DIRAMAN  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

**Üye** : Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA  
Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun  
..... /..... /..... tarih ve  
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....  
Prof. Dr. İbrahim EROL

Enstitü Müdürü

**BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI**  
**Afyon Kocatepe Üniversitesi**

**Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;**

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

**beyan ederim.**

**30/11/2021**

**Ayşenur DENİZKARA**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### GELENEKSEL AFYONKARAHİSAR EKMEĞİ ÜRETİMİNDE KULLANILAN HAMURLARIN FİZİKOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ İLE HAMUR FERMANTASYONUNDA ROL ALAN MAYALARIN İZOLASYON VE TANIMLANMASI

Ayşenur DENİZKARA

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Danışman:** Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

**İkinci Danışman:** Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA

Bu araştırmada Afyonkarahisar bölgesinde faaliyet gösteren fırınlardan temin edilen 25 farklı ekşi hamur örneğinin fizikokimyasal bileşenleri ile ekşi hamur içerisindeki mevcut maya türlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin kuru madde değerleri (%) 38,07 ile 55,83 arasında değişim göstermiş olup ortalama kuru madde değeri (%) 48,64 olarak tespit edilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin pH değerleri ise 3,53 ile 5,12 arasında değişim göstermiş olup örneklerin ortalama pH değeri 4,10 olarak belirlenmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin su aktivitesi değeri ( $a_w$ ) 0,726 ile 0,809 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama  $a_w$  değeri ise 0,773 olarak hesaplanmıştır. Ekşi hamur örneklerinin  $L^*$  değeri 79,72 ile 88,96,  $a^*$  değeri 2,79 ile 6,57 ve  $b^*$  değeri 9,06 ile 16,53 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama  $L^*$  değeri 86,58,  $a^*$  değeri 4,09 ve  $b^*$  değeri ortalaması 13,46 olarak tespit edilmiştir. Afyonkarahisar ilinde faaliyet gösteren 25 farklı fırından alınan ekşi hamur numunelerinden izole edilen maya türlerinin identifikasyonu sonucunda ekşi hamur florasında en fazla *Saccharomyces cerevisiae* (%68) türü maya tespit edilmiş olup bunu *Kluyveromyces lactis* (%44) takip etmiştir.

2021, xi + 84 sayfa

**Anahtar Kelimeler:** Afyonkarahisar, Ekşi Hamur, İdentifikasyon, İzolasyon.

## **ABSTRACT**

M.Sc. Thesis

### **THE PHYSIOCHEMICAL PROPERTIES OF DOUGH USED IN THE PRODUCTION OF TRADITIONAL AFYONKARAHİSAR BREAD AND ISOLATION AND IDENTIFICATION OF THE YEAST THAT PLAY A ROLE IN THE DOUGH FERMANTATION**

Ayşenur DENİZKARA

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

**Supervisor:** Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK

**Co-Supervisor:** Asst. Prof. Gökhan AKARCA

In this study, it was aimed to determine the physicochemical components of 25 different sourdough samples obtained from the bakeries operating in the Afyonkarahisar region and the existing yeast species in the sourdough. The dry matter values (%) of 25 different sourdough samples examined varied between 38.07 and 55.83, and the average dry matter value (%) was determined as 48.64. The pH values of the sourdough samples varied between 3.53 and 5.12, and the average pH value of the samples was determined as 4.10. It was determined that the water activity value ( $a_w$ ) of 25 different sourdough samples examined varied between 0.726 and 0.809. The average  $a_w$  value of the samples was calculated as 0.773. It was determined that the  $L^*$  value of the sourdough samples varied between 79.72 and 88.96, the  $a^*$  value between 2.79 and 6.57 and the  $b^*$  value between 9.06 and 16.53. The average  $L^*$  value of the samples was determined as 86.58, the  $a^*$  value was 4.09 and the average  $b^*$  value was 13.46. As a result of the identification of yeast species isolated from sourdough samples taken from 25 different bakeries operating in Afyonkarahisar province, *Saccharomyces cerevisiae* (68%) yeast was detected the most in the sourdough flora, followed by *Kluyveromyces lactis* (44%).

**2021, xi + 84 pages**

**Keywords:** Afyonkarahisar, Sourdough, Identification, Isolation.



## TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarında dolayı tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Ramazan ŞEVİK ve Sayın Dr. Öğr. Üyesi Gökhan AKARCA ve tüm hocalarıma saygılarımı sunarım. Eğitimime başladığım andan itibaren her türlü desteği sunan beni yreklendiren ve cesaretlendiren yüksek lisans yapma sebebim Vasıf GÜNEY' e ve beni bu günlere getiren her zaman maddi manevi desteğini gördüğüm aileme en içten duygularımla teşekkür ederim.

Ayşenur DENİZKARA

Afyonkarahisar 2021

## İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ .....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
RESİMLER DİZİNİ .....	xi
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR.....	5
2.1 Ekmekçilik Tarihi .....	5
2.2 Ekmeğin Besin Değeri .....	9
2.3 Dünyada Ekşi Hamur Kullanımı.....	12
2.4 Ekşi Hamurdan Üretilen Ekmeğin Beslenmedeki Önemi .....	13
2.5 Ekmeğin Temel Bileşenleri .....	15
2.5.1 Karbonhidrat .....	15
2.5.2 Protein .....	15
2.5.3 Lipid .....	16
2.5.4 Enzim .....	16
2.5.5 Mineral Maddeler.....	16
2.5.6 Su .....	17
2.5.7 Maya.....	17
2.6 Ekşi Hamur Ekmeği Yapımında Kullanılan Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların Özellikleri .....	18
2.6.1 Mayanın Beslenmesi .....	25
2.6.2 Mayaların Gelişimine Etki Eden Faktörler .....	27
2.7 Ekşi Hamur Üretim Metotları .....	29
3. MATERYAL ve METOT .....	41
3.1 Materyal .....	41
3.1.1 Ekşi Hamurun Fiziko-kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi.....	41

3.1.1.1 pH.....	41
3.1.1.2 Renk Ölçümü.....	41
3.1.1.3 % Kuru Madde Tayini.....	42
3.1.1.4 Su Aktivitesi ( $a_w$ ).....	42
3.1.2 Ekşi Hamur Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri.....	42
3.1.2.1 Ekşi Hamur Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması.....	43
3.1.2.2 Maya İzolasyonu .....	43
3.1.2.3 Şeker Fermantasyonu .....	44
3.1.2.4 Gram Boyama.....	45
3.1.3 İstatistiksel Analizler.....	46
4. BULGULAR .....	47
4.1 Araştırmada Kullanılan Ekşi Hamur Örneklerinin Fiziko-kimyasal Özellikleri ..	47
4.1.1 Ekşi Hamur Örneklerinin % Kuru Madde Değerleri .....	47
4.1.2 Ekşi Hamur Örneklerinin pH Değerleri .....	48
4.1.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Değerleri.....	49
4.1.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Renk Analizleri.....	51
4.1.4.1 L* Değerindeki Değişmeler .....	51
4.1.4.2 a* Değerindeki Değişmeler .....	53
4.1.4.3 b* Değerindeki Değişmeler.....	54
4.2 Ekşi Hamur Örneklerinden Tanımlanan Maya Türleri.....	56
5. TARTIŞMA.....	59
5.1 Ekşi Hamur Örneklerinin % Kuru Madde Değerleri .....	59
5.2 Ekşi Hamur Örneklerinin pH Değerleri.....	59
5.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Değerleri .....	61
5.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Renk Analizi Değerleri .....	61
5.5 Ekşi Hamur Örneklerinden İzole Edilen Maya Türleri .....	62
6. SONUÇ.....	64
7. KAYNAKLAR.....	66
ÖZGEÇMİŞ.....	84

## SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

### Simgeler

---

H <sub>2</sub> O	Su
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
g	Gram
mg	Miligram
kg	Kilogram
ml	Mililitre
kcal	Kilokalori
°C	Derece Santigrat
Ca	Kalsiyum
α	Alfa
Ni	Nikel
Mn	Mangan
Cu	Bakır
Co	Kobalt
F	Flor
K	Potasyum
Mg	Magnezyum
P	Fosfor
Se	Selenyum
β	Beta
pm	Pikometre
Br	Brom
I	İyot
B	Bor
Al	Alimünyum
log	Logaritma
%	Yüzde

### Kısaltmalar

---

ABD	Amerika Birleşik Devletleri
a <sub>w</sub>	Su Aktivitesi
DRBC	Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
GRAS	Generally Recognized As Safe
KM	Kuru Madde
kob	Koloni Oluşturma Birimi
LAB	Laktik Asit Bakterileri
Log	Logaritmik
M.Ö	Milattan Önce
PDA	Potato Dekstroz Agar
pH	Potansiyel Hidrojen
TGK	Türk Gıda Kodeksi
vb.	Ve Benzeri
vd.	Ve Diğerleri

---

## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Şekil 4.1</b> Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerlerinin dağılımları. ....	48
<b>Şekil 4.2</b> Ekşi hamur örneklerinin pH değerlerinin dağılımı ( $p < 0.05$ ). ....	49
<b>Şekil 4.3</b> Ekşi hamur örneklerinin su aktivitesi ( $a_w$ ) değerlerinin dağılımı. ....	51
<b>Şekil 4.4</b> Ekşi hamur örneklerinin $L^*$ değerlerinin dağılımı. ....	52
<b>Şekil 4.5</b> Ekşi hamur örneklerinin $a^*$ değerlerinin dağılımı. ....	54
<b>Şekil 4.6</b> Ekşi hamur örneklerinin $b^*$ değerlerinin dağılımı. ....	55
<b>Şekil 4.7</b> Toplam 25 farklı ekşi hamur örneğinde izole edilen maya türlerinin yüzde oranları. ....	57

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Çizelge 2.1</b> Ekmek mayasının biyokimyasal kompozisyonu. ....	21
<b>Çizelge 4.1</b> Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerleri. ....	47
<b>Çizelge 4.2</b> Ekşi hamur örneklerinin pH değerleri. ....	48
<b>Çizelge 4.3</b> Ekşi hamur örneklerinin su aktivitesi ( $a_w$ ) değerleri.....	50
<b>Çizelge 4.4</b> Ekşi hamur örneklerinin $L^*$ değerleri.....	51
<b>Çizelge 4.5</b> Ekşi hamur örneklerinin $a^*$ değerleri. ....	53
<b>Çizelge 4.6</b> Ekşi hamur örneklerinin $b^*$ değerleri. ....	54
<b>Çizelge 4.7</b> Toplam 25 farklı ekşi hamur örneğinden izole elde edilen maya türleri, izole edildikleri örnek sayıları ve yüzde oranları.....	56
<b>Çizelge 4.8</b> İzole edilen maya türlerinin şeker fermantasyonu. ....	58

## RESİMLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
<b>Resim 3.1</b> Maya saflaştırma işlemi, .....	44
<b>Resim 3.2</b> Şeker içinde inkubasyona bırakılan mayalar. ....	45
<b>Resim 3.3</b> İnkubasyon sonucu mayaların oluşturduğu gaz.....	45
<b>Resim 3.4</b> Maya gram boyama. ....	46

## 1. GİRİŞ

Ucuz, doyurucu ve zengin enerji kaynağı olması yönünden önemli bir gıda maddesi olan ekmek nötr tat ve aromaya sahip olması sebebiyle günlük diyetle iyi bir taşıyıcı rol üstlenmektedir. Bu nedenle sofralardan eksik edilmeyen en besleyici gıda olma özelliğini taşımaktadır. Ekmek bileşimindeki yüksek karbonhidrat içeriğinden dolayı iyi bir enerji kaynağıdır. Genel olarak bir ekmeğin bileşimi, %50,5 karbonhidrat, %37 su, %8,7 protein, %3,2 yağ ve %2 kül olup 100 g ekmek ortalama 270 kcal enerji temin edilmektedir (Gerçekaslan vd. 2008, Yüksel 2014).

“Ekşi hamur”, tarihten günümüze kadar pişirme amaçlı kullanılan geleneksel fermantasyon türlerinden biridir (Behera ve Ray 2015). Hububat fermantasyonu mayaların ve laktik asit bakterilerinin (LAB) simbiyotik yaşamları ile elde edilen; tarihi Mısır'a uzanan eski fermantasyon proseslerindedir (Poutanen vd. 2009). Ekşi hamur ekmeği elde etmek için faydalanmış olduğumuz birincil bakteri laktik asit bakterileridir (Couch 2016). Doğal yollarla elde edilen ekşi hamurun, buğday ve çavdar ekmeklerinde raf ömrü, yapı, tat ve besleyicilik özelliklerini iyileştirdiği yapılan çalışmalar neticesinde kanıtlanmıştır. Ekşi hamurun ana işlevi, daha fazla kabaran ekmek üretmek için hamura katılıp mayalanmasını sağlanmaktadır. Tüketicilerin daha çok organik olarak üretilen, lezzetli ve sağlıklı gıdalara olan isteğinin artması doğrultusunda son yıllarda, geleneksel yöntemlerle üretilen ekşi hamur ekmeğine olan talep de artmıştır (Behera ve Ray 2015).

Ekşi hamur metodunun temeli; normal kültür mayaları ile beraber havadan ve hamur üretimi sırasında kullanılan diğer maddelerden bulaşan yabancı mayaların, laktik, asetik ve sitrik asit bakterilerin etkin olduğu bir miktar hamurdan, bir dahaki üretimde maya olarak faydalanmaktadır (Elgün ve Ertugay 2002). Ekşi hamur kullanılarak ekmek yapımı; un ve sudan meydana gelen harcın mayalanması ile elde edilen en önemli mayalama tekniklerinden birisidir. Bu mayalama metodu buğday ve çavdarın üretimi kadar eski ve gelenekseldir. Ekşi hamur doğru oranlarda ve şartlarda hamura katıldığında ekmekte yükseklik, yapı, tat, aroma ve besleyici özelliklerine olumlu etki ederken; taze kalma süresinin artmasına, ekmekte küf ve bakteri oluşumunu engellemekte etkili olmaktadır. Tüm bu etkenler ekşi hamurdaki laktik asit fermantasyonu, proteoliz,



ekzopolisakkaritlerin oluşumu ve bazı uçucu antimikrobiyal bileşiklerin oluşmasından etkili yerleşmiş bakteriler ile bağdaştırılmaktadır (De Vuyst 2014, Minervini 2014, Moroni 2009).

Geleneksel ekmek üretiminin, ekşi hamur fermantasyonu ile gerçekleştirildiği ifade edilmektedir. Ekşi hamur fermantasyonu ile ekmek üretimi Dünya çapında uygulanan ve geçmişi çok eskilere dayanan biyoteknolojik bir proses olarak bilinmektedir (De Vuyst vd. 2017). Ekşi hamur sadece ekmek üretiminde değil aynı zamanda çerez, kraker, pizza gibi bazı gıdaların üretimlerinde de kullanılabilirdiği bildirilmiştir. (Minervini vd. 2014).

Bugün Dünyada, hamur yapımında faydalanılan ekmek mayası oranının %2-3'den %5-6'a yükseltilmesiyle birlikte, ekşi hamur kullanımının tamamen bırakılması ve mayalanma zamanının minimuma kadar azaltılması sebebiyle, normal ekmek aromasından çok farklı, sünger yapısında ve kek benzeri ekmekler insanların tüketimine takdim edilmektedir. Fakat çok fazla tüketimi olan ekmeğin beklenen nitelikte bir aroma kazanması için, gereken süre kadar fermantasyona bırakılmaları gerekmektedir. Bu sebeple üreticiler git gide saf maya ya da starter kültür kullanımına yönelmişlerdir (Göçmen ve Gürbüz, 2000).

Starter kültür, kontrollü şartlarda standart kalitede ürün üretmek için gıda sanayinde kullanılan mikroorganizmalardır” olarak tarif edilmektedir. Bu tanımdan yola çıkarak “yoğurt mayası, ekmek mayası, şarap mayası” da birer starter kültürdür (Halkman ve Taşkın 2001). Ekmek hamuru fermantasyonunda aktif olan laktik asiti meydana getiren mikroorganizmalardan *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Pediococcus* ve *Leuconostoc* gibi türler bazı araştırmacılar tarafından izole edilmiş ve zamanla içinde bazı ekmek türlerindeki ürün gelişimini sağlayan kuru-donmuş formda ticari kültür preparatları üretimine geçilmiştir (Akgün 2007).

Ekşi hamurun karakteristik özelliklerinin oluşmasında maya ve bakterilerin simbiyotik yaşamları sonucunda oluşan doğal bir flora etkili olmaktadır (Göçmen 2001). Ekmekçilikte yararlanılan maya türleri asırlar süren deneyimlerin neticesinde geliştirilmiştir. En kaliteli ekmek yapımı için maya grupları üzerine yapılan araştırmalar sürmektedir, bu konuda gelişen teknolojiden de faydalanılmaktadır (Angelow vd. 1996).

Ekşi hamurun çok kompleks bir mikrofloraya sahip olması anlaşılmasını sınırlandırmaktadır (Carnevali vd. 2007). Ekşi hamur tekniğinden yararlanılarak, bazı ülkelerde laktik starter kullanılmasına önem verilmeye başlanmış ve fermantasyonu kontrol altında tutup garanti güvenceye almak amacıyla saf LAB elde edilen starter kültürden faydalanma üzerinde durulmuştur (Göçmen ve Gürbüz 2000).

Ekşi hamur mikroflorasının belirlenmesi ile fermantasyonda rol oynayan organizmaların ürettikleri aroma bileşenlerin karakterizasyonu sonucunda bu tip ürünlerin üretimini standardize edecek starter kültürlerin geliştirilmesi mümkündür (Sıkılı ve Karapınar 2002). Bu nedenle ekşi hamur üretiminde kullanılacak starter kültürlerin çok dikkatli bir şekilde seçilmesi gerekmektedir (Carnevali vd. 2007).

Aynı zamanda kalitenin daha iyi hale gelmesi amacıyla saf maya ve bakteri kültürlerinden yararlanarak gerçekleştirilen fermantasyon teknikleri hakkında araştırmalar yürütülmektedir. Ekşi hamur florasında maya ve bakteriler birlikte faaliyet göstermesinden dolayı, bu teknik doğal fermantasyona dayalı olmakta ve ekşi hamurdan üretilen ekmek; yüksek hacim, kuvvetli tat, makbul bir ekmek yapısı ve bayatlama süresini uzattığı için kullanılma sebeplerindedir. Ekşi hamurdaki baskın mikrobiyotada maya ve LAB'nin hakim olması sebebiyle, fermantasyonu denetlemek ve garantide tutabilmek amacıyla, saf laktik asit bakterilerinin bulunduğu starter kültür kullanımına önem verilmekte ve bununla ilgili çalışmalar yapılmaktadır. Ekşi hamur florasının ekmek özellikleri üzerine birçok iyileştirici etkisi olduğu araştırmalar sonucunda saptanmıştır (Göçmen 2001).

Bu araştırmada kullanılan ekşi hamurlar Afyonkarahisar'a has geleneksel gıda olan Afyonkarahisar Patatesli Ekmeği hamurundan sağlanmıştır. Bu ekmeğin üretiminin tüm mertebeleri özel metotlar icap eden, raf ömrü uzun, doyurucu ve besin değeri yüksek, katkı maddesi içermeyen yalnızca patates ile çeşni verilen, ekşi hamurlu, yuvarlağımsı somun biçimde ve kendisine özgü kızarmış renkte bir ekmek türüdür. Afyonkarahisar Belediye Başkanlığı'nın 29 Ocak 2018 tarihinde Afyonkarahisar Patatesli Ekmeği için yapmış olduğu coğrafi işaret müracaatı, 6 aylık süren bir değerlendirme sonucunda 30 Temmuz itibariyle TPE tarafından tescillenmiştir. Coğrafi hudutları, Afyonkarahisar ili

olarak bildirilen Afyonkarahisar Patatesli Ekmeğinin coğrafi işaret çeşidi menşe adı olarak yapılmıştır (İnt. Kyn. 1).

## 2. LİTERATÜR

### 2.1 Ekmekçilik Tarihi

Ekmek, geçmişi Neolitik çağa dayanmaktadır. Genellikle fırında pişirilerek hazırlanan insan beslenmesinde önemli yeri olan bir gıda maddesidir (Mondal ve Datta 2008). Dünyada çok fazla tüketilen ekmek; esas indirgent olarak buğday unu, maya, su ve tuzun belli nicelikte karıştırılıp yoğurulması, yöntemine göre dinlenmesi ve harcın belirlenen süre boyunca mayalamaya bırakılıp pişirilmesi ile üretilen temel bir gıda maddesidir (Elgün ve Ertugay 1997).

Ekmek yüksek enerji kaynağı olması nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Ülkemizde de diğer gıdalara göre daha ucuz ve doyurucu olduğu için beslenme ve sosyo-ekonomik kaynaklardan dolayı ekmek insanlar için vazgeçilmez bir gıdadır (Göçmen 2001). 19. yüzyıla gelindiğinde ekmekçilik mikroorganizmaların ve mayaların tanınmasıyla bir bilim ve sanayi dalı haline gelmiştir (Tamerler 1986).

Türk Gıda Kodeksi, tebliğ numarası 2012/2 olan Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği'ne göre ekmek; ‘buğday ununa; su, tuz, maya (*S. cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğurulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürün” olarak ifade edilmektedir (TGK 2012). Ekşi hamur şu ise şekilde tanımlanmaktadır; ekmek hamurunun yani ekmeklik un ve su karışımının uygun fermantasyon koşullarında bekletilmesi ya da LAB ilavesiyle gaz oluşması ile tadın ekşimesi ve koku oluşması sonucu oluşan hamurdur (TGK 2012).

Ekşi hamurun keşfinin milattan önce 1800 senelerinde bir miktar hamurun bir yerde unutulmasıyla bir rastlantı sonucunda keşfedildiği düşünülmektedir (Kalkışım vd. 2012). Ekşi hamurdan ekmek üretimi ilk olarak Mısır'da yapılmıştır (Hammes vd. 2005). Yoğurulan ve serin yerde unutulmuş bir miktar hamur parçasının bekletildikten sonra hamura katıldığında hamurda gaz kabarcıkları olduğu gözlenmiştir. Bir tesadüf sonucu keşfedilen bu maya ekşi hamur olarak adlandırılmıştır. Ekşi hamurdan Dünyanın birçok

yerinde ekmek ve çeşitli gıdaların üretiminde faydalanılmaktadır (Kalkışım vd. 2012). Tarihten günümüze gelen başka bir rivayete göre ise ekşi hamurla yapılan ekmeğin M.Ö. 168 yılında Roma’da ortaya çıktığı ve buradan Avrupa’ya yayıldığı yönündedir (Hansen ve Schieberle 2005).

Geçmiş yıllardan beri insan beslenmesinde önemli bir yeri bulunan ekmek üretimi başlangıçta taş ile ezilen buğdayın, su ile karıştırıldıktan sonra, kızgın tavalarda harlanarak pişirilmesiyle başlamıştır ve zamanla birçok ilerleme kaydederek, günümüzde ileri teknolojilerden faydalanılan bir bilim dalı olmuştur (Göçmen 1996). Ekşi hamur ile ilgili Avrupa’da 5000 yıl öncesine ait bulgulara rastlanılmış ve bu gıda maddesinin 19. yüzyıla kadar ekmek üretiminde kabartıcı ajan olarak sıklıkla kullanıldığı görülmüştür (De Vuyst ve Neysens 2005). Ekşi hamur kullanılarak Dünya çapında yıllık 3 milyon tondan fazla miktarda ürün üretilmektedir (Vogel vd. 2011).

Fırıncılık ürünleri günümüze kadar gelişerek birçok çeşit ile ulaşmıştır (Hammes vd. 2005). Anadolu’nun en eski uygarlıklarından olan Hititler ekmekçilik alanında ilerlemiş ve 180-200 çeşit ekmek üretmişlerdir. Ayrıca Hititler yapmış oldukları ekmekleri tabiattaki objelere benzetip hawiyassi (kuzu şeklinde ekmek), sahsa ninda (domuz şeklinde ekmek), ninda libbu (kalp şeklinde ekmek), ninda rittu (el şeklinde ekmek) olarak adlandırmışlardır. İçerdikleri maddelere bakarak ballı ekmek, zeytinli ekmek, bezelyeli ekmek, baharatlı ekmek gibi türleri de vardır (Şimşek 2019).

Ekmek tarihine bakıldığında basit çömlek kaplarda başlayan üretim farklı aşamalardan geçerek günümüzde bilgisayar kontrollü fırınlarda üretilmeye başlanmıştır. İngiltere’de ekmeğin %78’i ekmek fabrikalarında üretilirken birçok ülkede ekmek üretimi halen küçük ölçekli fırınlarda yapılmaktadır (Jenson 1998). Ekmekler pişirilirken; sac, tandır, fırın dan yararlanılmaktadır (Ünsal 2016). Anadolu’da toprağı kazarak açılan çukurlarda tandır olarak isimlendirilen yapıların tabanına yakılan ateşin ısıyla duvara yapıştırılan hamuru pişirmesi neticesinde üretilen ekmek tandır ekmeği olarak isimlendirilmektedir. Ateşin üstüne yerleştirilen saça koyulan hamurun pişirilerek ekmek üretilmektedir. Güveç kaba yerleştirilen hamurun küle gömüldüğünde külün sıcaklığında pişmesi sonucunda ekmek üretilmektedir. Bazı bölgelerde taş kullanarak elde edilen pileki olarak

isimlendirilen iç bükey biçiminde kapların içerisine yerleştirilerek kapanan hamurun kül veya ateşe gömülmesiyle de ekmeğin üretimi yapılmaktadır (Ögel 1991, Oğuz 2002, Uzun ve Uzun 2008).

Geçmişten günümüze kadar ekşi hamur geniş bir coğrafyada ekmeğin, kek ve kraker üretim sanayide yararlanılmaktadır. Geleneksel yöntemlerle elde edilen mayalardan üretilen ekmeğin türlerine son zamanlarda yabancı ekmeğin çeşitlerinin de eklenmesiyle beraber, birçok ekmeğin çeşidinden bahsedilmeye başlanmıştır (Göçmen 2001). Ayrıca ekşi hamur ve ekmeğin kullanılan tahıl çeşidine ve üretim yöntemine göre çeşitlilik göstermektedir (Corsetti ve Settanni 2007). Dünya çapında üretilen bazı ekmeğin çeşitleri mayasız ekmeğin, ekşi hamur ekmeği, Fransız ekmeğin, kahverengi ve tam buğdaylı ekmeğin, buğday tohumu ekmeğin, yüksek proteinli ekmeğin, yüksek lifli ve çok tahıllı ekmeğin, yumuşak tahıl ekmeğin, etnik tahıllı ekmeğin, yüksek lifli ekmeğin, malt ekmeğin, buğday dışında tahıl ekmeğin, gevrek (kıtır) ekmeğin, özel diyet ihtiyaçları için üretilen ekmeğin, savaş ve kıtlık ekmeğin olarak sayılabilir (Edwards 2007).

Ekmeğin, pişirme metoduna göre çeşitleri arttırılabilmekle birlikte; katkı maddesi içerip içermemesine, üretimde kullanılan un çeşidine veya maya kullanıp kullanılmamasına göre çeşitlilik gösterebilmektedir. Ekmeğin üretim sırasında içeriğine doğal ya da kimyasal katkı maddeleri eklenerek pişirilebilir. Üretilen gıdanın aromasını ve besin değerini arttırmak, raf ömrünü uzatmak için gıda katkı maddelerinden yararlanılmaktadır (Göçmen 1993). Antik Mısırlılardan beri doğal katkı maddesi olarak ekmeğin tadını arttırmak için meyve, baharat ya da çeşitli otlar kullanılmaktadır. Gıda kimyasındaki gelişmelerle birlikte, ekmeğin besin içeriğini zenginleştirmek ve bayatlamasını geciktirmek için kimyasal içerikli gıda katkı maddeleri kullanılmaya başlanmıştır (Kalkışım vd. 2012). Gıda katkı maddeleri; koruyucular, ürünün pişirme özelliğini geliştirenler, aroma ve renk geliştiriciler, besin değerini arttırıcılar şeklinde sınıflandırılabilirler (Boğa ve Binokay 2010).

Ekşi hamur, ürünlere kattığı aroma sebebiyle geniş bir ürün yelpazesinde (ekmeğin, kek, kraker, pizza, atıştırmalıklar, aperatifler) kullanılmaktadır (Minervini vd. 2014). İtalya’da fırın ürünlerinin %30’unda buğdaydan elde edilen ekşi hamur kullanılmakta ve 200

adet farklı tipte ekmek üretilmektedir. Bununla birlikte aynı ülkede ekşi hamurdan üretilen pizza ve tatlılarda bulunmaktadır (Corsetti ve Settanni 2007).

Ekmek yapımında maya kullanımının olumlu özellikleri keşfedildikçe mayalı ekmek üretimi Dünyanın çeşitli bölgelerinde giderek etkinliğini arttırmıştır (Tanık 2006). Ekşi hamur ilave edilmiş ekmek yapma geleneği Akdeniz, Orta Doğu ülkeleri ayrıca San Francisco'da hala yaygın şekilde sürdürülmektedir. Avrupa'da fırıncılık ürünlerinin yıllık tüketim miktarı 50-85 kg olup bunun %20'si buğday ya da çavdar unlarıyla yapılan ekşi hamur fermantasyonlarıyla üretilmektedir (Vogel vd. 2011). Çavdar yetişen Kuzey, Orta ve Doğu Avrupa ülkelerinde ekmek üretiminde daha çok çavdar ekşi hamurlarından yararlanılmaktadır (Hansen ve Schieberle 2005). Amerika, Almanya, İskandinavya, Rusya ve Polonya' da ise ekşi hamur üretiminde büyük ölçüde çavdar unu kullanılmaktadır (Corsetti ve Settanni 2007).

Ekmekçilikte starter kültür kullanımı ekşi hamur yapım temeline dayanmaktadır. Ekşi hamurdan ekmek üretimi bir gün önce starter kültür ile alınan ve elverişli ortamda 16-20 saat bekletilip, sonraki gün yapılacak olan üretimde yararlanılan normal hamurdan sulu bir hamurdur. Sulu ortam bakterinin rahat bir şekilde hareket edebileceği ve hızlı üreyebileceği bir ortamdır. Ana hamurda sarf edilecek un oranının %10'u civarında un, kendi ağırlığının 1,5 katı ve 25- 30°C sıcaklıkta su ile harmanlandıktan sonra, kültürün ile birlikte suya serpilerek ilave edilir. Normal hızda bir karıştırma yapıp, 25-30 °C'de 16 saat mayalamaya bırakılır. Bu zamanın bitiminde ekşi hamur için kullanılan un ve su oranları düşürülerek hazırlanan ve reçetede verilen miktarlarda tuz ve maya bulunduran ana hamur kütesine eklenir ve ana hamur bu aşamalardan sonra standart ekmek yapım prosedürü uygulanır (Dinçer ve Çam 1992).

Ekmekçilikte geleneksel olarak üretilen ekşi hamur tekniği ve endüstriyel teknik olmak üzere iki farklı teknik kullanılmaktadır. Farklı teknolojiye üretim yöntemleri kullanılarak değişik çeşitte ekmek üretmek olanaklar arasındadır. Fermantasyon tekniği, maya türünün ekmek üretimi ve ekmek kalitesi üzerinde ciddi etkileri bulunmaktadır. Ekşi hamur tekniği neolitik dönemden bu zamana kadar kullanılan bir yöntemdir (Meroth vd. 2003a).

## 2.2 Ekmeğin Besin Değeri

İnsanların işlediği en eski gıdalardan biri olan ekmeğin; başlıca gıda kaynağı olduğu gibi güçlü bir enerji kaynağı olduğundan insan beslenmesinde mühim bir yeri vardır. Ülkemizde diğer gıdalara oranla daha ucuz, besleyici olması ve beslenme yapımıza dayanarak, sosyo-ekonomik yaşam değerlendirmesi sonucunda ekmeğin beslenmemizin önemli bir maddesi olarak dikkat çekmektedir (Göçmen 2001). İlk yapılmaya başlandığı zamandan bugüne kadar insanlar ekmeğin bileşimini sürekli daha zengin hale getirmeye çalışmıştır ve bunun için farklı harç, maya kültürü ve gıda maddeleriyle pişirip ekmeğin daha kaliteli hale gelmesi için çalışmışlardır (Demir ve Kartal 2012).

Ekmeği oluşturan temel maddelerden biri olan tahıllar insan beslenmesi bakımından diyet proteinleri, karbonhidratlar, kompleks E ve B vitaminleri, demir (hem olmayan), iz mineraller ve lif içeriği açısından insan beslenmesindeki en temel kaynaklardandır. Bu zengin içerik sayesinde hububat ürünleri bedenimizin en önemli enerji kaynağıdır. Diğer bir ismi hububat olan ve Dünya çapında yaygın olarak üretimi yapılan hububatlar içinde başlıcaları buğday (*Triticum*), pirinç (*Oryza sativa*), mısır (*Zea mays*), arpa (*Hordeum vulgare*), sorgum (*Sorghum*), yulaf (*Avena*), darı (*Panicum miliaceum*) ve çavdar (*Secale cereale*) olarak sıralanabilir. Hububatların ekmeğin ve ekmeğin mamulleri üretimi gıda sanayide pek çok alanda yararlanılmaktadır (Chaven ve Kadam 1989). Fakat hububatlar arasında ekmeğin üretimine elverişli olduğu belirlenen yalnızca buğday ve çavdardır. Zira buğday ve çavdarda ekmeğin hamurunun genişlemesinde ve elastikiyet özelliğinin kazanmasını sağlayan kompleks protein yapıdaki gluten (%8-14) maddesi kâfi oranda bulunmaktadır. Diğer tahıl ürünlerinde ise gluten miktarı yetersiz olduğu için ekmeğin üretimine uygun değildir (Aktaş ve Özdoğan 2016)

Buğday tanesi; kepek, endosperm ve rüşeym olarak üç ana bölümden oluşur. Rafine beyaz un elde edilirken buğday öğütüldüğü esnada kepek ve rüşeym bölümleri ayrılırken tam buğday unu elde edilirken buğday tanesinin tamamı ezilmektedir. Tam buğday unu; kepek (diyet lifi ve özellikle B sınıfı vitamini tiamin, riboflavin, niasin ve folat bakımından zengin) ve rüşeym (diyet lifi, B1, B6 vitaminleri, folik asit, mineral maddeler,



esansiyel yağ asitleri ve aminoasit) yönünden fazla olan kısımları bulundurmaktadır (Slavin 2000, Adam 2002). Bunun sayesinde tam buğday unu ile üretilen gıdalar prebiyotik (dirençli nişasta ve oligosakkaritler) (Slavin 2001), antidiyabetik (yüksek besinsel lif ve kompleks karbonhidratlar) (Adam 2002, Meyer 2000) antioksidan (tokoferoller, karotenoidler) (Slavin 2001) ve antikolesterol (diyet lifi ve trifruktozanlar) (Adam 2002, Wolk 1999) özelliktedirler. Tam buğday unundan elde edilen ekmekler içerdiği zengin lif miktarı ile gıdanın sindirimini yavaşlatarak enerji kullanım süresini en yüksek zamana çıkarmaktadır. Bunlara ek olarak tam buğday unu ile üretilen gıdaların vücuttaki kan şekerini oranını dengeye getirdiği ve besleyici maddeler (vitamin, mineral vb.) yönünden beyaz ekmeğin içeriğine göre daha güçlüdür. Fakat tam buğday unu ekmeğin üretiminde kullanıldığında içerdiği kepek ve rüşeym parçacıklarından dolayı rafine beyaz un kullanarak elde edilen ekmeğe oranla; az kabaran, esmer renkte ekmekler üretilmektedir. Bu nedenlerden dolayı günümüzde tüketiciler daha çok kabaran beyaz ekmeği tüketmeyi istemektedirler. Ek olarak tam buğday ununda rafine beyaz undan üretilen ekmeğe kıyasla çabuk bayatlama, ransit aroma, küflenme ve böceklenme tehlikesi ile daha çok karşılaşılmaktadır (Pomeranz 1988, Pyle 1988).

Ekşi hamurdan ekmeğin yapımında İtalya, Yunanistan, Türkiye ve Mısır gibi Akdeniz ülkelerinde Buğday unu tercih edilirken, çavdar ununun ise Orta, Doğu ve Kuzey Avrupa ülkelerinde daha yaygın kullanıldığı bilinmektedir. Tahıllar ve tahıl benzeri hububatlardan üretilen unlarla yapılan ekşi hamurlar ile birçok ülkede çeşitli gıdaların üretildiği rapor edilmektedir (Coda vd. 2014, Nionelli vd. 2014).

Yapılan çalışmalarda, buğday ve çavdar unu dışında arpa, sorgum, darı ve teff gibi tahıllar ve quinoa ve kara buğday gibi hububat benzeri gıdaların unlarıyla üretilen ekşi hamurların ekmeğin kalitesi üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalar bulunmaktadır (Coda vd. 2010, Moroni vd. 2011, Alaunyte vd. 2012, Coda vd. 2014).

LAB ve mayalardan oluşan ekşi hamur mikrobiyotası kullanılan tahıllardaki substratlar ile birlikte oluşturduğu enzimatik aktiviteyle ürün kalitesinin belirlenmesinde aktif rol oynamaktadır. Buğday ya da çavdar unu kullanılarak spesifik *Laktobasillus* türleriyle elde edilen ekşi hamur ile yapılan ekmeğin ve makarnalarda gluten toksisitesinin önemli ölçüde

azalttığı görülmüştür (Greco 2011, Ganzle ve Ripari 2016).

Ekmek mikroflorasında bulunan maya oranının; buğday, çavdar ve darı ekşi hamurunda %0,1-10 oranında olduğu gözlemlenmiştir (Sugihara vd. 1971, Hamad vd. 1992). Mayalar tüm tahıl ürünlerinde bulunmaktadır ve miktarları 102 -104 adet/g arasında değişkenlik göstermektedir (Berghofer vd. 2003).

Buğday unu ile starter kültür olarak belirli laktobasillerin eklendiği ekşi hamur fermentasyonu sırasında gliadin yapısında oluşan değişikliklerin incelendiği bir çalışmada endojen kaynaklı proteazların gliadin degradasyonuna neden olduğu tespit edilmiştir (Giménez-Bastida 2015).

Buğday ununda gliadinin parçalanmasına yönelik starter kültür olarak belirli laktobasiller ve enzimlerin eklendiği ekşi hamur örnekleriyle yapılan bir çalışmada ekşi hamur içerisinde bulunan *Laktobasiller* ve fungal kaynaklı proteazların glutenin hidrolizasyonuna sebep olup gluten toksisitesini güçlü bir biçimde yok etmiştir (Turkut 2016).

Buğday unu ve glutensiz unun ekşi hamur mikrobiyotası üzerine yapılan çalışmalar en başta kullanılan ürününün fermentasyon boyunca enzimatik aktiviteler ve mikrobiyal ekoloji üzerinde çok önemli olduğu görülmüştür. Sorghum unu kullanılarak yapılan başka bir çalışmada ise ekşi hamurdaki mikroflarının un türüne özel olduğu ve LAB miktarının daha çok; küf ve maya miktarının daha az olduğu tespit edilmiştir (Ganzle 2014, Larrosa 2016).

Glutensiz ürün üretiminde ekşi hamurun ticari starter kültür olarak kullanım olanaklarını ve un çeşidinin mayadaki mikrobiyota çeşitliliği üzerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada karabuğday ve teff unu kullanılmıştır. Bu çalışma sonucu mayalarda una özel mikrobiyolojik çeşitlilik olduğu, karabuğday ununda kullanılarak üretilen mayada sadece LAB bulunduğu tespit edilmiş, kullanılan her iki un çeşidinin de ekşi hamur ile glutensiz ürün üretimine uygun olduğu bildirilmiştir (Larrosa 2015).

### 2.3 Dünyada Ekşi Hamur Kullanımı

Ekşi hamurdan ekme k üretim teknolojisi Dünyada sıklıkla kullanılmaktadır. Ekşi hamur, LAB ve mayanın fermentasyonu ile elde edilerek ekme k üretiminde kullanılmakta, aynı zamanda lezzet ve duyuşsal kalite gibi karakteristik özellikleri olumlu etkileyen mikrobiyal ekosistemi ile tercih sebebi olmaktadır (Corsetti ve Settanni 2007).

Ekşi hamur üretiminde kullanılan ilk starter kültür, Amerika'da "San Francisco" starter kültürüdür. Ekşi hamur ile buğday ekmeği üretimi ve ekşi hamur mikroflorasının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada, kendiliğinden fermantasyona uğrayan San Francisco tipi ekşi hamur kullanılmıştır. *S. inusitatus* ve *S. exiguus* maya türleri teşhis edilmiştir. Aynı çalışmada, belirtilen ekşi hamur örneklerinden izole edilen bakteriye *Lactobacillus (Lb.) sanfrancisco* ismi verilmiştir. Araştırmada bu bakterinin, undaki maltozun %56'sını kullandığı, *S. exiguus*'un ise maltozu hiç kullanmadığı gözlenmiştir. Ayrıca ekşi hamur kullanılarak yapılan asit miktarın 10 kat daha fazla olduğu tespit edilmiştir, ekşi hamur kullanarak yapılan ekme klerdeki asetik asit miktarının toplam asidin yarısı kadar olduğu görülmüştür (Gül 1999).

Dünyada ve ülkemizde ekşi hamur fermantasyonu sadece geleneksel ekme k üretiminde kullanılmayıp, bunun yanı sıra yaygın bir şekilde, bazı kek çeşitleri ve tahıl bazlı gıdaların üretimlerinde ekşi hamurdan faydalanıldığı bildirilmektedir. İtalya' da tahıl bazlı gıdaların %30' dan fazlası ekşi hamur fermantasyonundan yararlanılarak üretimi sağlanmaktadır. İtalya' nın kuzey bölgelerinde, dini festivallerde tüketilen bazı kekler (panettone, pandoro ve colomba) buna örnek verilebilir (De Vuyst ve Neysens, 2005). Bunlarla birlikte İtalya'nın Apulia bölgesinde üretilen geleneksel altamura ekmeğinin de ekşi hamur fermantasyonu ile üretilen ekme klere bir örnek olduğu bildirilmektedir. İtalya haricinde diğer bazı ülkelerde ekşi hamur un ekme kçilikte kullanıldığı bilinmektedir. Amerika'nın Kaliforniya eyaletine bağlı, San Francisco'daki mevcut bazı fırınların 150 yıldan fazla bir süredir, ekşi hamurdan yararlandıkları belirtilmektedir (Cappelle vd. 2013). Ekşi hamur fermantasyonu kullanılarak tahıl bazlı birçok gıdaların Belçika, Danimarka, İsveç, Norveç gibi kuzey ülkelerinde üretildiği bildirilmektedir. Buna ek olarak, ekşi hamur Amerika, İtalya, Almanya ve Fransa gibi ülkelerin kültürleri ile

bütünleşmiştir. Ayrıca bu ülkelerde yerel pazarlarda ekmek, kek vb. ürünlerin küçük ölçekli üretimleri amacıyla, kurutulmuş ekşi hamur starterlerinin satıldığı rapor edilmektedir (Siepmann vd. 2018). Ülkemizde ekşi hamurdan üretilen ekmeklerden bazıları Trabzon' a özgü Vakfikebir ekmeği, Çeşme-Germiyan ekmeği, Afyonkarahisar ekmeği ve Kastamonu ekmeği olarak sıralanabilir. (İnt. Kyn. 2, İnt. Kyn. 3).

Ekşi hamur Avusturya, Fransa, Almanya ve İsviçre gibi ülkelerde kısmen de olsa yasal tanımlamalar yapılmıştır. Yapılan tanımlamalarda bulunan ortak özellik ekşi hamurun LAB ve/veya mayalarla fermente edilerek elde edilen bir hamur olduğudur. Fakat bu tanımlamalarda önemli bazı ayrıntılar bulunmaktadır. Örneğin; Almanya'da toplam asitlik üzerine etkisi olan kimyasal madde kullanımına izin verilmemektedir ve ekşi hamurun yeni bir ekşi hamur fermantasyonunu başlatacak özellikte olması gerekmektedir. Diğer bir ülke olan Fransa'da ise ekşi hamur, mayalanmayı sağlayan ürün olarak tanımlanmıştır (Brandt 2007).

#### **2.4 Ekşi Hamurdan Üretilen Ekmeğin Beslenmedeki Önemi**

Zengin besleyici, duyuşal ve tekstürel hususları sebebiyle ile ekmek, tüm zamanlarda en tutulan ve çekici gıdalardan biri olmuştur (Certel vd. 2009).

Tahıl bazlı gıdalar içerdikleri karbonhidrat, protein, diyet lifi ve vitamin açısından zengin oldukları için beslenmede önemli bir role sahiptirler (Gobbetti vd. 2014).

Yüksek oranda karbonhidrat içeriğinden dolayı iyi bir enerji kaynağı olan ekmek tüketilmesi durumunda 100 gramda 270 kcal enerji vermektedir (Karaoğlu vd. 2008). Topraklarımızda bir bireyin kullandığı enerjinin %66'sı hububatlardan karşılanmaktadır. Bunun %56 'sı ekmekten karşılanırken aynı zamanda proteinin %50'si de ekmekten karşılanmaktadır. Çeşitli bölgelerden yaş ve gelir gruplarına göre ekmek tüketimi ülkemizde günlük 100-800 gram civarında olup, yaklaşık 400 gramdır (Elgün ve Türker 2000). İstanbul ilinde bulunan fırınların %23'ü ekmek üretimi yaparken ekşi hamurdan faydalanmaktadır (Erkan 2009). Ayrıca az sarf edildiği bildirilen Avrupa'nın batısında bulunan ülkelerde bile günlük alınan proteinin %30'u, karbonhidratların %50'si ve B

grubu vitaminlerin %50'si ekmeklerden karşılanmaktadır (Karaoğlu 2007, Erdemir 2015). Ayrıca 100 gramlık bir buğday ekmeği; 385 mg sodyum, 60 mg potasyum, 130 mg kalsiyum, 0,9 mg demir, 60 mikrogram B2, 1 mikrogram niasin içermektedir (Kuter 2011).

Beslenmemizde iyi bir enerji kaynağı olması ile birlikte, su çekme özelliği ve kabarmış gözenekli yapısı nedeniyle doyurucu bir üründür. Genel itibariyle ekmeğin %52 karbonhidrat, %8,5 protein, %3,7 yağ, %34,1 su ve %1,7 kül içerdiği yapılan çalışmalardan saptanmıştır (Yüksel 2014). 300 gr/gün tüketilen ekmeğin günlük ihtiyacımız olan proteinin ve kalsiyumun %40'ını, demirin %35'ini B vitamininin %45'ini ve günlük gerekli olan enerjinin %35'ini karşılayabilmektedir (Gül vd. 2003).

Karbonhidrat, diyet lifi ve B vitamini kaynağı olmasının yanı sıra hububat ürünlerinin dış katmanlarında buldukları çeşitli vitamin, minerallerden dolayı sağlık üzerinde olumlu etkileri bulunmaktadır. Son yapılan çalışmalarda tam tahıllı ürünler, hareketsiz yaşam sonucu toplumlarda hızla artan kalp damar hastalıkları, diyabet gibi kronik hastalıklardan koruyucu etkilerinin olduğu yönündedir (Collar 2016).

Yirminci yüzyılın sonlarına doğru gerçekleşen hızlı tüketim alışkanlıkları birçok sağlık problemini beraberinde getirmiştir. Bunun sonucunda sağlıklı beslenme kavramı toplum tarafından benimsenmeye başlamıştır (Meral ve Doğan 2009). Ekşi hamurdan üretilen ekmeğin de insan sağlığına olan olumlu etkileri yapılan çalışmalarda vurgulanmaktadır. Buna ek olarak ekşi hamur ekmeğinin tok tutma ve geç bayatlama özelliği ile kendine has bir aromaya sahip olması nedeniyle son zamanlarda popüleritesinin arttığı gözlemlenmiştir (Chavan ve Chavan 2011).

Ayrıca endüstriyel olarak üretilen ekmeklerin duyu özelliklerini kaybetmesi ve bunun sonucunda tüketici tercihinin değişmesi, bayatlama ve mikrobiyolojik bozulmalar nedeniyle oluşan ekonomik kayıpların artması ile de büyük önem kazanmıştır. Unun daha iyi mekanik özelliklere sahip olmasını sağlamak, ekmeğin bozulmadan dayanma süresini uzatmak, duyu niteliklerini ve gıda kalitesini yükseltmek ayrıca "doğal" üretim teknolojileri seçen tüketicileri hoşnut etmek için çalışmalar ekşi hamur üretimi üzerine

yoğunlaşmıştır (Plessas vd. 2005).

## **2.5 Ekmeğin Temel Bileşenleri**

### **2.5.1 Karbonhidrat**

Buğdayda ve diğer tahılların içerdiği karbonhidratların çoğunu (%65-70) polisakkaritlerden oluşmaktadır (Altan 1986, D'Appolonia ve Duarte 1996). Ekmek yapısındaki en etkin bileşen nişastadır. Buğday ununun içeriğindeki nişasta harici polisakkaritlerin en önemli olanları sellüloz, -glukan, pentozanlar, gliko ve galaktomannanlar olarak sıralanabilir. Nişasta ekmeğin yapısında doğal olarak yarı kristalize granüller halinde bulunmaktadır (Faergestad 2000).

Hamur yapımı aşamasında una su eklenir ve çözünme sonucunda bir nişasta çözeltisi oluşmaktadır. Bu nişasta çözeltisi ısının da etkisiyle jelatinizasyonu sırasında nişasta granülleri şişer ve moleküler dizilimleri bozulur (Carcea 1996). Isı etkisiyle nişasta jelatinize olur ve yarı kristalize olan yapı düzensiz (amorf) bir yapıya dönüşür. Ekmeğin soğumaya bırakılıp depolandıktan sonra, nişasta yarı kristalize olan yapısını sınırlı şekilde geri kazanır ve bu durum ekmeğin mekanik özelliklerinde ciddi ölçüde değişikliklere sebep olur (Primo-Martin vd. 2007).

Amiloz retrogradasyonu hızlı bir şekilde meydana gelir ve ekmekler pişirme işlemi bitip soğumaya bırakıldıktan sonraki ilk bir saat içinde bu süreç tamamlanmış olur. Fakat ürünün depolama zamanı boyunca devam eden ve daha yavaş gerçekleşen amilopektin retrogradasyonu ekmeğin depolama boyunca sertleşmesine sebep olmaktadır (Ribotta ve Bail 2007, Demiray vd. 2015). Ekmeğin yapısında bulunan gluten, yoğurma esnasında tutulan havayı ve maya tarafından üretilen karbondioksiti hamur yapısında tutar. Nişastanın etrafında koruyucu olarak görev yapar ve yapıdaki fazla suyu absorbe edip bayatlamayı daha uzun süre engellemektedir (Dizlek 2012).

### **2.5.2 Protein**

Un kalitesi üzerine etki eden etmenlerden birisi de proteinin kalitesi ve miktarıdır. Buğday ve buğday unundaki proteinlerin en temelleri depo ya da çözünmez proteinler olarak sınıflandırılan, prolamin grubudur. Prolamin grubunda “gliadin” ve “glutenin” ile işlevsel veya çözünür proteinler olarak isimlendirilen albumin, globulin ve arta kalan diğer proteinler (özellikle proteozlar) yer almaktadır (Kent 1984, Pomeranz 1987).

### **2.5.3 Lipid**

Lipidler buğday tanesinde az miktarda (yaklaşık %1,5-2,5) bulunan bileşiklerdir. Az miktarda bulunmasına rağmen buğdayın ve unun depolama işlevi, işlenebilirliği, ekmekçilik kaliteleri ve besinleyiciliği için çok büyük etkileri bulunmaktadır. Buğday tanesindeki lipidler sıralı olarak en çok embriyo (%28,5), aleron tabakası (%8) ve kepekte (%5-6) bulunmaktadır. Endosperm tabakasının içerdiği lipid oranı hemen hemen %1,5’dir (Özkaya 1985, Altan 1996).

### **2.5.4 Enzim**

Enzimler, canlıların çok az miktarda içerdiği protein yapısındaki maddelerdir. Ekmek üretiminde mühim işlevleri bulunmaktadır. Unun yapısının enzimlerin en önemlileri amilazlar, proteazlar, lipazlar, lipoksidazlar, askorbik asit, oksidazlar, glutation dehidrogenazlar, fitazlar, pentozanazlar ve polifenol oksidazlar şeklinde sıralanabilir (Kent 1984, Kruger ve Lineback 1987, Pomeranz 1987, Stauffer 1987, Hamer 1995).

### **2.5.5 Mineral Maddeler**

Buğday tanesinde bulunan kül miktarı %1-2 oranındadır. Külde bulunan mineral maddelerin en önemlileri; K, P, Mg, Cl, Ca, Na, Si ile az miktarda Zn, Ni, Mn, Cu, Co, F, Se, Br, I, B ve Al olarak sıralanabilir. Toprak sayesinde elde edilen inorganik maddelerin oranı; temel olarak toprağın türüne, aldığı yağışa, kullanılan gübre türü ve oranına ve çevre şartlarına göre farklılık göstermektedir. Buğdaydaki mineral madde dağılımı; toplam külün neredeyse %55,6-60,2 aleron tabakasında, %20,3-25,9’u endospermde, %7,3-9,8’i perikarp, testa ve hiyalin tabakasında, %5,5-8,2’si skutellumda,

%2,8-4,0'ü embriyoda bulunduğu söylenebilir (Pylar 1988).

### 2.5.6 Su

Su un ile bir araya geldiğinde bileşenlerinin homojen bir şekilde dağılmasını ve birbirleri ile kimyasal reaksiyonların başlamasına sebep olan, hamura istenilen elastik yapı kazandıran, fermantasyonu başlatıp ve devam etmesine yardım eden ve son ürünün nitelikleri üzerine etken olan en esas ögedir. Pek çok organik ve inorganik madde için çözücü olan su; hamurda tuz, şeker ve çözünen proteinler gibi hidrofilik bileşenleri çözünmesini sağlar ve suda çözünmeyen proteinleri hidrate edip glutenin meydana gelmesinde ciddi katkı sağlamaktadır (Kent 1984).

### 2.5.7 Maya

Maya fermantasyonu esnasında oluşan asit sayesinde, amilazlar ve proteazlar gibi enzimlerin etkinliğini yükseltmektedirler. Ekşi hamurda meydana gelen kimyasal ve mikrobiyal değişimler un türü, su miktarı, sıcaklık, zaman, starter kültür çeşidi ve oranıyla ilişkili olarak farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Flander vd. 2005). Ekşi hamur fermantasyonunun, mineral alımını çoğaltması, biyoaktif bileşiklerin özelliklerinin geliştirmesi ve nişastanın sindirilebilirliğini yavaşlatmak üzere ekmeğin besleyiciliği üzerinde pek çok olumlu etkisi bulunmaktadır (Katina vd. 2005).

Ekşi hamur, hamurdaki basit şekerleri parçalayarak, fermantasyon sonucu üretilen karbondioksit gazıyla hamurun hacminin artmasına, fermantasyon sonucu başka ürünlerle birlikte hamur kütlelerinin olgunlaşması ve aroma bileşenlerinin oluşmasına katkısı olan, içeriğinde bulunan enzimler (maltaz, invertaz, zimaz ve proteaz) ile gluten proteinlerinin molekül içi S-S bağlarını indirgeyerek katalize eden (Pylar 1988, Ünal 1991) spor oluşturan saf mayalar grubundan *Saccharomyces* cinsinden yuvarlağımsı formda, tek hücreli mikroorganizma olan *S. cerevisiae*'dir (Kent 1984, Pylar 1988, Ünal 1991, Pomeranz 1987).

Ekmek reçetelerinde un her zaman %100 olarak alınır ve bileşenlerin geri kalanı kütlece bu miktarın yüzdesi olarak verilmektedir (Mondal ve Datta 2008). Ekmek üretim



aşamaları; yoğurma, ilk fermantasyon, şekil verme, son fermantasyon ve hamur yüzeyinin bıçakla çizilmesi (bıçak atma), pişirme, dinlendirme, soğutma, ambalajlama ve depolama aşamalarını içermektedir. (Corsetti ve Settanni 2007).

Ekşi hamur ekmeğin fiziksel ve kimyasal özelliklerine katkıda bulunmaktadır (Elgün ve Ertugay 1992). Ekşi hamur ile yapılan ekmeğin sindirimi kolaydır ve daha aromatik, lezzetli bir tada sahiptir. Ayrıca bu ekmeğin geç bayatlaması toplum tarafından sebebi olmaktadır (Kuter 2011). İnsan sağlığı açısından da önem teşkil eden ekşi hamur ekmek yapımında kullanımı devam ettirilmelidir. Sanayi devrimi ile birlikte artan endüstriyelleşme ve köyden kente göç gıda sektöründe, artan insan nüfusunun ihtiyaçlarını karşılamak, işletmelerin kar payını arttırmak isteği ekşi hamurdan elde edilen ekmeklerin üretim teknolojisinin maliyetli olması gibi sebeplerden dolayı ekmek endüstrisinde geleneksel üretimi bırakıp endüstriyel maya ve gıda katkı maddeleri kullanılmaya başlanmıştır (Ertop ve Hayta 2016).

## **2.6 Ekşi Hamur Ekmeği Yapımında Kullanılan Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların Özellikleri**

Mikroorganizmalar tarafından, bir maddenin başta bakteriler ve mantarlar olmak üzere diğer ısı yardımıyla köpürerek kimyasal olarak çürümesine fermantasyon denir. En eski fermente gıdalardan biri olan ekmek teknolojisinde mikroorganizmalardan faydalanılmaktadır. Günümüzde modern tesislerde gelişen teknoloji ile elde edilen mayalar (yaş ve kuru mayalar) ekmek üretiminde kullanılırken; eski zamanlarda bu işlem kendiliğinden ekşiyerek hazırlanan hamurların devam ettirilerek bir sonraki üretimde kullanılması ile gerçekleştirilmekteydi (Terefe 2016, Alkay 2017). Doğal yollarla mayalanan hamur, mayalar ile LAB ve asetik asit bakterilerini de kapsar ve tadı ekşi olması sebebiyle bu hamur kütesine “ekşi hamur” adı verilir (Tamerler 1986).

Unun kendi mikrobiyotasındaki mikroorganizmalar fermantasyonun gerçekleşmesini sağlar. Fermantasyon gerçekleştikten sonra LAB daha baskın hale gelir ( $3 \times 10^9$  kob/mL), maya sayısı ise  $10^7$  kob/mL seviyelerine kadar gelişir (Erginkaya ve Kabak 2010).

Ekşi hamur kütlesinde gazın meydana gelmesini sağlayan mikroorganizmalar, yabancı mayalar, koliform bakterileri, sakkarolitik *Clostridium* spp. türleri ve heterofermantatif LAB olarak sıralanmaktadır (Yağmur 2013).

Maya şekeri alkol ve karbondioksitle parçalayan, tomurcuklanarak üreyen tek hücreli organizmalardır. Maya hücresi çoğunlukla, küresel, oval veya silindirik biçimde, ökaryotik yaşam sürdürürler. Mayalar iyi bir B vitamini ve protein kaynağı olmasının yanı sıra, askılı mantarlar sınıfındadır. Mayalar tüm canlı organizmalarda gelişebilen bitki benzeri tek hücreli mantarlardır. Mayalar yaşamlarını devam ettirebilmek amacıyla sıcaklık, su, şeker, albümin veya azota ihtiyaçları vardır (Ali vd. 2012).

Poitrenaud (2004) elektron mikroskopundan gözlemlenen maya hücrelerinin birbirlerinden farklı, fazla sayıda ve oval şekle sahip oldukları görülmüştür. Bunlara ek olarak bazı maya türlerinde tomurcuklar olduğu, bazı mayalarda ise tomurcuklarından koptuğunu ve izlerinin bulunduğunu, sıkıştırılmış halde 1 cm<sup>3</sup> maya hücresinin içinde %30 kuru madde ve 10 milyar hücre bulundurduğu saptanmıştır.

Maya hücresinin bileşimi su, protein, karbonhidrat ve lipid bulunmaktadır. Maya hücresi metionin dışında temel tüm amino asitlerde bulunmaktadır. Ek olarak maya hücresinde fosfor, potasyum, suda çözünür B vitaminleri kalsiyum ve magnezyum gibi önemli mineral maddeler de içermektedir (Hay 1993, Canbaş 1995, Walker 1999).

Teknolojik olarak, ekmek mayasından beklenen en temel özellikler şu şekilde sıralanabilir;

- 1- Hamurda iyi bir kabarma sağlamak;
- 2- Maya değişik karbon kaynaklarından etkilenmemeli, kolay uyum sağlayıp kullanabilmeli; invertaz ve maltaz aktiviteleri ve
- 3- Stres direnci (Oda ve Oichi 1989).

Ekmek mayası basit şekeri kullanarak fermantasyonu gerçekleştirir. Fermantasyon sonucunda açığa çıkan karbondioksitle hamurun hacmi artar ve mayalanma sonucu öteki maddelerle hamur kütlesinin karakteristik özellikleri oluşur. Oluşan aroma maddelerinin

hamurda tat ve lezzet üstünde olumlu etkileri bulunmaktadır. Ekmek üretiminde yararlanılan mayalar *S. cerevisiae* türü dahil olmak üzere, üst fermantasyon tipi maya türlerindedir (Canbaş 1995). *S. cerevisiae* türünün çapı ortalama olarak 8 µm çapındadır. Tüm maya hücrelerinin iki katmanlı bir hücre duvarı bulunmaktadır ayrıca hücre duvarının seçici geçirgen özelliği bulunmaktadır. Mayalar tomurcuklanarak üremelerini gerçekleştirirler, optimum gelişme gösterdikleri sıcaklık 25-30 °C'dir. Gelişmek için sıcaklığın yanında nem ve şekere de gereksinimleri vardır. Düşük sıcaklıklarda yavaş büyüme gösterirler. Bunun sayesinde mayalar düşük sıcaklıklarda belli bir süre saklanabilirler. Hamur içerisinde bulunan mayalar şekeri parçalayarak CO<sub>2</sub> ve H<sub>2</sub>O'ya dönüştürür. Meydana gelen CO<sub>2</sub> gazı hamurda hacim artışı sağlarken yoğurma işlemini de kolaylaştırır (Ali vd. 2012).

*S. cerevisiae* mayası daha fazla hacimde ve az yoğunlukta ekmek elde etmek için başka mayalara kıyasla daha verimli performans sağlamaktadır. Ekmekte duyusal olarak en iyi tat ve en kabul edilebilir şekle sahip olan ekmekler *S. cerevisiae* türü maya kullanılarak elde edilmiştir. Ekmek üretiminde LAB ve *S. cerevisiae*'den yararlanarak elde edilen ekmekte duyusal özelliğin gözle görülür bir şekilde iyileştiği gözlemlenmiştir. Ekmeğin sahip olduğu şekil, kabuk, yenilebilirlik ve lezzet gibi tipik özelliklerinde daha iyi neticeler sağlanmıştır (Akinola ve Osundahunsi 2017).

Ayrıca ekmekçilikte *S. cerevisiae* 'nın çabuk üremesi, çoğalması için besin gereksinimlerinin çok olmaması ve fazla karakteristik nitelikler taşıdığı için tercih sebebidir. Ekonomik ve endüstriyel olarak üreticiye birçok fayda sağlamaktadır. Suşları kararlıdır ve gıda güvenliği bakımından riskli değildir (Poitrenaud 2004). Fakat alternatif maya arayışı için çalışmalar devam etmektedir. Yapılan araştırmalar sonucunda *T. delbrueckii*'nin soğuğa karşı dayanıklılık gösterdiği rapor edilmiştir. Bu özelliğinden dolayı ekmek üretiminde yararlanılabileceği düşünülmektedir (Almeida ve Pais 1996).

Ekmekçilikte kullanılabilecek mayalar; fazla CO<sub>2</sub> üretme yeteneği taşımaları, yüksek sıcaklıklarda dayanıklılık gösterebilmeleri, enzim aktivitelerini uzun zaman sürdürebilmeleri, mayalanma gücü fazla olmaları ve ekmekte istenmeyen tat ve koku oluşturmamalarıdır (Pamir 1985). Ekmek mayasının biyokimyasal kompozisyonu Çizelge 2.1'de verilmiştir

(Poitrenaud 2004).

**Çizelge 2.1** Ekmek mayasının biyokimyasal kompozisyonu (Poitrenaud 2004).

<b>Kuru Madde (km)</b>	<b>% oranı</b>
Azot	% 6,50-9,30
Protein	% 40,6-58,0
Karbonhidrat	% 35,0-45,0
Hücre Yağları	% 4,6-6,0
Mineraller	% 5,0-7,5

Ekmeğin aroma yönünden zengin olması havadan ya da bir önceki partiden alınıp aşı olarak kullanılan ekşi hamurdan gelen bakterilerden kaynaklanır (Linko vd. 1997). Ekşi hamur fermantasyonu sürecinde maya ve LAB'nin devam ettirdiği simbiyotik yaşam neticesinde maya ve heterofermantatif LAB hamurda hacim artışını sağlarken, LAB ekmekteki elastik, asitlik, lezzet kazanmasını sağlamaktadır (Sıkılı ve Karapınar 2002).

Çok fazla tür ve cinse sahip olan LAB çubuk, kok ve kokobasil formda, gram pozitif, hareketsiz, spor şekillerini oluşturmayan, katalaz negatif, mikroaerofilik veya fakültatif anaerobik, aside dayanıklı, kuvvetli fermantatif özellik gösteren, nitratları indirgemeyen, büyüebilmesi ve gelişebilmesi için glikoz ve amonyum yanısıra birtakım vitamin ve aminoasitlere gereksinimleri olan canlılardır (Holzapfel 2001). GRAS sınıfına giren bu bakteriler son ürünlerin tadına, aromasına ve korunmasına olumlu etkileri olduğu bilinmektedir (Saeed vd. 2009). LAB, gıda sektöründe sucuk, yoğurt, kefir, ekmeğe, boza, şarap ve turşu gibi pek çok gıdada starter kültür olarak kullanılır (Bakırcı ve Köse 2017).

Ekşi hamurda çeşitli bulaşmalardan ve doğal fermantasyon ile gelişen çok çeşitli LAB ve maya türlerinin içermektedir (Rollan vd. 2010). Ekşi hamurda fermantasyonu sağlayan mikroorganizmalar genellikle undan, fırın ortamından ve bazen de hamura eklenen meyve, sirke, şıra vb. maddelerden kontamine olurlar (Catteddu vd. 2006, Vuyst ve Vancanneyt 2007). Ekşi hamurların içerdiği mayaların LAB' ne oranı genellikle 1: 100 dür (Rollan vd. 2010).

Ekşi hamurun mayalanması sırasında mikrobiyotanın florası; fazla miktarda olan

karmaşık yapıdaki kolonilerin belirlenmesi, saflaştırılması, fenotipik ve genotipik özelliklerinin tanımlanması gerekli olduğundan dolayı uzun süre lazımdır (Vuyst vd. 2002).

Ekşi hamurun içerdiği mikroorganizmalar hakkında yapılan araştırmalarda 43 adet LAB türü ile 23'den çok maya türü olduğu saptanmıştır. Bu çalışmalarda bakteri grubundan *Lactobacillus* cinsi maya grubundan ise *Saccharomyces* ve *Candida* cinslerinin hakim olarak bulunduğu rapor edilmiştir (Meroth vd. 2003b, Cagno vd. 2007).

Doğal fermantasyon ile elde edilen ekşi hamurun mikrobiyotasındaki en uygun suşun belirlenmesi; bilinen bir starter kültür inoküle edilmesi veya spontane olarak başlatılması, belirli besleme sayılarıyla çoğaltılması ya da bakteri türlerinin sayısının bilinmesiyle de yeterli olmamıştır. Tüm bunlar ekşi hamur mikrobiyotasının oldukça karmaşık olduğunu kanıtlamaktadır. Bununla birlikte uzun besleme periyotları ekşi hamurun büyümesinde binlerce ya da milyonlarca bakteri türünün bilinmesine ve dağılımının belirlenmesine engel olmaktadır. Uzun yıllar boyunca beslenmeye devam edilen ekşi hamur beklenmeyen mikrobiyal üreme görülmesi ile kontaminasyon olabileceği ihtimali de bulunmaktadır (Ganzle ve Ripari 2016)

Doğada bulunan mikroorganizmaların önemli bir kısmı antimikrobiyal bileşik oluşturmaktadır. Ayrıca LAB gıdalardaki biyokontrolde önemli bir yeri vardır. Amerikan Gıda ve İlaç Örgütü (FDA) tarafından da birçok LAB güvenlik onayı verilmiştir. Doğal olarak gerçekleşen ekşi hamur fermantasyonu boyunca serbest amino asit birikimi ve LAB enzimlerinin hamurun reolojik yapısına kolay adapte olurlar. LAB ekşi hamur fermantasyonundaki rolü, beslenme üzerindeki etkisi ve üretim teknolojisindeki gelişmeler içinde oldukça önemlidir (Di Cagno 2002, Kurtkaya 2009).

LAB ve mayalar tarafından gerçekleştirilen fermantasyon süresince ekmekte raf ömrü ve dokusal yapıyı geliştirmektedir. Ayrıca LAB tarafından organik asitler, ekzopolisakkaritler ve enzimler gibi pek çok metabolit üretimi gerçekleştirilmektedir. Ekşi hamur mikrobiyotasının temel metabolik aktiviteleri LAB tarafından gerçekleştirilen asidifikasyonu, ve aromayı sağlarken mayalar ise gaz kabarcıklarının oluşmasını sağlamaktadır (Torrieri 2014, De Vuyst 2014).

Ekşi hamur fermantasyonu sırasında LAB fermentasyonu homofermentatif ve/veya heterofermentatif olarak gerçekleşebilmektedir (Couch 2016). Heterofermentatifler olan grup ise laktik asit ve çok fazla oranda karbondioksit, alkol, asetik asit ve diğer uçucu bileşikler oluşturmaktadırlar (Pala 2012). Ekşi hamur ekmekte mayalar ve heterofermentatif LAB hamurda hacim artışından sorumludur. Homofermentatif özellikte olan LAB ise ekmekte elastiklik, asitlik ile lezzetin oluşması üzerinde olumlu etkileri etkileri bulunmaktadır (Sıkılı 2002). Homofermentatif özellikte olan LAB glukozu parçalayarak laktik asit ve iz miktarda diğer metabolitler meydana çıkmaktadır (Pala 2012).

LAB amino asit konsantrasyonunu arttırması ekşi hamur fermantasyonunda intraselüler peptidazların artışını da dolaylı yollardan uyarmaktadır. Ekşi hamurdaki LAB arasında anahtar role sahip olan *Lb. sanfranciscencis* türü üzerinde aminopeptidaz, dipeptidaz, hücre duvarı ilişkili serin proteinaz tanımlanmıştır. Tanımlanan enzimler içerisinde hücre duvarı ilişkili serin proteinaz hamurdaki mikrobiyolojik ortamla uyum içerisinde, çünkü gliadin üzerinde  $\alpha$  ve  $\beta$ -Kazeine göre daha yüksek oranda aktivite göstermekte ve baskın fermantasyon koşulları altında da bunu sürdürmektedir (Di Cagno 2002, Ganzle 2014).

Ekşi hamur fermantasyonu sonucunda üretilen başka bir bileşik fenilalanin metabolizmasında ortaya çıkan fenillaktik asittir. Bu bileşik fırıncılık ürünlerinden izole edilen bazı küf türlerine karşı aktivite gösterdiği saptanmıştır. Ortaya koyulan bir çalışmada *Lb. plantarum* suşunun buğdaydan üretilen ekmekteki *Fusarium* spp. gelişimini yok ettiğini bildirmişlerdir. Bunu ekşi hamurda bulunan bileşiklerden laktik asit ve fenillaktik asit sağlamaktadır (Rollan vd. 2010).

LAB ve mayaların fermantasyon süresi boyunca uçucu bileşiklerin oluşmasında rol oynamaktadırlar. Mayaların fermantasyonu sonucu meydana gelen ana bileşikler CO<sub>2</sub> ve etanoldür. Heterofermentatif LAB aktivasyonu sonucunda ise açığa çıkan esas madde organik asitlerden laktik asit ve asetik asittir (Torrieri 2014, Pétel 2017). Başka minör asitlerden ise (propiyonik isovalerik, isobütirik, n-bütirik,  $\alpha$ -metil-n-valerik, valerik asit) çok az miktarda meydana gelmektedir. Minör asitler arasında isen fazla olan isovalerik

asittir (Göçmen 2001).

Bu asitler kabuk yapısı, elastikiyet ekmekteki alveol yapısının boyutu, şekli ve dağılımıyla ilişkili olup alveol yapısı da kabarma ve pişme sürecinde üretilen CO<sub>2</sub> seviyesinden etkilenmektedir (Torrieri 2014, Pétel 2017).

Ekmek kalitesinde (aroma, rop inhibisyonu, raf ömrü) LAB tarafından üretilen asetik asitin çok önemli işlevi bulunmaktadır (Brandt 2007). Yapılan bir çalışmada LAB eklenmiş normal ekmeğin mayası ve ekşi hamur kombinasyonları ile hazırlanan ekmekler kıyaslandığında ekşi hamur katılan ekmeklerde istenen doku ve geç bayatlama sağlandığı bulunmuştur (Xu vd. 2019).

Fruktoz eklenmesi veya havalandırmayla heterofermantatif LAB tarafından oluşan asetik asit kontrol edilebilir. Ayrıca mayalarda, frukto-oligosakkaritlerden fruktozu ayırabildiği için asetik asit oluşumunda etkili olabilmektedir (Brandt 2007).

Ekşi hamurun oluşumundaki faktörlere bağlı olarak oluşan uçucu bileşiklerin ekmeğin duyu kalitesi ve aroması üzerine önemli katkısı bulunmaktadır. Bu bileşiklerin oluşum yollarına bakıldığında fermantasyon sırasında gerçekleşen lipid oksidasyonu, Maillard ve karamelizasyon reaksiyonları gerçekleştiği görülmektedir. Bu reaksiyonlar sonucu oluşan bileşikler aldehit, asit, alkol, keton ve ester gibi kimyasal sınıflar altında yer alan maddelerdir (De Vuyst 2014).

Ekşi hamur fermantasyonundaki flora üzerine hamurun kimyasal ve mikrobiyolojik bileşenleri gibi iç faktörler ile sıcaklık ve atmosfer gibi dış faktörler etki eder. Hamur verimi; starterin miktarı, kompozisyonu, çoğaltma aşamalarının sayısı ve fermantasyon süresi gibi proses parametrelerinin de mikroflora üzerine önemli etkisi vardır (Meroth vd. 2003a).

Örneğin asidik ortama dirençli türlerden *Lb. panis*, *Lb. johnsonii*, *Lb. acidophilus*, *Lb. delbrueckii*, *Lb. brevis*, *Weissella* ve *Lb. lactis* ekşi hamurda baskın olarak bulunmakta ve asidifikasyonu sağlamaktadırlar (Catteddu vd. 2006).

Maya ve LAB fermentasyon sürecinde çeşitli organik asitler ve aroma da veren metabolitler (alkoller, aldehitler, esterler) üretmektedirler (Gänzle ve Ripari 2016).

LAB ve mayaların, fenotipik tanımlama teknikleri genotipik tekniklere oranla daha ucuz olsa bile bu işlem çok zordur. LAB tanımlamak için fenotipik tekniklerin elverişli olduğu düşünülmese de sonuçlar incelendiğinde benzeyen genotip belirten türler içinden yanlış neticelendiği düşünülmektedir. Genotipik tanımlama yöntemi ile elde edilen veriler çabuk, çoğunlukla doğru, tekrar edilebilir bulgular yapar ve daha az uygulamalı iş gücü gerekli olmaktadır. Fakat bu tanımlama yönteminin daha masraflı olması, bakteri morfolojisinin başlangıçta bilinmesi gerektiği, elverişli yoğunlukta bakteri süspansiyonu için hazırlık yapma mecburiyeti, biyokimyasal nitelikleri benzer olan türleri tanımlanarak birbirlerinden ayrılması güç olması gibi bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Sınıflandırma ve daha doğru sonuçlar elde etmek amacıyla genotipik tanımlama yöntemlerinin kullanılmasının daha uygun olduğu düşünülmektedir (Yerlikaya 2014).

### **2.6.1 Mayanın Beslenmesi**

Maya hücreleri içerisinde buldukları ortamdaki besini kullanarak üremesi ve bu süreçte oluşturduğu metabolitleri fermente ederek çoğaltmaktadırlar. Bu mikroorganizmalar en yüksek seviyede gelişmek için besine ihtiyaç duyarlar. Bu sebeple fermantasyona bırakılan mayalar gelişim süreci takibi yapılarak beslenir. Geleneksel yöntemle oluşturulan mayaların beslenmesi ana mayada gelişme gözlenmeye başlamasından sonra mayanın içinden bir miktarının alınıp yerine taze karışım ilave edilerek tekrar mayalanmaya bırakılması şeklinde yapılmaktadır (Kömen 2010).

Ekşi hamur elde etmek için kullanılan starter kültürde, ekşi hamurun üretildiği ortam koşulları ve besleme sayısı oldukça önemlidir. pH değerinin düşürülmesi mutlak bir fermantasyon aktivitesi gerektirmemektedir. Ayrıca dışarıdan asetik, laktik, tartarik, fosforik ya da sitrik asit ilavesiyle de hamurda istenilen asitlik değerine ulaşılabilmektedir. Bununla birlikte LAB laktik asit fermantasyonunun yanında farklı biyokimyasal aktivite kompleksleri de oluşturabilmektedir. Ayrıca fermantasyon zamanı ne kadar uzun olursa biyokimyasal dönüşümlerin gerçekleşmesinden sorumlu endojenöz



enzimlerin oluşumu da o kadar etkili olur. (Moroni 2009, Di Cagno 2002, Ganzle 2014, Ganzle ve Ripari 2016, Verheyen 2015).

Ekşi hamur içerisinde bulunan mikroflora mikroorganizmaların aktivitesi ortam koşulları ile oldukça ilişkilidir. Hamurda oluşan kabarma ve aroma gibi karakteristik özellikler ekşi hamur mikroflorasında bulunan LAB, maya ve küflerin fermantasyonu sonucu oluşmaktadır (Moroni 2009, Kömen 2010, De Vuyst 2014, Pétel 2017).

Ekşi hamurun çok karmaşık olan mikrobiyotasının içeriğinin belirlenmesi ve türler arasında kesin sonuçlar elde edilmesi pek mümkün değildir. Pek çok sayıda cins ve tür LAB bulunduran ekşi hamur karakteristik özelliklerinin belirlenmesini çevresel faktörler, mikrobiyotasının bileşimi ve fonksiyonunu önemli ölçüde etkilemektedir. Bu faktörler ekşi hamurda genellikle baskın olan üç ya da dört türün gelişmesine izin vererek doğal şartlarda bir mikroflora gelişmesini sağlamaktadır (Di Cagno 2014, De Vuyst 2014, Sümengen 2011)

Doğal olarak gerçekleşen bu fermantasyon sonrası ekşi hamurda LAB sayısı  $1,3 \times 10^9$  kob/g, maya sayısı ise  $1 \times 10^6$  -  $5 \times 10^7$  kob/g arasında değiştiği rapor edilmiştir (Arendt vd. 2007).

LAB *Lb. fermentum*, *Lb. Paralimentarius*, *Lb. plantarum* ve *Lb. sanfranciscensis* ekşi hamurda tipik olarak bulunmaktadır. Maya ve küf türlerinden ise *C. humilis*, *K. exigua* ve *S. cerevisiae* bulunduğu saptanmıştır. Ekşi hamurların yüzde 50'sinde LAB den özellikle *Lb. plantarum* ya da *Lb. sanfranciscensis* bakterilerinin baskın olduğu tespit edilmiştir (Ganzle 2014, De Vuyst 2014, Ganzle ve Ripari 2016).

Ekşi hamur fermantasyonu sırasında LAB'nin proteoliz aşaması gözlemlendiğinde ekmeğin yapısı ve raf ömrü üzerinde oldukça geniş çaplı etkilerinin olabileceği düşünülmektedir. Serbest amino asitler ve bazı küçük peptidlerin hızlı mikrobiyal gelişme ve yoğrulan hamur ürününde aromanın geliştirilmesine önemli etkileri bulunmaktadır. Ekşi hamurdaki proteolitik aktivite unun yapısında bulunan aminopeptidaz, karboksipeptidaz ve endopeptidaz gibi endojenöz enzimler ve bunlara ek olarak çevresel

koşullara bağlı olarak mikrobiyota ve LAB enzimler ile sağlandığı düşünülmektedir. Fermantasyon boyunca LAB proteolitik aktivite sayesinde serbest aminoasit oranının artmasını sağlarken maya ve küfler aminoasitlerin alifatik, dikarboksilik ve hidroksil gruplarını kullanmaktadır (Di Cagno 2002, Thiele 2002).

## 2.6.2 Mayaların Gelişimine Etki Eden Faktörler

Mayalar gelişmek ve aktivitelerini devam ettirebilmek için bazı ortam şartlarına ve besin maddelerine ihtiyaçları duyarlar. Bunlardan en önemli olanı ortamın pH'sı sıcaklık ve havalandırılmalarıdır. Ayrıca mayalar asidik ortamda gelişebilirler. Mayalar aerobik ve anaerobik ortamlarda gelişebilirler. Ancak aerobik ortamdaki üremeleri anaerobik ortama göre daha hızlıdır. Mayalar anaerobik ortamda ise besin maddesini etil alkole dönüştürürler. Ortam koşulları dışında maya gelişmesinde bazı besin maddeleri de doğrudan etkilidir. Heterotrof bir mikroorganizma olan mayaların çoğalmasını sınırlayan ve kontrol eden gıda maddesi karbonhidratlardır. Glukoz, sakkaroz, fruktoz, mannoz veya laktoz bu karbonhidratlardan olabilir. Mayaların üremesini ve gelişmesini sağlayan bir diğer önemli madde ise azottur. Buna ek olarak mayalar potasyum, fosfor, kalsiyum, magnezyum gibi maddelere de gereksinirler (Walker 2000).

Gelişen teknoloji ile maya çeşitleri tarihten günümüze kadar artmıştır. Genel olarak mayalar geleneksel ve ticari olarak ikiye ayrılmaktadır (İpek, 2017). Ticari mayalar 20. yüzyılın ortalarında geliştirilmiştir ve günümüzde kitlesel ekmek üretiminde etkin rol oynamaktadır. Geleneksel mayalar grubunda yer alan ekşi hamur, maya kültürleri içerisinde yer alan en eski maya çeşididir (Yılmaz, 2014). Endüstride ekmek mayası; endüstriyel etil alkol, alkollü içki, renk maddeleri, tek hücre proteini ve enzim üretiminde faydalanılmaktadır. Bunlara ek olarak maya ekstraktı üretiminde de mayalardan faydalanılır (Demain vd. 1998, Walker 1999).

Ekşi hamur kümesinde *Saccharomyces* türü mayalar ve bazı LAB'nden meydana gelen karmaşık yapı hakimdir (Akman vd. 1962, Göçmen 2001). Ekşi hamur tekniğinden yararlanarak ekmek üretimi yıllar boyunca sürdürülen geleneksel bir yöntemdir (Canbaş 1995). Ekmek üretiminde geleneksel olarak kullanılan *S. cerevisiae* türü maya bira

üretiminde 18. yüzyıla kadar ekşi hamur kütlelerine eklenmesiyle veya sadece maya olarak kullanılmasıyla ekmekçilikte de kullanılmıştır (Canbaş 1995).

Daha sonraki süreçte gelişen teknoloji ile birlikte kullanılan ekmek mayası üretmek için başka hammadde araştırmalarına gidilmiş ve farklı hububat mahsullerinden faydalanılmaya başlanmış fakat yapılan araştırmalar ve çalışmalar neticesinde hububat mahsulleri kullanıldığında alkol randımanının çok yükseldiği, maya üremesinin ise istenen seviyede olmadığı bulunmuştur. Bununla beraber bira üretiminde kolayca üretilen *S. carlsbergensis* ekmek üretimi için seçenek olarak tasarlanmış ancak bu geleneksel mayanın ekmekçilik için elverişli olmadığı görülmüştür (Ünlütürk ve Akbulut 1984). Ekmek mayası üretmek için biracılık sanayisi ve bazı tahılların uygunluğunun denenmesi sonucunda Birinci Dünya Savaşı sırasında şeker pancarı ve şeker melası da bir alternatif olarak değerlendirilmiştir. Şeker üretimi sonucu ortaya çıkan ve bir fabrika atığı olan melas, daha ucuz bir hammadde olduğu için ve *S. cerevisiae* mayası için ciddi bir karbon ve enerji kaynağı olması yönünden tercih sebebi olmuştur (Ünlütürk ve Akbulut 1984, Canbaş 1995, Elgün ve Ertugay 2002). Fakat şeker fabrikalarında şeker pancarından daha çok şeker üretme isteği melasın şeker miktarının düşmesine sebebiyet vermiştir. Bu vaziyet maya üretimi yapanları değişik bir hammadde arayışına yönlendirmiştir. Birinci Dünya Savaşı'ndan bugüne kadar geçmiş olan süreçte ekmekçilik teknolojisindeki gelişmelerle beraber geleneksel mayalar (*S. cerevisiae*) maya üreticilerinin değişik ve karmaşık arzularını karşılayamadığı gözlemlenmiştir. Maya üreticileri kullanılan maya suşunun iyi kabarmasını ve mayalanma aktivitesi göstermesini ve az maliyet ile daha verimli sonuçlar sağlamayı istemektedirler. (Karakaş ve Kıvanç 1998). Bu amaç doğrultusunda ekmek mayası suşlarının iyileştirmekle alakalı kaynaklarda birçok genetik araştırmalar bulunmaktadır (Reed ve Nagodawithana 1991, Dağaşan 1994, Karakaş ve Kıvanç 1998). Bununla beraber ekmek üretiminde *S. cerevisiae* mayası kullanmaya seçenek olarak kefir taneleri kullanımı (Plessas vd. 2005); *K. maxianus* gibi geleneksel maya kullanımı (Caballero 1995, Plessas vd. 2008a; Dimitrellou vd. 2009) ve karışık kültür kullanımının alternatif olup olmayacağı ile alakalı (Gobbetti vd. 1995, Paramithiotis vd. 2005; Plessas vd. 2008b) çalışmalar yapılmıştır.

Amerika'da "San Francisco" starter kültürü ekşi hamur elde etmek için kullanılan ilk

starter kültürüdür. Ekşi hamur kullanılarak buğday ekmeğinin üretilmesi ve ekşi hamur mikroflorasının saptanması amacıyla yapılan bir araştırmada, kendiliğinden fermantasyona uğrayan San Francisco tipi ekşi hamur kullanılmıştır. *S. inusitatus* ve *S. exiguus* maya türleri saptanmıştır. Bu çalışmada ekşi hamur parçasından izole edilmiş olan bakteriye *Lb. sanfrancisco* adı verilmiştir. Çalışmada *Lb. sanfrancisco* bakterisinin, unda bulunan maltozun %56'sını parçaladığı, *S. exiguus*'un ise maltozu hiç kullanmadığı görülmüştür. Buna ek olarak ekşi hamur kullanılarak yapılan hamurda asit oranı 10 kat daha fazla bulunduğu görülmüş, bu asidin yarısının asetik asitten oluştuğu tespit edilmiştir (Gül 1999).

Geleneksel yöntemlerle ekmek elde etmede ekşi hamur kullanılmasının sebebi, hamurun kabarmasını sağlayacak oranda karbondioksit gazının oluşumunu sağlamak için maya ve heterofermantatif özellikteki LAB'nin çoğaltılması amaçlanmaktadır. Mautner tarafından 1846 yılında Viyana işleminin geliştirilmesiyle ekmek üretiminde endüstriyel ekmek mayası kullanılmaya başlanmıştır. Bundan dolayı hamurun mayalanmasını sağlamak için ekşi hamur kullanılmasına gerek kalmamıştır. Öte yandan 20.yy'ın başına kadar fırıncıların çoğu, ekmek mayasından daha ucuz olması nedeniyle hamuru kabartmak için ekşi hamur kullanmaya devam etmiştir. Bira mayası üretiminde kullanılan metotlar temel alınarak, 1910 yılı civarında ilk ticari ekşi hamur starterleri geliştirilmiş ve standart kalitede ekşi hamur üretiminin sağlanması amacıyla haftalık olarak fırınlara dağıtılmaya başlanmıştır. Starter kullanımı günümüzde hala devam etmektedir. Starter kültür kullanımının kalite ve güvenilirlik üzerine olumlu etkileri olmuş ancak proses süresini etkilememiştir (Brandt 2007).

## **2.7 Ekşi Hamur Üretim Metotları**

Ekşi hamur endüstriyel ve geleneksel olarak elde edilmektedir. Endüstriyel olarak iki farklı çeşitte ön hamur üretimi yaygın olarak kullanılmaktadır. Birinci metotta, buğday unu ve buğday ununda fermantasyonu gerçekleştirmek için mayalardan yararlanır. Bu karışım arzu edilen son ürüne bağlı olarak 4-16 saat kadar oda sıcaklığında (22- 26°C) bırakılarak ekşi hamur elde edilmektedir. Üretilen bu ekşi hamurun asitliği normal seviyelerdedir. Ekşi hamurda oluşan asitlik unun, mayanın ve üretim sırasında kullanılan

ekipmanların doğal florası ile oluřtuđu dűřünülmektedir. Kullanılan bu teknik tek ařamadan oluřmaktadır. Tek ařamalı metot fırıncılık endűstrisinde gocuk yűntemi olarak isimlendirilmektedir. Kullanılan ikinci metotta ise fermantasyon iřlemi ekři hamurda florasında bulunan LAB kűltűrű ve maya birlikte geręekleřtirilmektedir. Hamura LAB ve maya ilave edilerek yaklařık 24 saat boyunca fermantasyon yapılmaktadır. Bu fermantasyon beklenen son űrűn űzelliđine gűre 25-35°C arasında sıcaklıklara tabi tutulmaktadır. Bu teknik tek ařamalı, çok ařamalı ya da belli bir saat aralıklarında devamlı besleme iřlemiyle de uygulanabilmektedir. Bunun yanı sıra, fırıncılık endűstrisinde daha çok tek ařamalı hamur mayalama yűntemi tercih edilmektedir (Lorenz ve Brummer 2003).

Dűnya genelinde ekři hamur yapım teknolojilerine gűre Tip 1, Tip 2 ve Tip 3 grupları olarak 3'e ayrılmaktadır (Corsetti ve Settanni 2007).

Tip 1 grubunda yer alan geleneksel tekniklerle yapılan ve mikroorganizmaların aktif olarak bulunduđu ekři hamur gűrűlűr. Tip 1 grubuna ait ekři hamur yapılırken hamur genel olarak, oda sıcaklıđında (20–30 °C) 3-48 saat boyunca fermantasyonun geręekleřmesi sađlanır ve fermantasyon iřlemi boyunca belirli aralıklarla un ve su eklenerek maya beslenir. Bu hamurların yaklařık olarak pH deđerleri 4' tűr ve Dűnya çapında bu hamurlardan űretilen tahıl űrűnlerine San Francisco ekři hamur Fransız ekmeđi űrnek verilebilir (Corsetti ve Settanni 2007).

Daha hızlı ve etkili sonuçlar veren, kontrolű kolay ve bűyűk çapta űretime izin veren ekři hamur ihtiyaı yarı akıřkan formdaki Tip 2 grubunun ortaya çıkmasına sebep olmuřtur. Bu gruptaki hamurlar yűksek sıcaklıkta (> 30 °C) ve uzun sűreli (2 – 7 gűn) fermantasyon iřlemi yapılır ve yűksek asit içerdikleri için (pH <3,5) genellikle hamur asitleyici ajan olarak kullanılmaktadırlar. Ek olarak, bu grupta yer alan ekři hamurlardaki mikroorganizmaların sınırlı metabolik aktivite gűsterdiklerinden dolayı ve durađan fazda oldukları bulunmuřtur.

Tip 3 grubu ise sprey kurutucularla veya tamburlu kurutucularla kurutularak elde edilen toz halindeki ekşi hamurları içermektedirler. Bu gruptaki ekşi hamurlarının mikrobiyotası

genellikle kurutma işlemine dayanıklı olan bakteri grupları kullanılır. Örnek olarak heterofermantatif *Lb. brevis*, fakültatif heterofermantatif *P. pentosaceus* ve *Lb. plantarum* türleri gösterilebilir. Bu grupta bulunan ekşi hamurlar asitleyici ve aroma vericileri olarak kullanılır (De Vuyst and Neysens 2005). Tip 1 grubu dışında Tip 2 ve Tip 3 gruplarına ait ekşi hamur içeren ekmeklerde kabartıcı ajan olarak dışarıdan maya eklenerek üretilmektedir. (Corsetti ve Settanni 2007).

Gelişen teknoloji ile ürün geliştirme amacı, üretim süreçleri, gluten içermeyen tahılların da dahil olduğu fermantasyon girdileri Tip II ekşi hamur mikroflorasındaki çeşitliliğin arkasındaki temel mekanizma olduğu düşünülmektedir. Tip II ekşi hamurların mikrobiyolojik ekosisteminde baskın olan LAB türleri ise *Lb. reuteri*, *Lb. fermentum*, *Lb. pontis* ve *Lb. panis* 'tir. (Minervini 2014, Ganzle ve Ripari 2016).

Tip I ekşi hamur mikrobiyotası kendi içerisinde daha fazla aynılığa sahiptir. *Lb. sanfranciscensis* Dünya çapında Tip I ekşi hamurdaki temel LAB türüdür ve incelen ekşi hamurların %75'inde baskın tür olarak bulunmuştur (Minervini 2014, Ganzle ve Ripari 2016). Bugüne kadar yapılan çalışmalarda geleneksel yöntemlerle üretilen (Tip 1) ekşi hamurdan 50 tür LAB, 20 tür de yabancı maya bulunduğu belirlenmiştir. Mayalardan *S. exigunus*, *C. milleri* ve *Issactchenkia orientails* türlerinin baskın oldukları belirlenmiştir. Bunun haricinde az da olsa ekşi hamur florasında *P. anomala*, *P. saitoi*, *T. delbrueckii*, *D. hansenii* ve *P. membranifaciens* türlerinde mayalarının da gelişme gösterdiği bulunmuştur. Fakat mikrobiyotada LAB zamanla daha fazla gelişme gösterip ön plana çıktığı maya/LAB oranının 1:100 olduğu gözlemlenmiştir (Corsetti ve Settanni 2007).

Ülkemizde üretilen ekşi hamurlar genelde buğday unundan yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda Türkiye'de ekşi hamur florasından izole edilerek tanımlanan baskın *Lactobacillus* türlerinin; *Lb. amylophilus*, *Lb. sake*, *Lb. acetotolerans*, *Lb. brevis*, *Lb. plantarum* ve *Lb. acidophilus* olduğu saptanmıştır. Bu baskın türler farklı araştırmalarda değişik kombinasyonlar halinde bulunmuştur. Bu farklılıkların farklılıkların yöresel floradan mı, yoksa başka faktörlerden mi kaynaklandığı üzerinde ise herhangi bir bilgi bulunmamaktadır (Menteş vd. 2004).

Ekşi hamurda oluşan alkol fermantasyonunda ve gaz kabarcıklarında etki olan mikroorganizmalar mayalardır. Baskın olan maya mikrobiyotasının tespit edilmesi için yapılan araştırmalarda bu maya türlerinin; *Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia* ve *Torulopsis* bulunduğu gözlemlenmiştir (Sugihara vd.1971, Salovaara ve Savolainen 1984, Spicher 1986).

İtalya'nın Apulia bölgesindeki fırınlardan temin edilen 25 adet ekşi hamur örneğinin mikroflorasını araştırmak amacıyla Corsetti vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada hamurlardan, LAB ve mayaların izole edildiği bildirilmektedir. Bu araştırmada; izolatların tanımlamalarının fizyolojik ve biyokimyasal tekniklere göre yapıldığı ve genetik yöntemlerle de bu tanımlamaların doğrulandığı ifade edilmiştir. Yapılan bu çalışmaya göre, incelenen hamurlardan en fazla izole edilen LAB türünün *Lb. sanfranciscensis* olduğu bildirilmiştir. Araştırmada *Lb. alimentarius*, *Lb. brevis*, *Leuconostoc citreum*, *Lb. plantarum*, *Lb. fermentum*, *Lb. acidophilus* türlerine ait suşların da bulunduğu rapor edilmiştir. Yapılan bu çalışmada, hamur örneklerinin ayrıca maya mikrofloralarının da araştırıldığı ve örneklerden izole edilen 19 mayadan 17 tanesinin; *S. cerevisiae* türü olduğu, belirlenen diğer iki izolatin ise; *S. exiguus* ve *C. krusei* türlerine ait oldukları saptanmıştır.

Pyler ve Gorton (2010) Ekşi hamurun içerdığı maya florasının LAB florasından daha homojen yapıda olduğu ve bu maya türlerinden *C. humulis*, *T. delbrueckii*, *D. hansenii* ve *S. Cerevisiae* ve *C. milleri* bulunduğu bildirilmiştir.

Meignen vd. (2001), tarafından *Lb. brevis* ve ekmek mayasıyla ekşi hamur fermantasyonunun optimizasyonu üzerine yaptıkları araştırmada, karışık kültürlerle 30°C 'de 20 saat boyunca fermantasyon bırakılmıştır. Ortam bulunan bakteri sayısının  $9.3 \times 10^8$  kob/g, maya sayısının ise  $5 \times 10^6$  kob/g, tek çeşit kültür kullanılması durumunda ise bakteri sayısının  $9.2 \times 10^8$  kob/g, maya sayısının  $3 \times 10^7$  kob/g olduğunu bildirmişlerdir.

Corsetti vd. (2003), ekşi hamurda bulunan LAB'ni genetik yöntemlerden faydalanarak

belirlemek amacıyla İtalya'nın çeşitli bölgelerinden 45 adet ekşi hamur örneği temin etmişlerdir. Bu ekşi hamurlardan izole ettikleri 150 LAB suşundan 57 tane *L. sanfranciscensis*, 28 tane *Lb. brevis*, 24 tane *Lb. alimentarius*, 17 tane *Lb. plantarum*, 9 tane *Lb. farciminis*, 6 tane *Lb. fructivorans* ve 4 tane *W. Confusa*, 3 tane *Lb. fermentum* bulunduğunu saptamışlardır.

Meroth vd. (2003a), ekşi hamur fermantasyonundaki bakteri popülasyonunu PCR-DGGE (Random Amplified Polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction) tekniğiyle izlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada ticari olarak üretilen ekşi hamur starter kültürleriyle 4 farklı ekşi hamur fermantasyonu sürdürmüşlerdir. Çavdar unundan elde edilen ve hamur randımanı 200 olan 1. ekşi hamur örneğinde *Lb. sanfranciscensis* ve *Lb. mindensis*, 2. ve 3. ekşi hamurda *Lb. crispatus* ve *Lb. frumenti*, çavdar kepeğinden ve hamur randımanı 367 olan 4. ekşi hamurda ise *Lb. johnsonii* ve *Lb. reuteri* türlerini bulunduğunu tanımlamışlardır. LAB hücre sayısının  $10^8$  - $10^9$  kob/g ve maya sayısının  $5 \times 10^5$  - $5 \times 10^7$  kob/g arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Meroth vd. (2003b), ekşi hamur mikroflorasının PCR-DGGE tekniği kullanılarak saptanması için yapılan çalışmada kullanılan karışık starter kültürlerde *C. humilis*, *D. hansenii*, *S. cerevisiae* ve *S. uvarum* türlerinin bulunduğunu saptamışlardır. Çavdar unundan faydalanarak elde edilen ve hamur randımanı 200 olan 1. ekşi hamur örneğinde *C. humilis*, 2. ve 3. ekşi hamurda *S. cerevisiae*, çavdar kepeğinden üretilen ve hamur randımanı 367 olan 4. ekşi hamurda ise *C. crusei* suşlarını baskın tür olduğunu saptamışlardır. Bununla birlikte *Cladasporium* spp., *S. servazii*, *S. uvarum*, *D. bruxellensis*, *E. nigrum* türlerini de saptadıklarını rapor etmişlerdir.

Wick vd. (2003) ekşi hamur üretiminde önemli olan bazı işlem parametrelerinin (starter kültür, ekşi hamur tazeleme, hamur verimi, yardımcı maddeler) fermantasyon üzerine etkisini araştırmışlardır. Ticari kültürler eklenerek üretilen hamuru 30°C'de 8 saatte bir un ve su ile beslemişler ve bu yöntemin LAB ve mayaların hem gaz hem de asit oluşumunu arttırdığını belirlemişlerdir. Bunun yanı sıra, maya ya da bakterilerin ilk ve son hücre sayıları arasındaki oranın azaldığını, mayaların hücre sayısının başlangıçtakine göre 100 kat, bakterilerde ise 10 kat daha az olduğunu saptamışlardır.



Pepe vd. (2004), Ekşi hamurlardan izole ettikleri *Lb. plantarum* suşlarının teknolojik ve moleküler farklılıklarını inceledikleri araştırmada İtalya'nın güneyinden temin edilen 14 ekşi hamur örneğindeki LAB miktarının 6-8,7 log kob/g, maya sayısının 5,2-8 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir.

Pulvirenti vd. (2004), PCR tekniğinden faydalanarak ev koşullarında elde edilen ekşi hamurlarda bulunan en yoğun maya türlerinin *S. cerevisiae*, *C. milleri*, *C. humilis*, *S. exiguus* ve *Issatchenkia orientalis* olduğu saptanmıştır.

Katina vd. (2002), Özellikle *Bacillus* suşlarının sebep olduğu rop hastalığını engellemede LAB'lerinin potansiyelini araştırmak için yaptıkları araştırmada buğday hamuruna %20-30 oranında eklenen LAB türlerinden *Lb. plantarum*, *P. pentosaceus* ya da *Lb. brevis* ile elde edilen ekşi hamurun buğday ekmeğindeki rop bozulmasını engellediğini bildirmişlerdir.

Paramithiotis vd. (2006), ekşi hamur mikroflorasının içerdiği LAB ve *S. cerevisiae* arasındaki potansiyeli inceledikleri çalışmada starter kültür olarak *S. cerevisiae*, *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. brevis*, *W. cibaria*, *P. pentosaceus* ve *E. faecium*'u tek veya karışık kültür olarak kullanmışlar ve 30°C'de 24 saat boyunca fermantasyona bırakılmışlardır. Ekşi hamur fermantasyonu sonucunda maya sayısının  $1,8 \times 10^8$  -  $3,1 \times 10^8$  kob/g, LAB sayısının ise  $1,7 \times 10^9$  -  $3,2 \times 10^9$  kob/g arasında değişiklik gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca, LAB'nin varlığının *S. cerevisiae*'nin son hücre verimi üzerine bir etkisinin bulunmadığını fakat en yüksek gelişme hızı ve etanol üretimini olumsuz, mannitol ve asetik asit üretimini ise olumlu yönde etkilediğini belirtmişlerdir.

Crowley vd. (2002) %40 ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmekte daha koyu kabuk rengi olduğu görülmüştür. Ancak genel olarak renk üzerine ekşi hamur ilavesinin etkili olmadığını bildirilmişlerdir.

Göçmen (2001), ekmek yapımında ekşi hamur kullanılmasının ekmeğin raf ömrünü uzattığını, lezzetini arttırdığını ve dokusunda istenilen hacmi sağladığını ifade etmiştir.

Ertop ve Hayta (2016), ekşi hamur fermantasyonunun ekmeğin biyoaktif bileşenleri ve biyoyararları ile ilgili yaptıkları araştırmalarında tüketicilerin sağlıklı, katkısız, doğal ürünlere talepleri olduğunu bildirmişlerdir. Bununla birlikte ekmeğin yapımının yasal düzenlemelerle tam buğday ekmeği ve kepekli ekmeğin yönünde olduğunu belirterek ekşi hamurun ekmeğin üretiminde kullanılmasının gerektiğini belirtmişlerdir.

Şen (2018), ekşi hamurdan üretilen ekmeğe olan tüketici talebini arttırmak için alternatif tavsiyelerde bulunduğu araştırmasında, panelistler; ekmeğin üretiminde ekşi hamur kullanımını nedeniyle elde edilen ekmeğin somun ekmeği ile karşılaştırıldığında ekşi hamur ekmeğinin daha özgün bir tada sahip olduğunu bildirmişlerdir. Bunlara ek olarak ayrıca ekşi hamur kullanılarak üretilen ekmeğin katkı maddesi içermemesi, gözeneklerinin sık ve homojen olmasının en önemli tercih sebebi olduğu belirlenmiştir.

Plessas vd. (2011) yaptıkları araştırmada starter kültür ile elde edilen ekşi hamurdan ekmeğin üretiminde yararlanmışlardır. Starter kültür olarak *Lb acidophilus* ve *Lb. sakei* tek ve karışık şekilde uygulanmıştır. Ekmeğin çeşitlerinde laktik asit, toplam titrasyon asitliği ve pH başta olmak üzere birçok kimyasal değişken incelenmiştir. Karışık kültür kullanılarak üretilen ekmeğin on iki gün boyunca tazeliğini sürdürdüğü bildirilmiştir. Bunun sebebinin laktik asit oranının fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Bu ekmeğin başka ekmeğlerle karşılaştırıldığında daha katı doku, hoş aroma, tat ve benzer kalite gösterdiği duyu denemeleri ile görülmüştür.

İtalya’da ekşi hamurlarda baskın maya türünü belirlemek amacıyla yürütülen bir çalışmada, Sicilya’nın dört farklı bölgesinde bulunan fırınlardan 35 ekşi hamur örneğinin toplandığı ve bunlardan maya izolasyonlarının yapıldığı bildirilmiştir. Yapılan bu çalışmada, maya izolatlarının tanımlanmalarının sonucunda, incelenen ekşi hamurlardaki baskın maya türünün *S. cerevisiae* olduğu tespit edilmiştir. İncelenen ekşi hamur örneklerinden *S. cerevisiae* dışında, *C. milleri*, *C. humilis*, *S. exiguus* ve *I. orientalis* türlerinin de izole edildikleri rapor edilmiştir (Pulvirenti vd. 2004).

Nuobariene vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, Danimarka ve Litvanya’da

üretileen ekşi hamurlardan örnekler alınarak, bunların maya mikrofloralarının incelendikleri ve fitaz aktivitesi taşıyan mayaların araştırıldığı rapor edilmiştir. Çalışma sonucunda, izole edilen maya türleri arasında; *S. cerevisiae*, *P. kudriavzevii*, *P. occidentalis*, *C. humilis* ve *K. exigua*'nın bulunduğu ve bunlar arasında en yüksek fitaz aktivitesi gösteren izolatların, *S. cerevisiae* türüne ait oldukları bildirilmiştir.

Yapılan bir diğer araştırmada; Portekiz' in geleneksel bir ekmeği olan broa ekmeğinin üretiminde kullanılan çavdar ve mısır unları ile bunlardan üretilen ekşi hamurların mikrofloralarının, fermantasyon boyunca değişiminin araştırılabilmesi amacıyla, 14 üreticiden toplanan örneklerin incelendiği bildirilmektedir (Rocha ve Malchata, 2012). Bu araştırmada, incelenen ekşi hamur örneklerinin ve unların genel mikroflorasını araştırmak amacıyla toplam canlı mezofilik ve termofilik mikroorganizmalar, Gram-pozitif ve Gram-negatif aerobik bakteriler, LAB ve mayaların izolasyonları üzerinde çalışıldığı belirtilmiştir. İncelenen çavdar ve mısır unlarının ekşi hamur fermantasyonuna uğratılması sonucunda fermantasyonun, istenmeyen mikroorganizmaların gelişimini kontrol altında tutulabildiği ve fermantasyon süresince mayalar ile *Lactobacillus*, *Streptococcus*, *Lactococcus*, gibi LAB' lerinin sayılarının arttığı, küflerin, *Enterobacteriaceae*, *Pseudomonadaceae* familyaları ile, *Staphylococcus* ve *Micrococcus* cinslerine ait bakterilerin ise, inhibe oldukları rapor edilmiştir.

Minervini vd. (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel İtalyan ekmeklerinin yapımında kullanılan 19 adet ekşi hamurun mikroflorasının incelendiği ve bu amaçla toplanan ekşi hamur örneklerinden, LAB' nin ve mayaların izole edildiği rapor edilmiştir. Söz konusu çalışmada incelenen hamur 11 örneklerinden *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. plantarum* ve *Lb. paralimentarius* türleri ile, *S. cerevisiae*, *C. humilis*, *K. barnettii* ve *K. exigua* türlerinin izole edildikleri rapor edilmiştir.

Yapılan bir başka araştırmada; İtalya' ya özgü olan Pandoro, Panettone ve Nadalin gibi geleneksel fırıncılık ürünlerinin üretiminde kullanılan 18 ekşi hamur örneğinin mikroflorasının incelendiği rapor edilmiştir Lattanzi vd. (2013) Elde edilen verilere göre, 18 ekşi hamur örneğinden ikisi dışında hepsinden, *Lb. sanfranciscensis* türünün izole edildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada izole edilen diğer LAB türlerinden bazıları; *Lb.*

*citreum*, *W. cibaria*, *Lb. plantarum*, *Lb. brevis*, *Lb. curvatus* olarak bildirilmiştir. İncelenen örneklerden izole edilen maya türleri arasında ise, *Candida humilis* ve *S. cerevisiae* türlerinin bulunduğu rapor edilmiştir.

Lhomme vd. (2015) tarafından Fransa’ da yapılan bir çalışmada ise, bu ülkeye özgü geleneksel ekşi hamurların mikrobiyotasının incelendiği belirtilmiştir. Anılan bu çalışmada, elde edilen sonuçlara göre *Lb. sanfranciscensis* türünün, Fransa’ya özgü ekşi hamurlarda baskın olarak bulunduğu; ayrıca, *Lb. parabrevis*, *Lb. hammesii*, *Lb. plantarum*, *Lb. xiangfangensis*, *Lb. diolivorans*, *Lb. mesenteroides* türlerinin de araştırılan ekşi hamurlardan izole edilen diğer LAB arasında olduğu belirtilmiştir. Bu çalışmada ayrıca, ekşi hamurların maya florasının da incelendiği ve araştırılan 16 ekşi hamurdan sadece bir örnekte baskın olan maya türünün; *K. servazzii* olduğu bildirilirken diğer ekşi hamurlarda *S. cerevisiae* türünün dominant olduğu da rapor edilmiştir.

Palla vd. (2017) tarafından yapılan bir araştırmada, İtalya’ da üretilen Toskana ekşi hamur ekmeğinin mikroflorasının araştırılması amacıyla, incelenen ekşi hamur örneklerinden LAB ve maya izolasyonları yapılmıştır. Araştırılan örneklerden toplam 193 LAB’ nin ve 130 mayanın izole edildiği ve bunlardan sırasıyla rastgele, 96 ve 68 izolatin seçilerek, moleküler tanımlanmalarının yapıldığı bildirilmiştir. Bulunan sonuçlara göre; LAB’ nin %99’ unun *Lb. sanfranciscensis* türüne ait oldukları bildirilirken, mayalardan 65’ inin *C. milleri*, üçünün ise *S. cerevisiae* türüne ait olduğu saptanmıştır.

Benzer konuda yapılan bir diğer çalışmada, Çin geleneksel olarak üretilen steamed bread isimli ekmeğin üretiminde kullanılan ekşi hamur örneklerinin maya mikrofloralarının araştırıldığı ve ayrıca, bu mayaların ekmekteki aroma oluşumu üzerindeki etkilerinin de incelendiği belirtilmektedir (Liu vd. 2018). Bu araştırmanın sonuçlarına göre, farklı bölgelerden toplanan 15 ekşi hamur örneğinden, toplam 105 endojen mayanın tanımlandığı ve bunların Random amplification of polymorphic DNA (RAPD) yöntemi ile moleküler tanımlanmalarının gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Bulunan verilere göre izole edilen mayaların, *S. cerevisiae*, *C. humilis* (*K. humilis*), *P. kudriavzevii*, *W. anomalus*, *P. membranifaciens* ve *Saccharomycopsis fibuligera* türlerine ait oldukları bildirilmiştir. Yapılan bu araştırmada incelenen ekşi hamur örneklerindeki toplam maya

sayılarının ise; 7,19-8,72 log kob/g arasında değişiklik gösterdiği de belirtilmiştir.

Ülkemizde, Dığrak ve Özçelik (1991) tarafından Elazığ ve çevresinde üretilen ekşi hamurların mikrobiyotasını tanımlamak amacıyla yapılan bir çalışmada, toplam 17 adet ekşi hamur örneğinin incelenmiştir. İncelenen ekşi hamur örneklerinden tanımlanan mayalar arasında; *S. rouxii*, *S. rosei*, *S. cerevisiae*, *T. holmii*, *T. unsporus*, *T. Stellatta* türlerinin bulunduğu bildirilmektedir. Ayrıca bu araştırmada çalışılan örneklerde, *Lb. plantarum*, *Lb. acidophilus*, *Lb. casei*, *Lb. brevis*, *Lb. fermentum*, *Lb. fructivoran* ve *P. pentosaceus* türlerinin de izole edildiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada, örneklerdeki toplam LAB sayısının;  $1,5 \times 10^6$ - $2,8 \times 10^7$  arasında, toplam maya sayısının ise;  $1,4 \times 10^6$ - $8,1 \times 10^7$  kob/g arasında değiştığı rapor edilmiştir.

Menteş vd. (2004) yaptığı bir incelemede, Ankara, Bursa ve Trabzon illerinden alınan farklı ekşi hamur örneklerinin bakteri mikroflorasının incelendiği bildirilmiştir. İzole edilen bakterilerin 150 tanesinin *Lactobacillus* türü veya alt türü oldukları ve çalışılan örneklerde; *Lb. alimentarius* ve *Lb. plantarum* türlerinin yoğun oldukları bildirilmiştir. Ek olarak bu araştırmada, izole edilen LAB' nin asit üretme yetenekleri ve proteolitik aktivitelerinin de araştırıldığı rapor edilmiştir. *Lactobacillus* suşlarının gelişme pH'ı 3.56-4.11 arasında değişkenlik göstermektedir. Elde edilen 63 suşun yüksek proteolitik aktiviteye sahip oldukları da rapor edilmiştir.

Yağmur (2013) tarafından ülkemizde gerçekleştirilen bir diğer çalışmada ise, ekşi hamur mikroflorasındaki LAB ve mayaları tanımlamak ve bu mikroorganizmalardan üretilen sıvı ekşi hamurun, ekmek kalitesi üzerindeki etkisini araştırmak için, 8 farklı fırından ekşi hamur örnekleri alınmıştır. Temin edilen örneklerden LAB ve maya izolasyonu çalışması yapılmıştır. Bu çalışmada, LAB ve mayaların izolasyonu yapılırken moleküler yöntem kullanılmıştır. Tanımlanan 23 izolattan, 18' inin LAB' ne ve 5' inin ise mayalara ait olduğu rapor edilmiştir. İncelenen örneklerde, *Pichia pentosaceus*, *Lb. plantarum*, *Lb. sanfranciscensis* ve *Lb. mesenteroides* türlerinin, mayalardan ise *S. cerevisiae* türünün dominant bir şekilde bulunduğu olduğu rapor edilmiştir. Bu çalışma sonucunda tanımlanan LAB ve mayalardan farklı starter kültür ve farklı un çeşitleri kombinasyonlarının yapıldığını hamur kıvamı kullanılarak sıvı ekşi hamur örnekleri

üretildiği ve bu parametrelerin ekmek kalitesi üzerindeki etkilerinin araştırıldığı da bildirilmiştir.

Saeed vd. (2009) yaptığı araştırmada, 13 ekmek mayası örneğinden materyal olarak yararlanmıştır. Kullanılan 13 adet maya 25 °C'de 3 günlük inkübasyondan sonra izole edilmiştir ve  $6,35 \times 10^3$  -  $7,95 \times 10^7$  (kob/g) civarında maya bulunduğunu rapor etmiştir.

Salovaara ve Savolainen (1984) araştırdıkları Finlandiya fırıncılık mamüllerinde,  $5 \times 10^5$  -  $5 \times 10^8$  (kob/g) *S. cerevisiae* ve *T. holmii* bulunduğu rapor edilmiştir.

Evren vd. (2006) tarafından yapılan bir araştırmada, üç değişik firmanın ürettiği pres-yaş ekmek mayalarının 1. gün sayımlarında maya sayısının kesin olmasa da değişiklikler olduğunu bulmuşlardır ve depolama zamanıyla bağlantılı olarak maya sayısında değişik neticeler olduğunu rapor etmişlerdir.

Pamir (1985), mayaların tek hücreye sahip olduklarını ve genelde oval, yuvarlak, silindirik, limon, ya da şişe biçiminde olduğunu; *S. cerevisiae* türündeki mayaların ise genel olarak yuvarlak veya dairesel biçime sahip olduklarını rapor etmişlerdir.

Akinola ve Osundahunsi (2017) tarafından yapılan araştırmada gözlemlenen ekmek mayası çeşitlerinin; koloni yüzeyinin pürüzsüz, renginin kremi, şeklinin dairesel, morfolojisinin oval, dizilişinin ise elipsoidal olduğunu bildirmişlerdir.

Paramithiotis vd. (2006), ekşi hamurda bulunan LAB ve *S. cerevisiae* arasındaki etkileşimleri inceledikleri araştırmalarında starter olarak *S. cerevisiae*, *Lb. sanfranciscensis*, *Lb. brevis*, *W. cibaria*, *P. pentosaceus* ve *E. faecium*'u tek ya da karışık kültür olarak kullanmışlar ve 30 °C'de 24 saat süren ekşi hamur fermantasyonu sonucunda maya sayısının  $1,8 \times 10^8$  -  $3,1 \times 10^8$  kob/g, LAB sayısının ise  $1,7 \times 10^9$  -  $3,2 \times 10^9$  kob/g arasında değiştiğini bulmuşlardır. Öte yandan, LAB'nin varlığının *S. cerevisiae*'nin son hücre verimi üzerine bir etkisi olmadığını ancak en yüksek gelişme hızı ve etanol üretimini olumsuz, mannitol ve asetik asit oluşumunu ise olumlu yönde etkilediğini bildirmişlerdir.

Hammes vd. (2005) tarafından yapılan araştırma sonucunda, olgun 15 adet hamur içerisindeki LAB miktarının  $1 \times 10^9$  -  $3 \times 10^9$  kob/g, mayaların miktarının ise  $1 \times 10^6$  -  $5 \times 10^7$  kob/g oranında olduğunu bildirmişlerdir.

Vogel vd. (1996) ve Vrancken vd. (2010) tarafından yapılan araştırmalar neticesinde; tanımlanan ekşi hamur çeşitlerinde dominant olarak bulunan ekmek mayasının *S. cerevisiae* türüne ait olduğu bulunmuştur.

Corsetti vd. (1998), ekşi hamurun iğerdiği mayalardan *S. cerevisiae* başta olmak üzere; *S. exiguus* ve *C. krusei*, *P. norvegensis* ve *H. anomala* 'da bulunduğunu rapor etmişlerdir.

### **3. MATERYAL ve METOT**

#### **3.1 Materyal**

Araştırmada kullanılan 25 adet ekşi hamur örneği Afyonkarahisar il sınırları içerisindeki yerel fırınlardan Aralık 2020/ Nisan 2021 tarihleri arasında temin edilerek soğuk zincir altında, Afyon Kocatepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Mikrobiyoloji Analiz Laboratuvarı 'na getirilmiştir. Analizler tamamlanıncaya kadar buzdolabında (0-4 °C) muhafaza edilmiştir.

##### **3.1.1 Ekşi Hamurun Fiziko-kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi**

###### **3.1.1.1 pH**

Ekşi hamur örneklerinin pH tayini Cyberscan 300 model pH metre ile ölçülmüştür (Akarca 2013).

###### **3.1.1.2 Renk Değerlerinin Ölçümü**

Gıdanın kalitesi hakkında ilk yargı ürünün rengine göre verilmektedir. Bu nedenle rengi tam olarak ölçmek işletmeler için önem teşkil etmektedir. Gıdaların işlenmesi depolanması gibi etkenler sonucu kalite değişimleri analizinde, gıda kalitesinin standartlara uygunluğunun belirlenmesinde renk ölçümlerinden yararlanılmaktadır (Anonim 2014). Araştırma da ekşi hamur örneklerinin renk değerleri ölçümü Hunter Kolorimetresi (Chroma Meter Cr-400) cihazı kullanılmıştır. L\*, a\*, b\* sistemi cinsinden belirlenmiştir. Hunter L\*, a\*, b\* kolorimetre cihazının öncelikle kalibrasyonu yapılmıştır. Beyaz kalibrasyon plakası kullanılarak beyaz ayarı yapılmıştır (Oberg vd. 1991). Ekşi hamur örnekleri düz bir zemine yerleştirilerek yeterli ışık altında renk değerleri okunmuştur. Okunan değerler kaydedilmiştir. Bu yöntemeye göre, farklı gıda numunelerinin Hunter kolorimetresinde bulunan üç renk değerine göre; L\*, a\*, b\* kısaltmaları kullanılmaktadır.



### 3.1.1.3 % Kuru Madde Tayini

Ekşi hamur örneklerinin kuru madde analizleri AOAC 990.20’de belirtildiği şekilde tespit edilmiştir. İlk olarak ekşi hamurların koyulacağı alüminyum kaplar etüvde (MMM Incucell, Almanya)  $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 4 saat süre ile kurutulmuştur. Ardından desikatöre alınarak soğutulmuştur. Oda sıcaklığına kadar soğuyan alüminyum kapların daraları hassas terazide (Rodwag PS 600/C/2) alınarak kaydedilmiştir. Daha sonra her kap içerisine ortalama 5’er gram ekşi hamur örneği konulmuştur. Konulan örnek miktarı hassas terazide belirlenerek kaydedilmiştir. Ekşi hamur örnekleri konulan kaplar, etüvde (MMM Incucell, Almanya)  $105\pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de kurumaya bırakılmıştır. Örnekler 4 saat sonra çıkartılıp desikatöre alınarak soğutulmuş ve tartılmıştır. Ardından tekrar etüve konulup 2 saat daha bekletilmiştir. Süre sonunda tekrar desikatöre alınarak soğutulmuş ve yeniden tartılmıştır. İki tartım arasındaki değer sabit olana kadar işleme devam edilmiştir. Son olarak hassas terazide tartılan örneklerin kuru madde değerleri aşağıdaki formül yardımı ile hesaplanmıştır (Anonim 2002).

$$\text{Kuru Madde (\%)} = \frac{(G3-G1)}{(G2-G1)} \times 100 \quad (3.1)$$

Burada;

$G1$  : Boş kurutma kabının g olarak ağırlığı,

$G2$  : Ekşi hamur örneği ile birlikte g olarak kabın ağırlığı,

$G3$  : Kurutulmuş ekşi hamur örneği ile birlikte kabın g olarak ağırlığını göstermektedir.

### 3.1.1.4 Su Aktivitesi Değeri ( $a_w$ )

Ekşi hamur örneklerin  $a_w$  değeri Novasina TH-500  $a_w$  Sprint cihazı kullanılarak ölçülmüştür (Akarca 2013).

### 3.1.2 Ekşi Hamur Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizleri

### 3.1.2.1 Ekşi Hamur Örneklerinin Mikrobiyolojik Analizler İçin Hazırlanması

Afyonkarahisar bölgesinden temin edilen ekşi hamur numuneleri steril koşullar altında 10 g alınarak, steril stomacher poşetlerine (Lp Italiana Spa-174538) aktarılmıştır. Üzerine 90 ml steril ringer (Merck- 115525) çözeltisinden ilave edilerek stomacher (Stomacher® 400 UK) de 120 saniye süre ile orta hızda homojen hale getirilmiştir. Elde edilen bu homojen karışım  $10^{-1}$  dilusyon sayılmıştır (Sekin ve Karagözlü 2004).

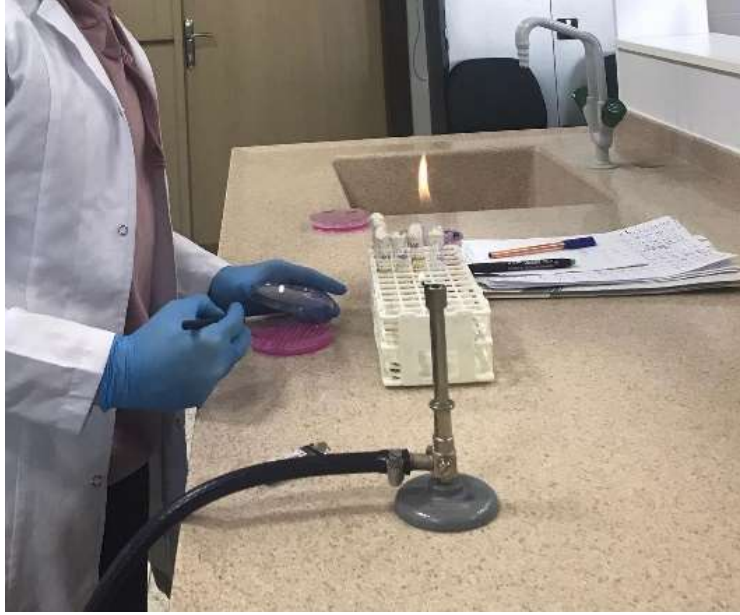
### 3.1.2.2 Maya İzolasyonu

Maya türlerinin tanımlanabilmesi için hamur örneklerinden hazırlanan dilüsyonlardan 1 mL steril pipet ile alınmıştır. Potato Dextrose Agar (PDA) (Merck, 110130, Almanya) ve Dichloran-rose Bengal Chloramphenicol (DRBC) agar, (Merck,100466, Almanya) besiyerlerine inokule edilmiş, steril bir drigalski spatülü ile yayıldıktan sonra 30 C°'de aerobik koşullarda 24 saat süre ile inkübasyona bırakılmışlardır. İnkübasyonun ardından petri ler analizler tamamlanıncaya kadar buzdolabında 0-4 C°'de muhafaza edilmişlerdir.

Buzdolabında stoklanan petri ler mikroskop altında görünüm işlemi için açılmıştır. Besiyerlerde gelişen maya kolonilerinden farklı olanlardan koloniler elde edebilmek için saflaştırma işlemi yapılmıştır. Saflaştırma işleminde oluşan her koloni daha önce hazırlanan DRBC Agar besiyerlerine steril bir öze aracılığı ile çizme işlemi yapılarak geçilmiştir (Resim 3.1). Geçilen koloniler 30°C'de 24 saat petri ler ters çevrilmeden ve olabildiğince az hareket ettirerek aerobik koşullar altında etüvde inkübasyona bırakılmıştır.

Gelişmelerini tamamlamış olan maya kolonilerinin tanımlamaları, makroskobik ve mikroskobik özellikleri göz önünde bulundurularak yapılmıştır. Makroskobik görünümde; koloni görünümü yayılma alanı, şekli, petri kutusunun ön yüzden görüntüsü incelenerek yapılmıştır. Mikroskobik görünümde ise mayanın gelişen her koloniden ayrı ayrı preparatlar hazırlanmıştır. Hazırlanan preparatlar gram boyama metodu ile boyanmıştır. Mikroskop altında incelenmiştir. İncelemede maya hücresinin şekli, tomurcuklanma oluşumu, büyüklüğü vb. incelenmiştir. Aynı tür olduğu düşünülen

koloniler aynı şekilde tek tek besiyerine inokule edilmiştir (Kurtzman vd. 2011 a,b,c). Besiyerinde ayrı ayrı üreme sağlanan kolonilerden Kreger-van ve Groningen (1984), Rosa ve Peter (2006), Kurtzman and Fell (2011) ve Kurtzman vd. (2011 a,b,c) belirttiği şekillerde gram boyama, mikroskop (SDPTop, CX40, PRC) incelemesi ve biyokimyasal testler uygulanmış, ayrıca izolatların tür düzeyinde tanımlamaları için API® 20 C AUX (Biomerieux, Fransa) test kitleri kullanılmıştır.



**Resim 3.1** Maya saflaştırma işlemi.

### 3.1.2.3 Şeker Fermantasyonu

Maya Örneklerinin şeker fermantasyonları analizinde %2 (w/v) oranında şeker içlerinde Durham tüpü bulunan tüpler kullanılmıştır. Test sırasında şeker olarak glukoz, sukroz, galaktoz, fruktoz, maltoz, dekstroz, laktöz, mannitöl, sorbitöl, rafinoz ve fruktoz kullanılmıştır. Besiyeri 4 mL hacimde olacak şekilde Durham'lı tüplere aktarılmış ve otoklavda sterilize edilmiştir. DRBC Agar yüzeyinde tek koloniler halinde gelişen maya kolonilerinden steril bir pipet yardımıyla alınarak hazırlanan şeker çözeltileri içerine inokule edilmiştir. İnokule edilen tüpler 25 °C'de 5 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır (Resim 3.2). İnkübyasyon sonunda Durham tüpünde gaz oluşturma süreleri ve tüplerdeki gaz miktarı gözlemlenmiştir (Resim 3.3; Yarrow 2008, Kurtzman 2003).



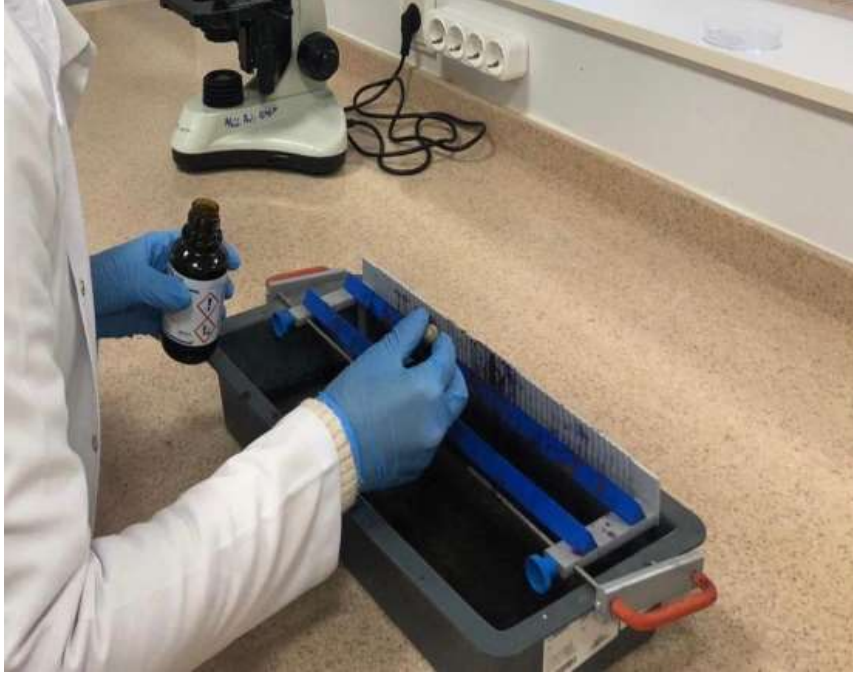
**Resim 3.2** Şeker içinde inkubasyona bırakılan mayalar.



**Resim 3.3** İnkubasyon sonucu mayaların oluşturduğu gaz.

#### **3.1.2.4 Gram Boyama**

Gram boyama Harrigan ve McCance (1990) ve Temiz (1996)'e göre yapılmıştır. Gram boyama sonunda lamalar mikroskop altında incelenmiştir. Mikroskop altında maya hücreleri gram (+) olarak gözlemlenmiştir (Resim 3.4).



**Resim 3.4** Maya gram boyama.

### **3.1.3 İstatistiksel Analizler**

Çalışmamızda Afyonkarahisar'ın çeşitli bölgelerinden temin edilen 25 farklı ekşi hamur örneğinin, fizikokimyasal, kimyasal, mikrobiyolojik değerlerinin istatistiksel değerlendirmesinde varyans analizi ve Duncan çoklu karşılaştırma testi SPSS for Windows release ver.17.0 paket programı kullanılarak yapılmıştır (SPSS 2008).

## 4. BULGULAR

Bu araştırmada, ekşi hamur örneklerinin fiziksel, kimyasal özellikleri incelenmiştir. Ayrıca 25 ekşi hamur örneğinde bulunan maya türleri de izole edilmiştir. Bulunan sonuçlar istatistiksel yönden değerlendirilmiş ve bu konuda yapılan başka çalışmalarla da karşılaştırılarak bulgular yorumlanmıştır.

### 4.1 Araştırmada Kullanılan Ekşi Hamur rneklerinin Fiziko-kimyasal özellikleri

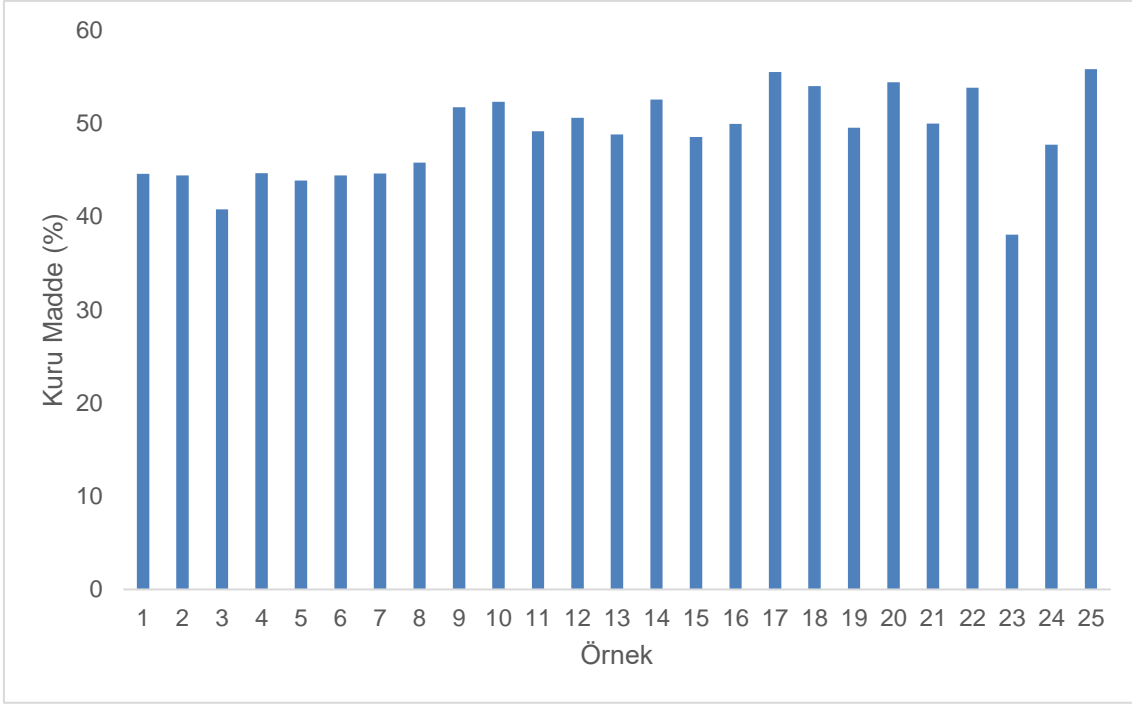
#### 4.1.1 Ekşi Hamur rneklerinin % Kuru Madde Değerleri

Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerleri izelge 4.1’de gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerlerindeki değişim ise Şekil 4.1’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.1** Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerleri.

rnek Numarası	Kuru Madde (%)
1	44,58±2,86 <sup>hij</sup>
2	44,41±4,42 <sup>ij</sup>
3	40,78±0,35 <sup>jk</sup>
4	44,64±0,22 <sup>ghij</sup>
5	43,87±0,51 <sup>ij</sup>
6	44,43±4,45 <sup>ij</sup>
7	44,64±4,16 <sup>hij</sup>
8	45,78±1,54 <sup>hij</sup>
9	51,72±0,41 <sup>bcdef</sup>
10	52,32±0,27 <sup>abcde</sup>
11	49,15±0,71 <sup>efg</sup>
12	50,59±0,17 <sup>cdef</sup>
13	48,82±0,25 <sup>efg</sup>
14	52,57±0,69 <sup>abcde</sup>
15	48,55±2,21 <sup>efg</sup>
16	49,95±0,35 <sup>def</sup>
17	55,53±0,39 <sup>ab</sup>
18	54,00±0,25 <sup>abcd</sup>
19	49,55±0,31 <sup>efg</sup>
20	54,42±0,47 <sup>abc</sup>
21	49,99±0,50 <sup>def</sup>
22	53,84±0,82 <sup>abcd</sup>
23	38,07±0,11 <sup>k</sup>
24	47,73±0,04 <sup>fghi</sup>
25	55,83±0,07 <sup>a</sup>

a-l (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ( $p>0,05$ ).



**Şekil 4.1** Ekşi hamur örneklerinin % kuru madde değerlerinin dağılımları.

#### 4.1.2 Ekşi Hamur Örneklerinin pH Değerleri

Ekşi hamur örneklerinin pH değerleri çizelge 4.2’de gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin pH değerlerindeki değişim ise şekil 4.2’de gösterilmiştir.

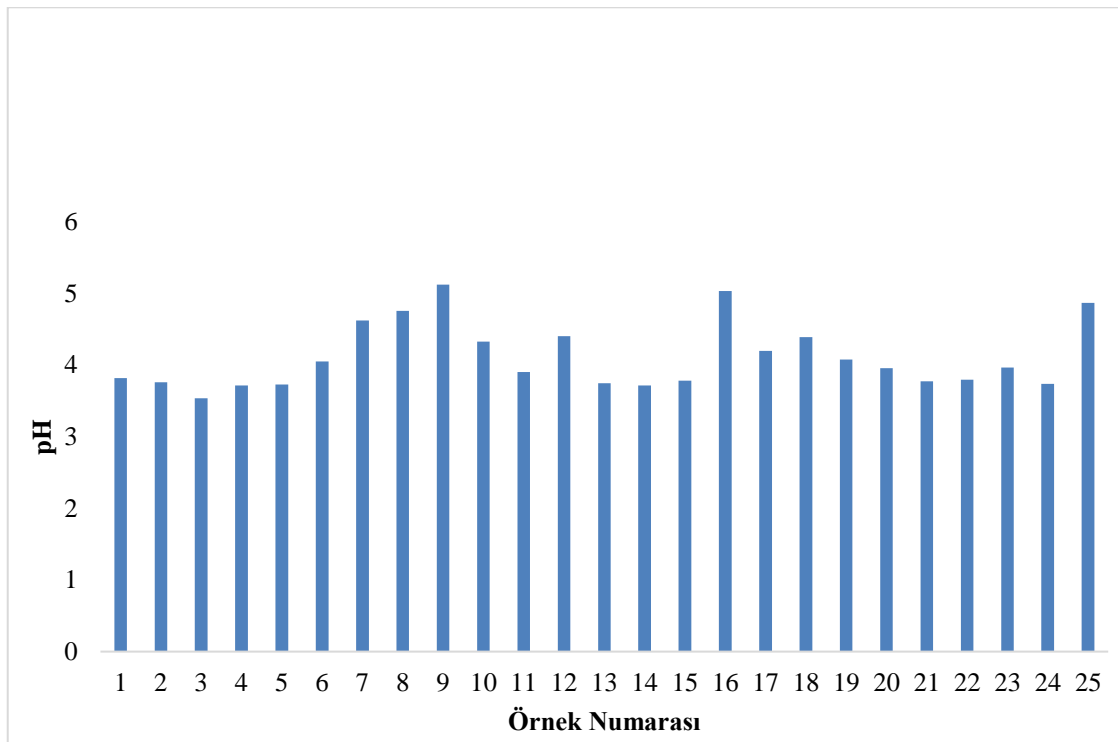
**Çizelge 4.2** Ekşi hamur örneklerinin pH değerleri.

Örnek Numarası	pH
1	3,81±0,02 <sup>jk</sup>
2	3,76±0,01 <sup>k</sup>
3	3,53±0,06 <sup>l</sup>
4	3,71±0,02 <sup>k</sup>
5	3,72±0,02 <sup>k</sup>
6	4,05±0,01 <sup>gh</sup>
7	4,62±0,07 <sup>d</sup>
8	4,75±0,02 <sup>c</sup>
9	5,12±0,05 <sup>a</sup>
10	4,32±0,03 <sup>e</sup>
11	3,90±0,01 <sup>ij</sup>
12	4,40±0,02 <sup>e</sup>
13	3,74±0,03 <sup>k</sup>
14	3,71±0,03 <sup>k</sup>
15	3,78±0,05 <sup>k</sup>
16	5,03±0,07 <sup>a</sup>

**Çizelge 4.2 (Devam)** Ekşi hamur örneklerinin pH değerleri.

17	4,19±0,03 <sup>f</sup>
18	4,39±0,04 <sup>e</sup>
19	4,07±0,02 <sup>g</sup>
20	3,95±0,07 <sup>h1</sup>
21	3,77±0,07 <sup>k</sup>
22	3,79±0,02 <sup>jk</sup>
23	3,77±0,07 <sup>k</sup>
24	3,73±0,02 <sup>k</sup>
25	4,86±0,10 <sup>b</sup>

a-1(↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ( $p>0,05$ ).



**Şekil 4.2** Ekşi hamur örneklerinin pH değerlerinin dağılımı ( $p<0,05$ ).

#### 4.1.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Değerleri

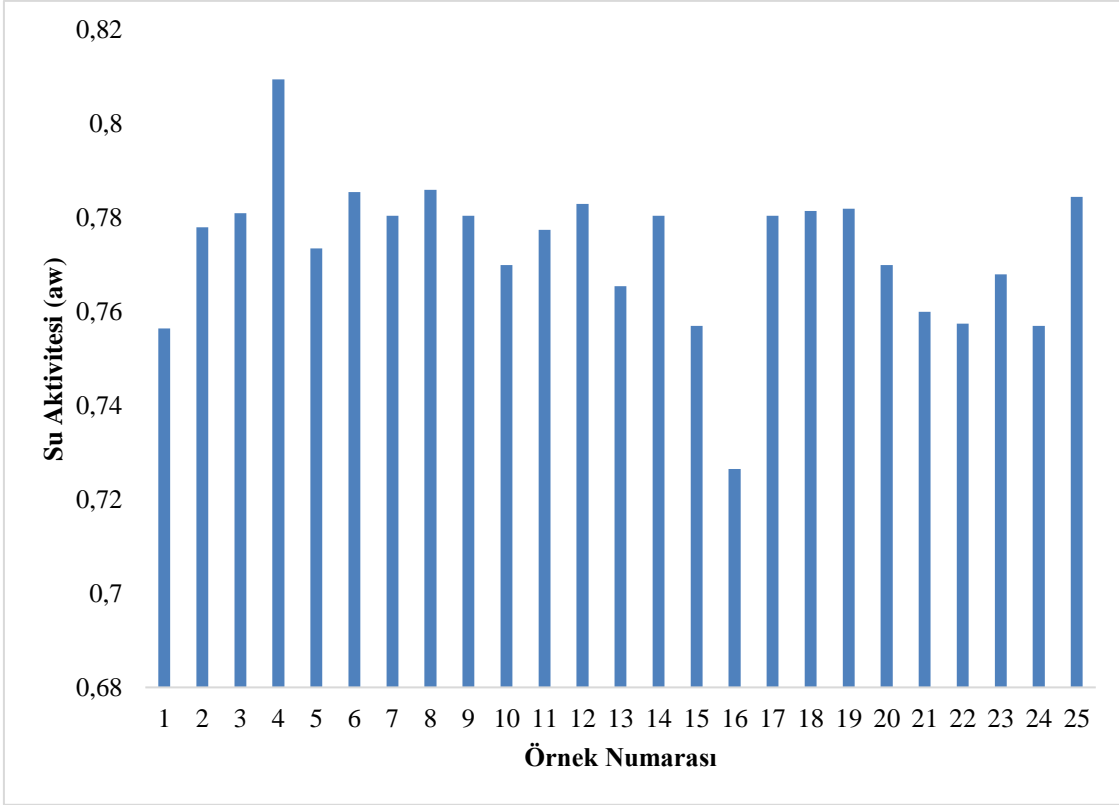
Ekşi hamur örneklerinin  $a_w$  değerleri çizelge 4.3'de gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin  $a_w$  değerlerindeki değişim ise şekil 4.3'de gösterilmiştir.



**Çizelge 4.3** Ekşi hamur örneklerinin  $a_w$  değerleri.

<b>Örnek Numarası</b>	<b>Su Aktivitesi (<math>a_w</math>)</b>
1	0,757±0.006 <sup>g</sup>
2	0,778±0.002 <sup>bcd</sup>
3	0,781±0.003 <sup>bcd</sup>
4	0,810±0.004 <sup>a</sup>
5	0,774±0.007 <sup>bcdef</sup>
6	0,786±0.015 <sup>b</sup>
7	0,781±0.002 <sup>bcd</sup>
8	0,786±0.008 <sup>b</sup>
9	0,781±0.006 <sup>bcd</sup>
10	0,770±0.001 <sup>cdefg</sup>
11	0,778±0.002 <sup>bcd</sup>
12	0,783±0.004 <sup>bcd</sup>
13	0,766±0.006 <sup>efg</sup>
14	0,781±0.004 <sup>bcd</sup>
15	0,757±0.006 <sup>g</sup>
16	0,727±0.013 <sup>h</sup>
17	0,781±0.009 <sup>bcd</sup>
18	0,782±0.003 <sup>bcd</sup>
19	0,782±0.005 <sup>bcd</sup>
20	0,770±0.003 <sup>cdefg</sup>
21	0,760±0.003 <sup>fg</sup>
22	0,758±0.004 <sup>g</sup>
23	0,768±0.004 <sup>defg</sup>
24	0,757±0.003 <sup>g</sup>
25	0,785±0.004 <sup>bc</sup>

a-h (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir ( $p>0,05$ ).



Şekil 4.3 Ekşi hamur örneklerinin  $a_w$  değerlerinin dağılımı.

#### 4.1.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Renk Analizleri

##### 4.1.4.1 L\* Değerindeki Değişmeler

Ekşi hamur örneklerinin L\* değerleri çizelge 4.4’de gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin L\* değerlerindeki değişim ise şekil 4.4’de gösterilmiştir.

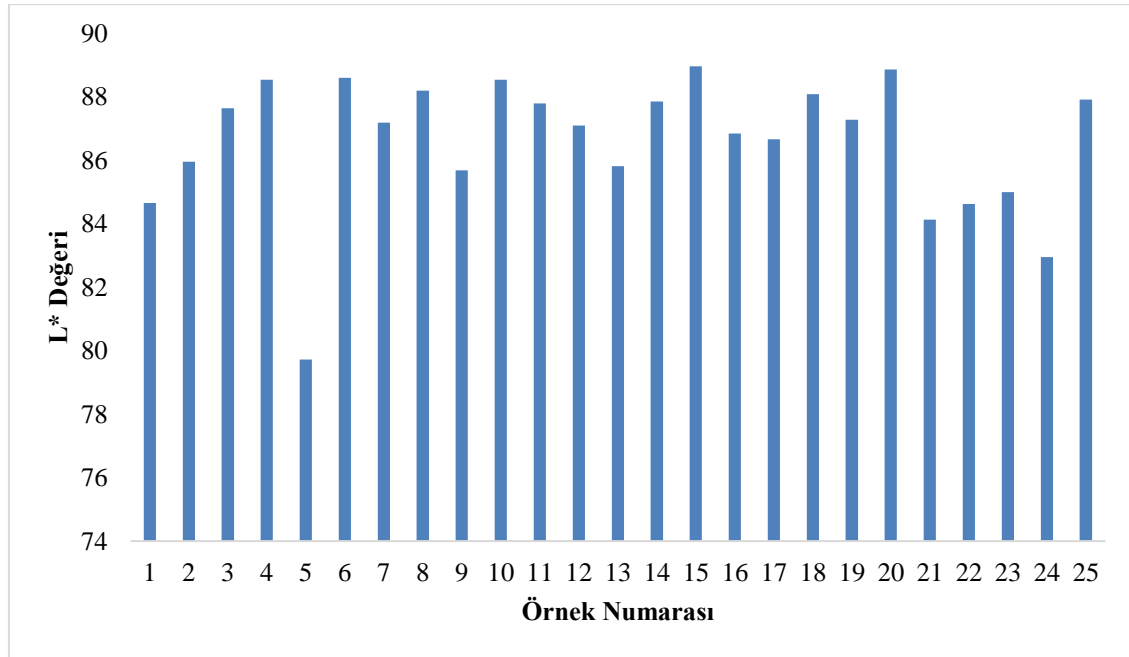
Çizelge 4.4 Ekşi hamur örneklerinin L\* değerleri.

Örnek Numarası	L* Değeri
1	84,65±0,17 <sup>jk</sup>
2	85,95±0,17 <sup>gh</sup>
3	87,64±0,88 <sup>cdef</sup>
4	88,54±0,80 <sup>abc</sup>
5	79,72±0,55 <sup>m</sup>
6	88,60±0,46 <sup>abc</sup>
7	87,19±0,08 <sup>def</sup>

**Çizelge 4.4 (Devam)** Ekşi hamur örneklerinin L\* değerleri.

8	88,19±0,48 <sup>abcd</sup>
9	85,69±0,67 <sup>hij</sup>
10	88,54±0,95 <sup>abc</sup>
11	87,79±0,67 <sup>bcde</sup>
12	87,09±0,44 <sup>def</sup>
13	85,81±0,84 <sup>ghi</sup>
14	87,86±0,65 <sup>abcde</sup>
15	88,96±0,12 <sup>a</sup>
16	86,85±0,24 <sup>efg</sup>
17	86,66±0,36 <sup>fgh</sup>
18	88,08±0,13 <sup>abcd</sup>
19	87,28±0,19 <sup>def</sup>
20	88,86±0,20 <sup>ab</sup>
21	84,13±0,07 <sup>k</sup>
22	84,62±0,17 <sup>jk</sup>
23	84,99±0,12 <sup>jk</sup>
24	82,95±0,08 <sup>l</sup>
25	87,92±0,07 <sup>abcde</sup>

a-m (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).



**Şekil 4.4** Ekşi hamur örneklerinin L\* değerlerinin dağılımı.

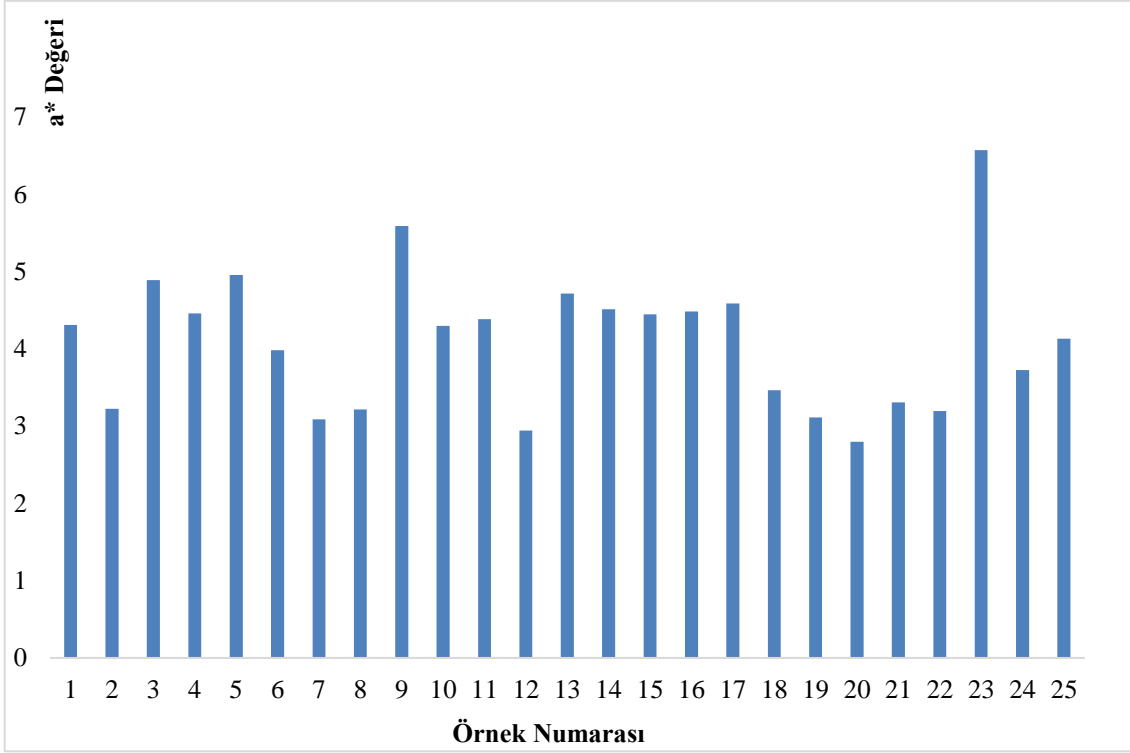
#### 4.1.4.2 a\* Değerindeki Değişmeler

Ekşi hamur örneklerinin a\* değerleri çizelge 4.5'de gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin a\* değerlerindeki değişim ise şekil 4.5'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.5 Ekşi hamur örneklerinin a\* değerleri.

Örnek Numarası	a* Değeri
1	4,31±0,09 <sup>gh</sup>
2	3,22±0,10 <sup>mn</sup>
3	4,89±0,12 <sup>c</sup>
4	4,46±0,16 <sup>efgh</sup>
5	4,95±0,04 <sup>c</sup>
6	3,98±0,04 <sup>j</sup>
7	3,08±0,03 <sup>no</sup>
8	3,21±0,07 <sup>mn</sup>
9	5,59±0,11 <sup>b</sup>
10	4,29±0,03 <sup>hi</sup>
11	4,38±0,09 <sup>fgh</sup>
12	2,94±0,12 <sup>op</sup>
13	4,71±0,04 <sup>d</sup>
14	4,51±0,04 <sup>ef</sup>
15	4,44±0,09 <sup>efgh</sup>
16	4,48±0,04 <sup>efg</sup>
17	4,58±0,06 <sup>de</sup>
18	3,46±0,07 <sup>l</sup>
19	3,11±0,02 <sup>no</sup>
20	2,79±0,03 <sup>p</sup>
21	3,30±0,04 <sup>lm</sup>
22	3,19±0,04 <sup>mn</sup>
23	6,57±0,05 <sup>a</sup>
24	3,72±0,07 <sup>k</sup>
25	4,13±0,05 <sup>ij</sup>

a-p (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).



Şekil 4.5 Ekşi hamur örneklerinin a\* değerlerinin dağılımı.

#### 4.1.4.3 b\* Değerindeki Değişmeler

Ekşi hamur örneklerinin b\* değerleri çizelge 4.6'da gösterilmiştir. Ekşi hamur örneklerinin b\* değerlerindeki değişim ise şekil 4.6'da gösterilmiştir.

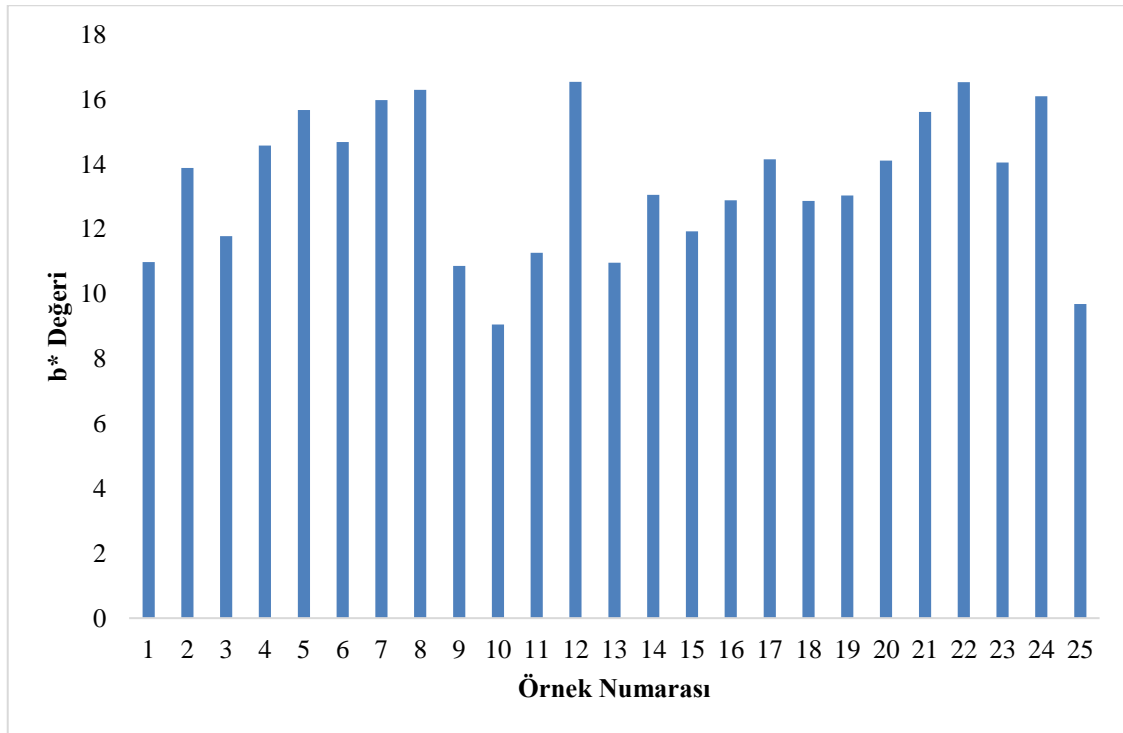
Çizelge 4.6 Ekşi hamur örneklerinin b\* değerleri.

Örnek Numarası	b* Değeri
1	10,98±0,28 <sup>l</sup>
2	13,89±0,07 <sup>e</sup>
3	11,78±0,33 <sup>gh</sup>
4	14,58±0,43 <sup>cd</sup>
5	15,67±0,50 <sup>b</sup>
6	14,68±0,40 <sup>c</sup>
7	15,98±0,26 <sup>ab</sup>
8	16,30±0,16 <sup>a</sup>
9	10,86±0,23 <sup>l</sup>
10	9,06±0,08 <sup>k</sup>

**Çizelge 4.6 (Devam)** Ekşi hamur örneklerinin b\* değerleri.

11	11,26±0,26 <sup>hi</sup>
12	16,54±0,12 <sup>a</sup>
13	10,96±0,35 <sup>i</sup>
14	13,05±0,09 <sup>f</sup>
15	11,93±0,29 <sup>g</sup>
16	12,88±0,19 <sup>f</sup>
17	14,15±0,14 <sup>cde</sup>
18	12,86±0,16 <sup>f</sup>
19	13,04±0,14 <sup>f</sup>
20	14,11±0,20 <sup>de</sup>
21	15,61±0,17 <sup>b</sup>
22	16,53±0,22 <sup>a</sup>
23	14,05±0,15 <sup>de</sup>
24	16,10±0,15 <sup>ab</sup>
25	9,68±0,23 <sup>j</sup>

a-k (↓) Aynı harfleri taşıyan ortalamalar arasında fark istatistiksel olarak önemli değildir (p>0,05).



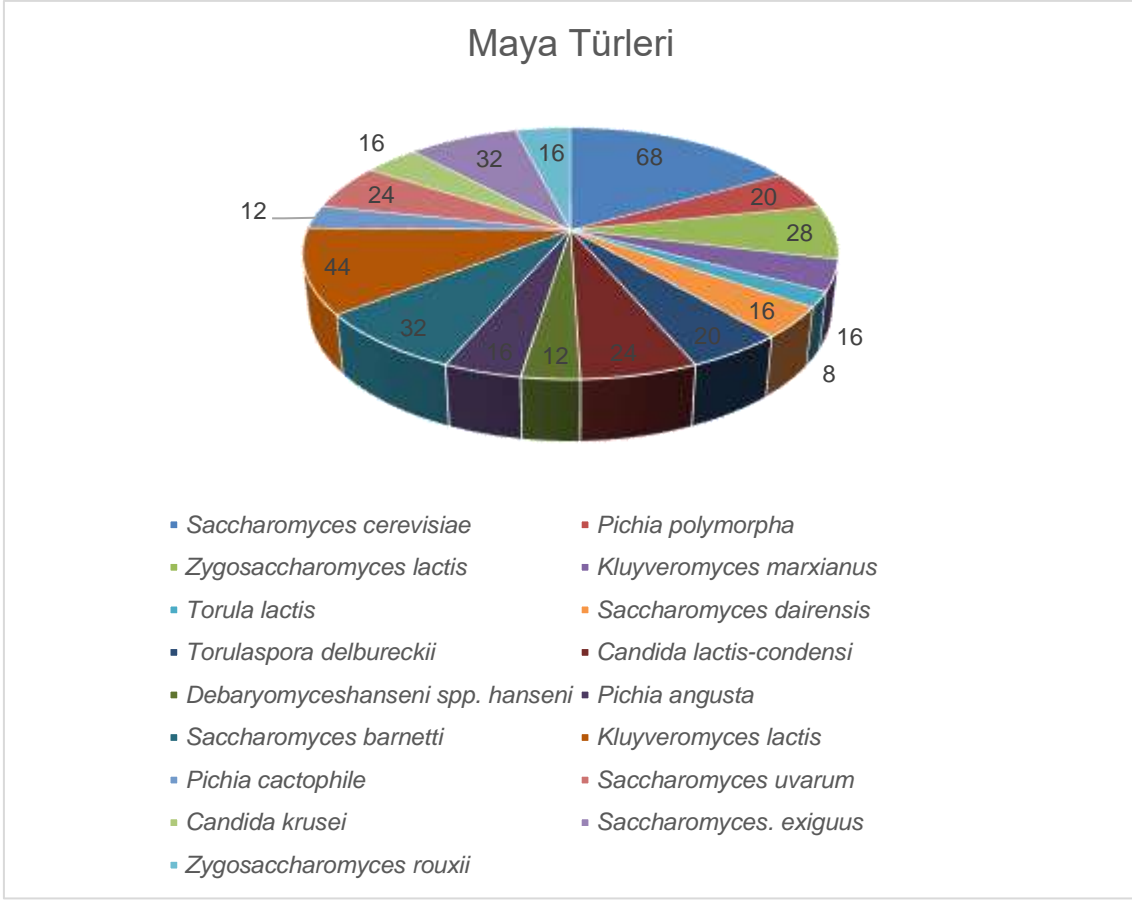
**Şekil 4.6** Ekşi hamur örneklerinin b\* değerlerinin dağılımı.

## 4.2 Ekşi Hamur Örneklerinden Tanımlanan Maya Türleri

Toplam 25 farklı ekşi hamur örneklerinden izole edilen maya türleri, izole edildikleri örnek sayıları ve izole edilen maya türlerinin örnek sayısına göre yüzde oranı çizelge 4.7’de verilmiştir. İzole edilen maya türlerinin örnek sayısına göre yüzde oranı şekil 4.7’de gösterilmiştir. Ek olarak izole edilen 17 adet mayanın şeker fermantasyon çizelge 4.8’de verilmiştir.

**Çizelge 4.7** Toplam 25 farklı ekşi hamur örneğinden izole elde edilen maya türleri, izole edildikleri örnek sayıları ve yüzde oranları.

Örnek No	Maya Türü	İzole Edilen Örnek Sayısı	%
1	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	17	68
2	<i>Pichia polymorpha</i>	5	20
3	<i>Zygosaccharomyces lactis</i>	7	28
4	<i>Kluyveromyces marxianus</i>	4	16
5	<i>Torula lactis</i>	2	8
6	<i>Saccharomyces dairenensis</i>	4	16
7	<i>Torulaspota delbureckii</i>	5	20
8	<i>Candida lactis-condensi</i>	6	24
9	<i>Debryomyces hansenii</i> spp. <i>hansenii</i>	3	12
10	<i>Pichia angusta</i>	4	16
11	<i>Saccharomyces barnetti</i>	8	32
12	<i>Kluyveromyces lactis</i>	11	44
13	<i>Pichia cactohpila</i>	3	12
14	<i>Saccharomyces uvarum</i>	6	24
15	<i>Candida krusei</i>	4	16
16	<i>Saccharomyces exiguus</i>	8	32
17	<i>Zygosaccharomyces rouxii</i>	4	16



**Şekil 4.7** Toplam 25 farklı ekşi hamur örneğinde izole edilen maya türlerinin yüzde oranları.



Çizelge 4.8. İzole edilen maya türlerinin şeker fermantasyonu.

Maya türü	Galaktoz	Sukroz	Maltoz	Rafinoz	Laktoz	Glukoz	Dekstroz	Ureaz	Fruktoz	Sorbitol	Mammitol
<i>S.cerevisiae</i>	+	+	+	+	-	+	+	-	+	-	+
<i>P.polymorpha</i>	+	+	+	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>Z.lactis</i>	-	-	+	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>K.marxianus</i>	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-	-
<i>T. lactis</i>	-	+	-	+	-	+	-	-	-	+	+
<i>S.dairenensis</i>	-	+	-	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>T.delbureckii</i>	+, -	+	+	+, -	-	+	+	-	+	+	+
<i>C. lactis-condensi</i>	-	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-
<i>D.hansenii</i> spp. <i>hannsenii</i>	-	+	+	+	-	+, -	+	-	+	-	+
<i>P.angusta</i>	-	-	-	-	-	+	+	-	+	+	+
<i>S.barnetti</i>	+	+	-	+, -	-	+	+	-	+	+	-
<i>K.lactis</i>	+	+	+	+, -	+	+	+	+	+	+	-
<i>P.cactophila</i>	-	-	-	-	-	+, -	-	-	-	-	-
<i>S.uvarum</i>	+, -	+	+, -	+	-	+	+	-	+	-	-
<i>C.krusei</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-
<i>S.exiguus</i>	+	+	-	+, -	-	+	+	-	+	-	-
<i>Z.rouxii</i>	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

## 5. TARTIŞMA

Bu çalışmada laboratuvar ortamında Türkiye’de üretilen 25 ayrı ekşi hamurdan alınan numuneler incelenmiş, bu örneklerden genel olarak ekşi hamurda bulunan maya türleri izole edilmiş tablolar halinde gösterilmiştir.

### 5.1 Ekşi Hamur Örneklerinin % Kuru Madde Değerleri

Ekşi hamur teknolojisi, un ve su karışımının laktik asit bakterileri ve mayalarla doğal fermantasyona uğramasıdır. Fermantasyon sonucunda hamurda bulunan nişasta kısmen şekere parçalar ve arkasından “karbondioksit” ve “laktik asit” meydana getirir. Bu durum son ürünün % kuru madde değeri üzerinde etkili olmaktadır.

Çalışmada incelenen örneklerin % kuru madde değerleri çizelge 4.1’de verilmiştir. Örneklerin % kuru madde dağılımları ise şekil 4.1’de belirtilmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin kuru madde değerleri %38,07 ile %55,83 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama % kuru madde değeri 48,63’dır. Örneklerin kuru madde değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p < 0.05$ ).

Kalkışım vd. (2012) tarafından yapılan çalışma neticesinde ekşi hamur örneklerinin % kuru madde miktarının %51,80-56,16 aralığında olduğunu tespit etmiştir.

Yağmur (2013) yaptığı çalışmada ekşi hamur numunelerinin kuru madde oranı %19,27- %32,94 olduğunu rapor etmiştir.

Örnekler arasındaki kuru madde oranında azda olsa farklılıklar görülmüştür. Mevcut farklılıkların üretimde kullanılan hammadde mikroorganizma ve fermantasyon koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 5.2 Ekşi Hamur Örneklerinin pH Değerleri

Çalışmada incelenen örneklerin pH değerleri çizelge 4.2’de verilmiştir. Örneklerin pH

dağılımları ise şekil 4.2’de belirtilmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin pH değerleri 3,53 ile 5,12 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama pH değeri 4,10’dur. Örneklerin pH değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Akgün (2007) ekşi hamur tozu eldesi ve ekmek üretiminde kullanılabilme olanakları üzerine yaptığı çalışmada ekşi hamur örneklerinin pH değerleri 3,86-4,16 arasında değiştiğini bildirmiştir.

Kotoncılar vd. (2005) ekşi hamur katkısının beyaz tava ekmeğinin bayatlaması üzerine etkisini araştırdığı çalışmada ekşi hamurun fermantasyon süresi arttıkça 24, 48 ve 72 saat depolanan ekmeklerin pH değerleri önemli derecede azaldığını ifade etmiştir. Araştırmasında en yüksek pH değerini 0 saat fermantasyon süreli ekmek verirken, en düşük pH değerini 15 saat fermantasyon süreli ekmek vermiş olup, 10 ve 15 saatlik pH değerleri arasında istatistiki olarak bir fark görülmemiştir. Ekşi hamurların pH değerleri 5,935-4,794 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ekşi hamurda meydana gelen asit değişiminin ana faktörü fermente olabilir şekerlerdir. Ekşi hamurda başlangıç aşamasında gözlenen pH genel olarak 4,7-5,8 arasında değişmekte iken fermantasyon süreleri boyunca alkol ve laktik asit fermantasyonları ile bu değerin 3,6-3,8’lere kadar düştüğü belirtilmektedir (Katina 2005).

Akgün (2007), ekşi hamur tozunun un yerine hamura ikame edilmesi ile elde edilen pH değerlerinin yoğurma sonrası 5,39-5,84 arasında değiştiği; son fermantasyon sonrası pH değişiminin 4,65-5,55 arasında değiştiğini belirlemiştir. İkame oranı arttıkça pH değerlerinde azalma olduğu saptanmıştır.

Yağmur (2013) yaptığı çalışmada ekşi hamur numunelerinin pH değeri 3,48-3,65 arasında olduğunu rapor etmiştir.

Çalışmalardaki farklılıkların üretimde kullanılan hammadde mikroorganizma ve fermantasyon koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 5.3 Ekşi Hamur Örneklerinin Su Aktivitesi ( $a_w$ ) Değerleri

Çalışmada incelenen örneklerin  $a_w$  değerleri çizelge 4.3’de verilmiştir. Örneklerin  $a_w$  dağılımları ise şekil 4.3’de belirtilmiştir . İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin  $a_w$  0,726 ile 0,809 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama  $a_w$  değeri 0,773’tür.

Örneklerin  $a_w$  değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Hammes vd. (2005) ekşi hamurların  $a_w$  değerlerinin; 0,65-0,980 arasında değiştiği ve düşük  $a_w$  değerlerinin LAB için stres oluşturabileceği rapor etmişlerdir

Yılmaz (2020)  $a_w$  değerlerinin 0,87-0,91 arasında değiştiği bildirmişlerdir.

Ekşi hamur örneklerinin su aktivite değerleri fermantasyon süresine bağlı olarak mikroorganizma biyokimyasal faaliyetleri neticesinde azalmaktadır. Çalışmalardaki farklılıkların üretimde kullanılan hammadde mikroorganizma ve fermantasyon koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

### 5.4 Ekşi Hamur Örneklerinin Renk Analizi Değerleri

$L^*$ ,  $a^*$  ve  $b$  renk değerleri 4 filtre kullanılarak elde edilmektedir.  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b$  değerleri üç boyutlu koordinat sistemi ile verilmekte ve bu koordinat sisteminde  $L^*$  değeri dikey ekseninde parlaklıktan koyuluğa gidişi belirtirken  $+a$  kırmızılığa,  $-a$  yeşillığe,  $+b$  sarılığa,  $-b$  ise maviliğe gidişi göstermektedir (Gould 1977, Krokida vd. 2000).

Çalışmada incelenen örneklerin  $L^*$  değerleri çizelge 4.4’de verilmiştir. Örneklerin  $L^*$  değeri dağılımları ise şekil 4.4’de belirtilmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin  $L^*$  değeri 79,72 ile 88,96 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama  $L^*$  değeri 86,58’dir. Örneklerin  $L^*$  değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır ( $p<0.05$ ).

Renk analizinde a\* değeri kırmızı ve yeşilliği belirtmektedir. Negatif renkler yeşil rengi, pozitif değerler ise kırmızı rengi ifade etmektedir (Voss 1992). İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin a\* değerleri çizelge 4.5’de verilmiştir. Örneklerin a\* değeri dağılımları ise şekil 4.5’de belirtilmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin a\* değeri 2,79 ile 6,57 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama a\* değeri 4,09’dur. Örneklerin a\*değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Pozitif değerler sarı rengi, negatif değerler mavi rengi ifade etmektedir. İncelenen ekşi hamur örneklerinin b\* değerleri çizelge 4.6’de verilmiştir. Örneklerin b\* değeri dağılımları ise şekil 4.6’de belirtilmiştir. İncelenen 25 farklı ekşi hamur örneğinin b\* değeri 9,06 ile 16,53 arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir. Örneklerin ortalama b\* değeri değeri 13,46’dır. Örneklerin b\*değerindeki değişim istatistiksel olarak anlamlıdır (p<0.05).

Araştırmada incelenen örnekler arasında b\* değeri arasında farklılıklar görülmüştür. Mevcut farklılıkların üretimde kullanılan hammadde mikroorganizma ve fermantasyon koşullarındaki farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

## 5.5 Ekşi Hamur Örneklerinden İzole Edilen Maya Türleri

Mayaların izolasyonunda tespit edilen şeker fermantasyonu sonuçları çizelge 4.2.2’de verilmiştir.

Afyonkarahisar bölgesinden toplam 25 farklı ekşi hamur örneğinden *S. cerevisiae* (%68), *P. polymorpha* (%20), *Z. lactis* (%28), *K. marxianus* (%16), *T. lactis* (%8), *S. dairenensis* (%16), *T. delbureckii* (%20), *C. lactis condensis* (%24), *D. hansenii* spp. *Hansenii*, (%12), *P. angusta* (%16), *S. barnetti* (%32), *K. lactis* (%44), *P. cactohpila* (%12), *S. uvarum* (%24), *C. krusei*, (%16), *S. exiguus* (%32), *Z. rouxii* (%16) olmak üzere toplam 17 tür tanımlanmıştır.

Çalışmalar neticesinde ekşi hamur florasında en fazla *S. cerevisiae* türü maya tespit edilmiştir. İkinci sırada *K. lactis* takip etmiştir. Belirlenen toplam 17 maya türünden

diğerleri bu iki maya türünden daha az sayıda bulunmuştur.

Maya türlerinin farklılığının temin edilen örneklerin fermantasyon süreçlerinin, ortam şartları, un çeşidi vb. durumlardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ekşi hamur üretimi sırasında mayalama tekniği olarak bir önceki partiden alınan maya ile mayalama yapılmaktadır. Bu durumda dönemsel değişiklikler ile hammaddeye bağlı olarak mayanın özelliklerinde değişim kaçınılmaz olmaktadır. Ekmek kalitesinin iyileştirilmesi için saf maya ve bakteri kültürlerine ihtiyaç duyulmaktadır ve bunun üzerine çalışmalar yapılmaktadır.

Benzer bir çalışmada Gül vd. (2005) Isparta ilinde üretilen ekşi hamur örneklerinin maya karakterizasyonlarının yapıldığı ve örneklerdeki baskın maya türünün; *S. cerevisiae* (%27) olduğu bildirilmiştir. Araştırmada, *S. delbrueckii* (%2,7), *T. holmii* (%10,8) ve *T. unisporus* (%2,7) izole edilen diğer maya türleri arasında yer aldığı da ifade edilmiştir.

Paramithiotis vd. (2000) Yunanistan' da buğday unundan üretilen ekşi hamurların maya mikrofloralarının saptanması için bir çalışma gerçekleştirilmiştir. Yapılan çalışmada, ekşi hamur örneklerinden izole edilen maya suşlarının saptanması için klasik yöntemler kullanıldığı, kontrol amacıyla da Random amplification of polymorphic DNA-Polymerase Chain Reaction (RAPD-PCR) yönteminin kullanıldığı belirtilmiştir. Bu çalışmada, incelenen ekşi hamur örneklerinden toplam 45 mayanın izole edilmiştir. Bu izolatlardan; 25 tanesinin *P. membranaefaciens* türüne ait olduğu saptanmıştır. Örneklerden izole edilen diğer maya türleri arasında; 14 izolatın *S. cerevisiae* ve 6 izolatın ise, *Y. lipolytica* türlerine ait suşlar içerdikleri bildirilmiştir.

Succi vd. (2003) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, İtalya'nın güneyinde yer alan Molise ve Campania bölgelerinde bulunan 13 farklı fırından sağlanan ekşi hamur örneklerinin maya floralarının incelemiştir. Bu amaçla, izole edilen mayaların tanımlanmalarının klasik yöntemlere göre yapıldığı ve tanımlaması yapılan maya türlerinin doğrulanmalarının ise, moleküler yöntemlerle gerçekleştirildiği bildirilmiştir. Bu çalışmada, elde edilen sonuçlara göre incelenen ekşi hamur örneklerinden sıklıkla izole edilen maya türünün; *S. cerevisiae* (58 adet) olduğu rapor edilmiştir. *C. colliculosa*

(5), *C. lambica* (4), *C. krusei* (3), *C. valida* (3), *C. glabrata* (2) türlerinin ekşi hamur örneklerinden izole edilen diğer maya türleri arasında oldukları belirtilmiştir.

Gobbetti vd. (1994), ekşi hamurda bulunan maya miktarı ve türlerinin; hamur kütlesinde su absorpsiyonuna, yararlanılan hububatın çeşidine, fermantasyon sıcaklığına ve ekşi hamur sıcaklığıyla alakalı olduğunu rapor etmişlerdir.

## 6. SONUÇ

Bu çalışmada Afyonkarahisar ilinden temin edilen 25 farklı fırına ait ekşi hamur örneklerinden izole edilen mayalar geleneksel yöntemle tanımlamaları gerçekleştirilmiştir. Aynı zamanda fiziko-kimyasal ve bazı mikrobiyolojik analizleri de yapılmıştır. Ülkemizde ekmek yapımında ekşi hamur kullanımı hamuru güçlendirmek, maya kullanımını azaltmak, ekmeğe tat vermek, üretim fazlası artan hamurları değerlendirmek, doğal imajı yaratmak ve müşteri beklentilerini karşılamak gibi nedenlerden dolayı bazı şehirlerde ve özellikle küçük ölçekli fırınlarda devam etmektedir. Endüstriyel ölçekte yapılan üretimlerde ise istenilen kalitede ekmek elde etmek özellikle zaman azlığı nedeniyle oldukça güçtür. Endüstriyel ölçekte ekşi hamur kullanımı ise yok denecek kadar azdır.

Coğrafi İşaret olarak zengin mikroflorasının devamlılığını ve standardizasyonunu sağlaması her dönem aynı lezzet ve kalitede ekmeğin piyasaya sunulması için önem taşımaktadır. Bu nedenle tanımlanan mikroorganizmaların teknolojik özelliklerinin belirlenmesi ve bununla birlikte starter kültür belirlenerek standardizasyonun sağlanması gerekmektedir. Bu çalışmada mikrofloraların doğru tespiti, izolasyonu ve tanımlanmasına kaynak oluşturacaktır. Çünkü endüstriyel alanda raf ömrü uzun olan, duyuşal olarak zengin aromaya sahip ekmeklerin üretimi için uygun mikrofloranın doğru bir şekilde belirlenmesi gerekmektedir.



## 7. KAYNAKLAR

- Adam A, Lopez H W, Leuillet M, Demigne C, Remesy C, 2002, Whole Wheat Flour Exerts Cholesterollowering in Rats in Its Native Form and After use in Bread-Making, *Food Chemistry*, 80, 337-344.
- Akarca G, 2013, Kılıflıflanmış Sade ve Baharatlı Mozzarella Peynirinin Olgunlaşma Süresinde Değişimlerin İncelenmesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 174s, Afyonkarahisar.
- Akgün F B, 2007, Ekşi Hamur Tozu Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 53s, Denizli.
- Akinola S A, Osundahunsi O F, 2017, Lactic Acid Bacteria and Yeast Diversities in Spontaneously Fermented Millet sourdoughs, *Journal Microbiol Biotech Food Science*, 6, 1030-1035.
- Akman A V, Yazıcıoğlu T, 1962, Fermantasyon Teknolojisi, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Yayınları, 378s, Ankara.
- Aktaş N, Özdoğan Y, 2016, Gıda ve Beslenme Okuryazarlığı, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 20, 146-153.
- Alaunyte I, Stojceska V, Plunkett A, Ainsworth P, Derbyshire E, 2012, Improving the Quality of Nutrient-rich Teff (*Eragrostis Tef*) Breads by Combination of Enzymes in Straight Dough and Sourdough Breadmaking, *Journal of Cereal Science*, 55, 22-30.
- Ali A, Shehzad A, Khan M R, Shabbir M A, Amjid M R, 2012, Yeast; Its Types and Role in Fermentation During Bread Making Process, *Pak Journal Food Science*, 22, 171-179.
- Almedia M J, Pais C, 1996, Leavening Ability and Freeze Tolerance of Yeasts Isolated From Traditional Corn and Rye Bread Doughs, *Appl Environ Microbiol*, 20, 4401-4404.
- Altan A, 1986, Tahıl İşleme Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi, Ziraat Fakültesi

Yayınları, 107s, Adana.

Angelow A I, Karadjov G I, Roshkova Z G, 1996, Strains Selection of Baker's Yeast with Improved Technological Properties, Food Res Internat, 29, 235-239

Anonim, 2002, Solids (Total) in Milk, Official Methods of Analysis, Official Methods of Analysis of Official Chemists, 17th Ed. Association of Analytical Chemists, Washington, USA.

Anonim, 2014, Sakarya Üniversitesi, Gıda Mühendisliği, Gıda Analizleri Uygulama Notları.

Arendt E K, Ryan L A M, Bello D F, 2007, Impact of Sourdough on the Texture of Bread, Food Microbiology, 24, 165-174.

Bakırcı F, Köse E, 2017, Ekşi Hamurlardan Laktik Asit Bakterileri ve Mayaların İzolasyonu ve Tanımlanması, Akademik Gıda, 15, 149-154.

Berghofer L K, Hocking A D, Miskelly D, Jansson E, 2003, Microbiology of Wheat and Flour Milling in Australia, International Journal Food Microbiol, 85, 137-149.

Boğa A, Binokay S, 2010, Gıda Katkı Maddeleri ve Sağlığımıza Etkileri, Arşiv Kaynak Tarama Dergisi, 3, 13-19.

Brandt M J, 2007, Sourdough Products for Convenient Use in Baking, Food Microbiology, 24, 161-164.

Caballero R, Olguín P, Cruz-Guerrero A, Gallardo F, García-Garibay M, Gómez-Ruiz L, 1995, Evaluation of *Kluyveromyces marxianus* as Baker's Yeast, Food Research International, 28, 37-41.

Cagno R D, Angelis M D, Gallo G, Settanni L, Berloco M G, Sragusa S, Parente E, Corsetti A, Gobetti M, 2007, Genotypic and Phenotypic Diversity of *Lactobacillus rossiae* Strains Isolated from Sourdough, Journal of Applied Microbiology, 1364-5072.

Canbaş A, 1995, Ekmek Mayacılığı, Gıda Teknolojisi Derneği, 44s, Ankara.

Carcea M, Schofield D, 1996, Protein- lipid Interactions in Wheat Gluten: Reassessment of the Occurance of Lipidmediated Aggregation of Protein in Gliadin Fraction, Journal Cereal Science, 24, 101-113.

- Carnevali P, Ciati R, Leporati A, Paese M, 2007, Liquid Sourdough Fermentation: Industrial Application Perspectives, *Food Microbiology*, 24, 150-154.
- Catzeddu P, Mura E, Parente E, Sanna M, Farris G A, 2006, Molecular Characterization of Lactic Acid Bacteria From Sourdoughs Breads Produced in Sardinia (Italy) and Multivariate Statistical Analyses of Results, *Systematic and Applied Microbiology*, 29,138-144.
- Certel M F Ü B, 2009, Dondurulmuş Hamur ile Kısmi Olarak Pişirilip Dondurulmuş Hamurlardan Üretilen Beyaz Ekmeklerin Fiziksel Tekstürel ve Duyusal Özellikleri, *Akdeniz Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Dergisi*, 22, 91-102.
- Chavan R S, Chavan S R, 2011, Sourdough Technologya Traditional Way for Wholesome Foods: A Review, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 10, 169-182.
- Chaven J K, Kadam S S, 1989, Nutritional Improvement of Cereals by Fermentation, *CRC Critical Reviews in Food Science and Technology*, 28, 349-354.
- Coda R, Nionelli L, Rizzello C G, De Angelis M, Tossut P, Gobbetti M, 2010, Spelt and Emmer Flours: Characterization of The Lactic Acid Bacteria Microbiota and Selection of Mixed Starters for Bread Making, *Journal of Applied Microbiology*, 108 ,925-935.
- Coda R, Di Cagno R, Gobbetti M, Rizzello C G, 2014, Sourdough Lactic Acid Bacteria: Exploration of Non-Wheat Cereal-Based Fermentation, *Food Microbiology*, 37, 51-58.
- Collar C, 2016, Bread: Types of Bread, *Encyclopedia of Food and Health*, 1, 500-507.
- Corsetti A, Gobbetti M, Balestrieri F, Paoletti F, Russi L, Rossi J, 1998, Sourdough Lactic Acid Bacteria Effects on Bread Firmness and Staling, *Journal Food Science*, 63, 347–351.
- Corsetti A, Lavermicocca P, Morea M, Baruzzi F, Tosti N, Gobbetti M, 2001, Phenotypic and Molecular Identification and Clustering of Lactic Acid Bacteria and Yeasts from Wheat (species *Triticum durum* and *Triticum aestivum*) Sourdoughs of Southern Italy, *International Journal of Food Microbiology*, 64,95-104.

- Corsetti A, De Angelis M, Dellaglio F, Paparella A, Fox P F, Settanni L, vd., 2003, Characterization of Sourdough Lactic Acid Bacteria Based on Genotypic and Cell-wall Protein Analyses, *Journal Appl Microbiol*, 94, 641-654
- Corsetti A, Settanni L, 2007, Lactobacilli in Sourdough Fermentation, *Food Research International*, 40, 539-558.
- Couch G W, 2016, Effect of Sourdough Fermentation Parameters on Bread Properties, Thesis, Clemson University, Department of Food, Nutrition and Packaging Sciences, Master of Science, 53p, USA.
- Crowley P, Schober T, Clarke C, Arendt E, 2002, The Effect of Storage Time on Textural and Crumb Grain Characteristics of Sourdough Wheat Bread, *European Food Research and Technology*, 214, 489–496
- D’Appolonia B L, Duarte P R, 1996, Wheat Carbohydrates: Structure and Functionality (ed:W.Bushuk and V.F. Rasper), *Wheat: Production, Properties and Quality*, Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, 107-125p, London, UK.
- Dağaçan L, 1994, Maya Teknolojisinde Rekombinant DNA Yöntemleri-Uygulamalı Eğitim Kursu Notları, İstanbul Üniversitesi.
- De Vuyst L, Neysens P, 2005, The Sourdough Microflora: Biodiversity and Metabolic Interactions, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 43 – 56.
- De Vuyst L, Vancanneyt M, 2007, Biodiversity and Identification of Sourdough Lactic Acid Bacteria, *Food Microbiology*, 24, 120-127.
- De Vuyst L, Van Kerrebroeck S, Harth H, Huys G, Daniel H M, Weckx S, 2014, Microbial Ecology of Sourdough Fermentations: Diverse or uniform?, *Food Microbiology*, 37, 11-29.
- De Vuyst L, Kerrebroeck S V, Leroy F, 2017, Microbial Ecology and Process Technology of Sourdough Fermentation, *Advances in Applied Microbiology*, Sariaslanı S, Gadd G M (eds.), First edition, Academic Press, USA, 49- 160,
- Demain A L, Phaff H J, Kurtzman C P, 1998, The Industrial and Agricultural Significance of Yeasts. (Ed. C. P. Kurtzman and Jack W Fell ) *The Yeasts , A Taxonomic Study*, 4th edn, Elsevier, 3,13-19.

- Demir M K, Kartal H, 2012, Konya İlinde Farklı Ekmek Çeşitlerini Tüketen Bireyler Üzerinde Yapılan Bir Anket Çalışması, Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 59-64.
- Demiray E, Çelik İ, Nogay O, Tülek Y, 2015, Denizli Karahöyük Ekmeği Zıgır'ın Renk ve Tekstürel Özellikleri, Akademik Gıda, 13, 223-228.
- Dıgırak M, Özçelik S, 1991, Elazığ ve Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi, Morfolojik Fizyolojik ve Biyokimyasal Özellikleri, The Journal Of Food, 325-331.
- Di Cagno R, De Angelis M, Lavermicocca P, De Vincenzi M, Giovannini C, Faccia M, vd., 2002, Proteolysis by Sourdough Lactic Acid Bacteria: Effects on Wheat Flour Protein Fractions and Gliadin Peptides Involved in Human Cereal Intoleranc, Applied and Environmental Microbiology, 68, 623-633.
- Diñçer A, Çam G, 1992, Ekmek Üretiminde Starter Kültür Kullanımı ve Ekşi Hamur Fermantasyonu, Gıda Mühendisliği Kongresi, 104-109, İzmir.
- Dizlek H, 2012, Gluten Proteinlerinin Hamur ve Ekmek Nitelikleri Üzerine Etkileri, Dünya Gıda, 0-3.
- Edwards W, 2007, The Science of Bakery Products, Royal Society of Chemistry, 28-31, Cambridge.
- Elgün A, Ertugay Z, 1992, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, 93s, Erzurum.
- Elgün A, Ertugay Z, 1997, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 376s, Erzurum.
- Elgün A, Ertugay Z, 2002, Tahıl İşleme Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, 411s, Erzurum.
- Elgün A, Türker S, 2000, Unlu Mamullerde Un Kalitesi ve Ekmek Yapım İşlemleri. Selçuk Üniversitesi Mesleki Eğitim Seminerleri, Seminer No:1, Konya, 40s.
- Erdemir Z Ş, 2015, Isıl İşlem Görmüş Bakla Ezme Tozunun Ekmek Yapımında Kullanımı ve Kalite Kriterleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 71s, Denizli.

- Erginkaya Z, Kabak B, 2011, Gıda Mikrobiyolojisi, Fermente Gıdalar. (4. Basım, Erkmen, O. (Eds), pp. 425-448), Efil Yayınevi Yayınları, Ankara
- Ertop M H, Hayta M, 2016, Ekşi Hamur Fermantasyonunun Ekmeğin Biyoaktif Bileşenleri ve Biyoyararlanımı Üzerindeki Etkileri, Gıda Dergisi, 155-122.
- Evren M, Anıl M, Koca A F, 2006, Pres-yaş Ekmek Mayasının Toplam Maya Sayısı ve Gaz Üretim Gücü Üzerine Depolama Sıcaklığı ve Süresinin Etkisi, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs. O.M.Ü Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 685-688, Bolu.
- Faergestad E M, Magnus E M, 2000, Interrelationship of Protein Composition, Protein Level, Baking Process And Characteristics of Hearth And Pan Bread, Journal of Cereal Science, 31, 309-320.
- Ganzle M, Ripari V, 2016, Composition And Function of Sourdough Microbiota: From Ecological Theory To Bread Quality, International Journal of Food Microbiology, 239, 19-25.
- Gänzle M G, 2014, Enzymatic and Bacterial Conversions During Sourdough Fermentation, Food Microbiology, 37, 2-10
- Gerçekaslan K E, Kotancılar H G, Karaoğlu M M, Ertugay M F, 2008, Ekmek Bayatlaması ve Bayatlama Derecesini Ölçmede Kullanılan Yöntemler, II. Gıda, The Journal of Food, 33, 27-34.
- Gobbetti M, Corsetti A, Rossi J, 1994, The Sourdough Microflora, İnteractions Between Lactic Acid Bacteria and Yeasts: Metabolism of Amino Acids, World Journal Microbiol Biotechnology, 10,275–279.
- Gobbetti M, Rizzello C G, Di Cagno R, De Angelis M, 2014, How The Sourdough May Affect The Functional Features of Leavened Baked Goods, Food Microbiology, 37, 30-40.
- Gobbetti M, Simonetti M S, Corsetti A, Santinelli F, Rossi J, Damiani P, 1995, Volatile Compound And Organic Acid Productions by Mixed Wheat Sour Dough Starters: İnfluence of Fermentation Parameters and Dynamics During Baking. Food Microbiology, 12, 497-507.

- Gould S J, 1977, Ontogeny and Phylogeny, Harvard University Press, 501p, USA.
- Gobbetti M, Gänzle M (Ed.), 2013, History and Social Aspects of Sourdough, Handbook on Sourdough Biotechnology, Springer Science, 298, New York.
- Göçmen D, 1993, Un ve Katkı Maddelerinin Ekmek Kalite ve Bayatlamasına Etkileri. Gıda Dergisi, 18, 325-331
- Göçmen D, 1996, Hamur Hazırlanmasında Şerbetçiotu ve Laktik Starter Kullanımının Hamur ve Ekmeğin Özelliklerine Etkileri, Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 87s, Bursa.
- Göçmen D, Gürbüz O, 2000, Fırıncılık Ürünlerinde Sünme Küf Oluşumunun Önlenmesinde Kimyasal Koruyucu ve Laktik Starter Kullanımı, Dünya Gıda, 6, 84- 87.
- Göçmen D, 2001, Ekşi Hamur ve Laktik Starter Kullanımının Ekmekte Aroma Oluşumu Üzerine Etkileri, Gıda, 1, 47-56.
- Greco L, Gobbetti M, Auricchio R, Di Mase R, Landolfo F, Paparo F, vd., 2011, Safety for Patients with Celiac Disease of Baked Goods Made of Wheat Flour Hydrolyzed During Food Processing, Clinical Gastroenterology and Hepatology, 9, 24-9.
- Gül A, Isık H, Bal T, Ozer S, 2003, Bread Consumption and Waste of Households in Urban Area of Adana Province, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, 6, 2-10.
- Gül H, 1999, Isparta Yöresinde Kullanılan Ekşi Mayanın Bileşimi ve Fizyolojik Özelliklerinin Araştırılması ve Ekmek Yapımında Kullanılması, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 65s, Isparta.
- Gül H, Özçelik S, Sağdıç O, Certel M, 2005, Sourdough Bread Production with *Lactobacillus* ve *S. cerevisiae* Isolated from Sourdoughs, Process Biochemistry, 40, 691 – 697.
- Halkman K, Taşkın Y, 2001, Süt Ürünleri Endüstrisinde Starter Kültür, Gıda Mühendisliği Dergisi, 10, 45-52.
- Hamad S H, Böcker G, Vogel R F, Hammes W P, 1992, Microbiological and Chemical

- Analysis of Fermented Sorghum Dough for Kisra Production, *Appl Microbiol Biotechnology*, 37, 728–731.
- Hamer R J, 1995, *Enzymes in the Baking Industry* (ed: G A Tucker and L F J Woods), *Enzymes in Food Processing, Second Edition*, Blackie Academic and Professional, 191-223, New York, USA.
- Hammes W P, Brandt M J, Francis K L, Rosenheim J, Seitter M F H, Vogelmann S A, 2005, *Microbial Ecology of Cereal Fermentations*, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 4–11.
- Hansen A, Schieberle P, 2005, *Generation of Aroma Compounds During Sourdough Fermentation: Applied and Fundamental Aspects*, *Trends in Food Science and Technology*, 16, 85-94.
- Harrihan W F, McCance M E, 1990, *Laboratory Methods in Food and Dairy Microbiology*, 8th edn., Academic Press, 452, London.
- Hay J D, 1993, *Novel Yeast Products from Fermentation Processes*, *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, 58, 203-305.
- Holzapfel W H, Haberer P, Geisen R, Björkroth J, Schillinger U, 2001, *Taxonomy and Important Features of Probiotic Microorganisms in Food and Nutrition*, *American Journal of Clinical Nutrition*, 73, 365-373.
- İpek Ö, 2017, *Türkiye’deki Değişik Yörelerden Sağlanan Ekşi Hamurdan İzole Edilen Ekmek Mayalarının Teknolojik Özellikleri*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 112s, Ankara.
- Jenson J, 1998, *Bread and Baker’s Yeast*, (Ed: B J B, Wood *Microbiology of Fermented Foods*, 2nd edition, Blackie Academic and Professional, 2, 172- 198.
- Kalkışım Ö, Özdemir M ve Bayram O, 2012, *Ekmek Yapım Teknolojisi*, Sage Yayıncılık Rek. Mat. San. Tic. Ltd. Şti., 91s, Ankara.
- Karağaoğlu N, Karabudak E, Yavuz S, Yüksek O, Dinçer D, Tosunbayraktar G, Eren F H, 2008, *Çeşitli Ekmeklerin Protein, Yağ, Nem, Kül, Karbonhidrat ve Enerji Değerleri*, *Gıda*, 33, 19-25.
- Karakaş N, Kıvanç M, 1998, *Ekmek Mayası Suşlarının İyileştirilmesi ile İlgili Son*



- Gelişmeler, Gıda Dergisi, 23,3.
- Karaoğlu M M, 2007, Organik Ekmek, Gıda, 32, 195-203.
- Katina S, Sauri M, Alakomi H L, Matilla-Sandholm T, 2002, Pottential of Lactic Acid Bacteria to İnhibit Rope Spoilage in Wheat Sourdough Bread, Lebensmittel-Wissenschaft and Technologie, 35, 38 – 45.
- Katina K, Arendt E, Liukkonen K H, Autio K, Flander L, Poutanen K, 2005, Potential of Sourdough for Healthier Cereal Products. Trends in Food Science and Technology, 16, 104-112.
- Kent N L, 1984, Technology of Cereals, Pergamon Press, No: 2143, 220, USA.
- Kotancılar H G, Karaoğlu M M, Gerçekaslan K E, 2005, Ekşi Hamur Katkısının Beyaz Tava Ekmeğinin Bayatlaması Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 37, 103-110
- Kömen G, 2010, Structural Changes of Gliadins During Sourdough Fermentation as a Promissing Approach to Gluten-free Diet, İzmir Institute of Technology, Master Thesis, 67p, İzmir.
- Krokida M K, Maroulis Z B, Kiranoudis C T, Marinos-Kouris D, 2000, Effect of Pretreatment on Color of Dehydrated Products, Drying Technology, 18, 1239-1250.
- Kreger-van Rij Groningen N Y, 1984, W. The Yeasts: a Taxonomic Study , Journal of China Food, 53-59.
- Kruger J E, Lineback D R, 1987, Carbohydrate-Degrading Enzymes in Cereals (ed: J E Kruger, D Lineback and C E Stauffer), Enzymes and Their Role in Cereal Technology, AACC, Inc, St, Paul, Minnesota, USA, 403s.
- Kulp K, Lorenz K (Ed.), 2003, Preferments and Sourdoughs in German Breads, in: Handbook of Dough Fermentations, Marcel Dekker Inc., 247-267, New York.
- Kurtkaya, Baştürk Ö, 2009, Gökkuşacağı Alabalığı {*Oncorhynchus mykiss* W, 1792) Havyarında Starter Kültür Kullanımının Raf Ömrü Üzerine Etkisi, Süleyman Demirel Üniversitesi, Eğirdir, Su Ürünleri Fakültesi Dergisi, 5 , 58-66.
- Kurtzman C P, Fell J W, 1998, Definition, Classification and Nomenclature of the Yeasts,

- (ed. C P Kurtzman and J W Fell), *The Yeasts, A Taxonomic Study*, 4 th edn, Elsevier, 1,3-5.
- Kurtzman C P, 2003, *Yeasts in Food* (ed: T. Boekhout, V. Robert), *Methods to Identify Yeasts*, CRC Press, Germany, 69–121.
- Kurtzman CP, Fell JW, Boekhout T, 2011a, *The Yeasts, a Taxonomic Study*, 1, 5, Edition Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Kurtzman CP, Fell JW, Boekhout T, 2011b, *The Yeasts, a Taxonomic Study*, Volume 2, Fifth Edition Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Kurtzman CP, Fell JW, Boekhout T, 2011c, *The Yeasts, a Taxonomic Study*, Volume 2, Fifth Edition Elsevier, Amsterdam, The Netherlands.
- Kuter M, 2011, *İnsan ve Ekmek*, Kuter Yayıncılık ve Tanıtım Hizmetleri Ltd. Şti, 7-169p, Bursa.
- Larrosa V, Lorenzo G, Zaritzky N, Califano A, 2015, Dynamic Rheological Analysis of Gluten-free Pasta as Affected by Composition and Cooking Time. *Journal of Food Engineering*, 160, 11-18.
- Larrosa V, Lorenzo G, Zaritzky N, Califano A, 2016, Improvement of the Texture and Quality of Cooked Gluten-free Pasta, *LWT- Food Science and Technology*, 70, 96-103.
- Lattanzi A, Minervini F, Di Cagno R, Diviccaro A, Antonielli L, Cardinali G, vd., 2013, The Lactic Acid Bacteria and Yeast Microbiota of Eighteen Sourdoughs Used, for the Manufacture of Traditional Italian Sweet Leavened Baked Goods, *International Journal of Food Microbiology*, 163, 71–79.
- Lhomme E, Lattanzi A, Dousset X, Minervini F, De Angelis M, Lacaze G, vd., 2015, Lactic Acid Bacterium and Yeast Microbiotas of Sixteen French Traditional Sourdoughs, *International Journal of Food Microbiology*, 215, 161-170.
- Linko Y Y, Javanainen, P, Linko S, 1997, *Biotechnology of Bread Baking*, *Trends Food Science Technology*, 8, 339-344.
- Liu T, Li Y, Sadiq F A, Yang H, Gu J, Yuan L, vd., 2018, Predominant Yeasts in Chinese Traditional Sourdough and Their Influence on Aroma Formation in Chinese

- Steamed Bread, Food Chemistry, 242, 404-411.
- Meignen B, Onno B, G elinas P, Infantes M, Guilois S, Cahagnier B, 2001, Optimization of Sourdough Fermentation with *Lactobacillus Brevis* and Baker's Yeast, Food Microbiology, 18, 239-245.
- Menteş  , Ak elik M, Recal E, 2004, T rkiye'de  retilen Ekşi Hamurlardan *Lactobacillus* Suşlarının İzolasyonu, İdentifikasyonu ve Bu Suşların Temel End striyel  zellikleri, Gıda, 29, 347-355
- Meral R, Doğan İ S, 2009, Fonksiyonel  neme Sahip Doğal Bileşenlerin Unlu Mamullerin  retiminde Kullanımı, Gıda Dergisi, 34, 193-198.
- Meroth C B, Walter J, Hertel C, Brandt M J Hammes W P, 2003a, Monitoring the Bacterial Population Dynamics in Sourdough Fermentation Processes by Using PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, Applied and Environmental Microbiology, 69, 475-482.
- Meroth C B, Hammes W P, Hertel C, 2003b, Identification and Population Dynamics of Yeasts in Sourdough Fermentation Processes by PCR-Denaturing Gradient Gel Electrophoresis, Applied and Environmental Microbiology, 69,7453-7461.
- Messen W, De Vuyst L, 2002, Inhibitory Substances Produced by Lactobacillus Isolated from Sourdoughs, International Journal Food Microbiology, 72, 31-43.
- Meyer K A, Kushi L H, Jr. Jacobs D R, Slavin J, Sellers T A, Folsom A R, 2000, Carbohydrates, Dietary Fiber and Incident Type 2 Diabetes in Older Women, American Journal of Clinical Nutrition, 71, 921- 930.
- Minervini F, Di Cagno R, Lattanzi A, De Angelis M, Antonielli L, Cardinali G, vd., 2012, Lactic Acid Bacterium and Yeast Microbiotas of 19 Sourdoughs Used for Traditional/Typical Italian Breads: Interactions between Ingredients and Microbial Species Diversity, Applied and Environmental Microbiology, 78, 1251–1264.
- Minervini F, De Angelis M, Di Cagno R, Gobbetti M, 2014, Ecological Parameters Influencing Microbial Diversity and Stability of Traditional Sourdough, International Journal of Food Microbiology, 171, 136-146.

- Mondal A, Datta A K, 2008, Bread Baking-A review, Journal Food Engineer, 86, 465-74.
- Moroni A V, Dal Bello F, Arendt E K, 2009, Sourdough in Gluten-free Bread-Making: an Ancient Technology to Solve a Novel Issue, Food Microbiology, 26, 676-684.
- Moroni A V, Dal Bello F, Zannini E, Arendt E K, 2011, Impact of Sourdough on Buckwheat Flour, Batter and Bread: Biochemical, Rheological and Textural Insights, Journal of Cereal Science, 54, 195-202.
- Nionelli L, Curri N, Curiel J A, Di Cagno R, Pontonio E, Cavoski I, vd., 2014, Exploitation of Albanian Wheat Cultivars: Characterization of the Flours and Lactic Acid Bacteria Microbiota and Selection of Starters for Sourdough Fermentation, Food Microbiology, 44, 96-107.
- Nuobariene L, Hansen Å S, Arneborg N, 2012, Isolation and Identification of Phytase-Active Yeasts from Sourdoughs, LWT-Food Science and Technology, 48, 190-196.
- Oberg C J, Merrill R K, Moyes L V, Brown R J, Richardson G H, 1991, Effects of *Lactobacillus helveticus* Culture on Physical Properties of Mozzarella Cheese, Journal of Dairy Science, 4101-4107.
- Oda Y, Ouchi K, 1989, Principal Component Analysis of the Characteristics Desirable in Baker's Yeasts, Appl Environ Microbiology, 55, 1495-1499.
- Oğuz B, 2002, Türkiye Halkının Kültür Kökenleri, İstanbul: Anadolu Aydınlanma Yayınları, 520s, İstanbul.
- Ögel B, 1991, Türk Kültür Tarihine Giriş, Kültür Bakanlığı Yayınları, 1052s, Ankara.
- Özkaya H, 1985, Buğday Lipidleri ve Önemi, Gıda, 10, 231-245.
- Pala A, 2012, Farklı Yöntemlerle Kurutulmuş Elde Edilen Boza Tozunun Hamur Reolojik ve Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 70s, Denizli.
- Palla M, Cristani C, Giovannetti M, Agnolucci M, 2017, Identification and Characterization of Lactic Acid Bacteria and Yeasts of PDO Tuscan Bread Sourdough by Culture Dependent and Independent Methods, International Journal

- of Food Microbiology, 250, 19–26.
- Pamir H, 1985, *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayını, 336s, Ankara.
- Paramithiois S, Gioulatos S, Tsakalidoe E, Kalantzopoulos G, 2006, Interactions Between *Saccharomyces cerevisiae* and Lactic Acid Bacteria in Sourdough, *Process Biochemistry*, 41, 2429-2433.
- Paramithiotis S, Muller M R A, Ehrmann M A, Tsakalidou E, Seiler H, Vogel R, Kalantzopoulos G, 2000, Polyphasic Identification of Wild Yeast Strains Isolated from Greek Sourdoughs, *Systematic and Applied Microbiology*, 23, 156-164.
- Paramithiotis S, Chouliaras Y, Tsakalidou E, Kalantzopoulos G, 2005, Application of Selected Starter Cultures for the Production of Wheat Sourdough Bread Using a Traditional Three-Stage Procedure, *Process Biochemistry*, 40, 2813-2819.
- Pepe O, Blaiotta G, Anastasia M, Moschetti G, Ercolini D, Villani F, 2004, Technological and Molecular Diversity of *Lactobacillus plantarum* Strains Isolated from Naturally Fermented Sourdoughs, *Systematic and Applied Microbiology*, 27, 443-453.
- Plessas S, Pherson L, Bekatorou A, Nigam P, Koutinas A, 2005, Bread Making Using Kefir Grains as Baker's Yeast, *Food Chemistry*, 93, 585-589.
- Plessas S, Bekatorou A, Gallanagh J, Nigam P, Koutinas A, Psarianos C, 2008a, Evolution of Aroma Volatiles During Storage of Sourdough Breads Made by Mixed Cultures of *Kluyveromyces marxianus* and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* or *Lactobacillus helveticus*, *Food chemistry*, 107, 883-889.
- Plessas S, Fisher A, Koureta K, Psarianos C, Nigam P, Koutinas A A, 2008b, Application of *Kluyveromyces marxianus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus* for Sourdough Bread Making, *Food chemistry*, 106, 985-990.
- Poitrenaud B (Ed.), 2004, Baker's Yeast. In: *Handbook of Food and Beverage Fermentation Technology*, 39,800-831, New York.
- Pomeranz Y, 1987, *Modern Cereal Science and Technology*, VCH Publishers Inc, 485p, USA.

- Poutanen K, Flander L, Katina K, 2009, Sourdough and Cereal Fermentation in a Nutritional Perspective, *Food Microbiology*, 26, 693-699.
- Primo-Martin C, Van Nicuwenhuijzen N H, Hamer R J, Van Vliet T, 2007, Crystallinity Changes in Wheat Starch During the Bread Making Process: Starch Crystallinity in the Bread Crust, *Journal of Cereal Science*, 45, 219-226
- Pulvirenti A, Solieri L, Gullo M, De Vero L, Giudici, P, 2004, Occurrence and dominance of yeast species in sourdough, *Lett Appl Microbiol*, 38, 113–117.
- Pyler E J, 1988, *Baking Science and Technology*, Sosland Publishing Co., 1345p, USA,
- Reed G, Nagodawithana T, 1991, *Yeast Technology*, Van Nostrand Reinhold, 454p, New York.
- Ribotta P, Bail A, 2007, Thermo-physical Assessment of Bread During Staling, *LWT – Food Science and Technology*, 40, 879-884.
- Rocha J M, Malcata F X, 2012, Microbiological Profile of Maize and Rye Flours, and Sourdough Used for the Manufacture of Traditional Portuguese Bread, *Food Microbiology*, 31, 72-88.
- Rollan G, Gerez C L, Dallagnol A M, Torino M I, Font G, 2010, Update in Bread Fermentation by Lactic Acid Bacteria, *Current Research, Technology and Education Topics in Applied Microbiology and Microbial Biotechnology*, 1168-1174.
- Rosa CA, Peter G, 2006, *The Yeast Handbook*, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York USA.
- Rosell C M, Bajerska, J, El Sheikha A F (Ed.), 2015, *Bread Fortification for Nutrition and Health*, Boca Raton CRC Press, 201p, New York.
- Plessas S, Alexopoulos A, Mantzourani I, Koutinas A, Voidarou C, Stavropoulou E, vd., 2011, Application of Novel Starter Cultures for Sourdough Bread Production, *Anaerobe*, 17, 486- 489.
- Saeed M, Anjum F M., Zahoor, T, Nawaz H, Rehman S U, 2009, Isolation and Characterization of Starter Culture from Spontaneous Fermentation of Sourdough, *International Journal Agric Biology*, 11, 329-332.

- Slavin J L, Jacobs D, Marquart L, 2000, Grain Processing and Nutrition, Critical Reviews in Food Science, 40, 309-326.
- Slavin J L, Jacobs D, Marquart L, Wiemer K, 2001, The Role of Whole Grains in Disease Prevention, Journal of the American Dietetic Association, 101, 780-785.
- Salovaara H, Savolainen J, 1984, Yeast Type Isolated from Finnish Sour Rye Dough Starters, Acta Aliment Pol, 10, 241-245.
- Sekin Y, Karagözlü N, 2004, Food Microbiology Basic Principles and Applications for Food, Industry Klaus Pichhardt (Translate at volume 4) Literature Publication, İstanbul, Turkey.
- Sıkılı Ö H, Karapınar M, 2002, Ekşi Maya Ekmeğinin Mikroflorası ve Aromatik Karakteristikleri, Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongre ve Sergisi, 165-175, Gaziantep.
- Siepmann F B, Ripari V, Waszczynskyj N, Spier M R, 2018, Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing, Food Bioprocess Technology, 11, 242-270.
- Spicher G, 1986, Die saurtelggarung, Chem Microbiol Technology, 10, 65-67.
- SPSS for Windows Realeasa ver.17.0 (2008).
- Succi M, Reale A, Andrighetto C, Lombardi A, Sorrentino E, Coppola R, 2003, Presence of Yeasts in Southern Italian Sourdoughs from Triticum aestivum Flour, FEMS Microbiology Letters, 225, 143-148.
- Sugihara T F, Kline L, Miller M W, 1971, Microorganisms of the San Francisco Sourdough Bread Process, I. Yeasts Responsible for the Leavening Action, Appl Microbiology, 21, 456-458.
- Sümengen M, 2011, Laktik Asit Bakterilerinden Fitaz Üretimi ve Endüstriyel Kullanım Olanakları, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 322s, Adana.
- Şen M A, 2018, Sanayi Kenti Gebze'den Geleneksel Bir Lezzet "Ekşi Mayalı Ekmek", The Journal of Academic Social Sciences, 82, 338-351.
- Şimşek M, 2019, İlklerin Yurdu Anadolu, Detay Yayıncılık, 208s, Ankara.

- Tamerler T, 1986, Ekşi Maya ile Buğday Ekmeğinin Hazırlanması ve Ekşi Maya Mikroorganizmaları, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, 4, 145- 154.
- Tanık O, 2006, Ekmek Üretiminde Kalite Uygulamaları ve Müşteri Memnuniyet Dinamiklerinin Belirlenmesi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 85s, Tekirdağ.
- Temiz A, 1996, Genel Mikrobiyoloji Uygulama Teknikleri, Haliboğlu Basım Yayım San. Tic. Ltd. Şti., 273 s, Ankara.
- Thiele C, Ganzle M G, Vogel R F, 2002, Contribution of Sourdough Lactobacillus, Yeast and Cereal Enzymes to the Generation of Amino Acids in Dough Relevant for Bread Flavour, Cereal Chemical, 79, 45–51.
- Torrieri E, Pepe O, Ventorino V, Masi P, Cavella S, 2014, Effect of Sourdough at Different Concentrations on Quality and Shelf Life of Bread, LWT- Food Science and Technology, 56, 508-516.
- Turkut G M, Cakmak H, Kumcuoglu S, Tavman S, 2016, Effect of Quinoa Flour on Gluten-free Bread Batter Rheology and Bread Quality, Journal of Cereal Science, 69, 174-181.
- Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği, 2012, Resmi Gazete, 04 Ocak 2012, 28163.
- Uzun A, Uzun S, 2008, Taşhaneden Aşhaneye Pileki, T.C. İyidere Kaymakamlığı Kültür Yayınları, 112s, Rize.
- Ünal S S, Brummer J M, 1996, Hamur Özelliklerinin Belirlenmesi ve Ekmek Kalitesine Etkileri, Un Mamulleri Dünyası, 5, 10-17.
- Ünlütürk A, Akbulut N, 1984, Ekmek Mayası Üretiminde Temel İlkeler, Gıda Dergisi, 9,6.
- Ünsal A, 2016, Nimet Geldi Ekine- Türkiye'nin Ekmeklerinin Öyküsü, Yapı Kredi Yayınları, 244s, İstanbul.
- Verheyen C, Albrecht A, Herrmann J, Strobl M, Jekle M, Becker T, 2015, The Contribution of Glutathione to the Destabilizing Effect of Yeast on Wheat Dough, Food Chemistry, 9, 173- 243.



- Vogel R F, Müller M, Stolz P and Ehrmann M, 1996, Ecology in Sourdoughs Produced by Traditional and Modern Technologies, *Adv Food Science*, 18, 152–159.
- Vogel R F, Pavlovic M, Ehrmann M A, Wiezer A, Liesegang H, Offschanka S, vd., 2011, Genomic Analysis Reveals *Lactobacillus sanfranciscensis* as a Stable Element in Traditional Sourdoughs. *Microbial Cell Factories* 10, 1- 6.
- Voss D H, 1992, Relating Colorimeter Measurement of Plant Color to the Royal Horticultural Society Colour Chart, *HortScience*, 1256-1260.
- Vrancken G, De Vuyst L, Van der Meulen R, Huys G, Vandamme P, HeideMarie Daniel H M, 2010, Yeast Species Composition Differs Between Artisan Bakery and Spontaneous Laboratory Sourdoughs, *FEMS Yeast Res*, 10, 471–481.
- Walker G M, 1999, *Yeast Physiology and Biotechnology*, John Wiley and Sons, 362p, London.
- Walker G M, 2000, *Yeast Physiology and Biotechnology*, Wiley and Sons, 1-17.
- Wick M, Stolz P, Böcker G, Lebeault J M, 2003, Influence of Several Process Parameters on Sourdough Fermentation, *Acta Biotechnologica*, 23, 51-61.
- Wolk A, Manson J E, Stampfer M J, Colditz G A, Hu F B, Speizer F vd., 1999, Long-term Intake of Dietary Fiber and Decreased Risk of Coronary Heart Disease Among Women, *The Journal of The American Medical Association*, 281, 1998-2004.
- Xu D, Yin Y, Barkat A, Zhang Y, Guoa L, Xueming X, 2019, Isolation of Yeast Strains from Chinese Liquor Daqu and Its Use in the Wheat Sourdough Bread Making, *Food Bioscience*, 31.
- Linko Y Y, Javanainen P, Linko S, 1997, *Biotechnology of Bread Baking*, *Trends in Food Science and Technology*, 8, 339–344.
- Yağmur G, 2013, Ekşi Hamur Fermantasyonunda Etkili Olan Laktik Asit Bakterilerinin ve Mayaların Belirlenmesi ve Bunlardan Elde Edilen Sıvı Ekşi Hamurun Ekmek Kalitesi Üzerine Etkisi, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 178s, Adana.
- Yarrow D, 2008, *Methods For The Isolation, Maintenance and Identification of Yeasts*,

in: The Yeasts, Elsevier, 77–100.

Yerlikaya O, 2014, Laktik Asit Bakterilerinin Tanılanmasında Kullanılan Başlıca Fenotipik ve Moleküler Yöntemler, Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 14, 8-22

Yılmaz P, 2014, Trabzon Ekmegi Üretiminde Aflatoksinler ve *Fusarium* Toksinleri Üzerine Etkisi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 83s, Ankara.

Yılmaz T, 2020, Bazı Geleneksel Fermente Ürünlerin Ekşi Mayalı Ekmek Üretiminde, İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 75s, İstanbul.

Yüksel F, 2014, Bayat Ekmegin Kızartılmış Buğday ve Mısır Cipsinde Kullanımı. Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 173s, Kayseri.

### **İnternet Kaynakları**

- 1- <http://www.afyon.bel.tr/news/1/5939/patatesli-ekmegimiz-tescillendi.aspx>  
Erişim tarihi (7 Ocak 2020a)
- 2- <https://www.pakmayaprofesyonellerdunyasi.com/koy-ekmegi/>, (Erişim Tarihi: 7 Ocak 2020b).
- 3- <http://cesmegermiyanekmegi.com/cesme-germiyan-ekmegi.html>, (Erişim Tarihi: 7 Ocak 2020c).

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ayşenur DENİZKARA  
Doğum Yeri : Afyonkarahisar  
Doğum Tarihi : 09.09.1995  
Yabancı Dili : İngilizce  
İletişim (Telefon / e-posta) : 05433961596 / [aysenur.denizkara@gmail.com](mailto:aysenur.denizkara@gmail.com)  
Adres : Erenler Mh. 2752. Sk. Telekoğlu Apt. Kat:4 D:25  
Afyonkarahisar

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Çay İMKB Anadolu Lisesi  
Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,  
Gıda Mühendisliği (2014 – 2018)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İş  
Sağlığı ve Güvenliği Anabilim Dalı (2018 – 2019)  
Yüksek Lisans : Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (2018 – 2021)

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar ve Yıl :

07.2017- 08.2017 : İkbal Gıda A.Ş – Üretim Stajeri, Afyonkarahisar  
Türkiye  
07.2017- 08.2017 : Ak Gıda San ve Tic A.Ş – Arge Stajeri, Sakarya, Türkiye