

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**TÜRKİYE'DEKİ DEĞİŞİK YÖRELERDEN SAĞLANAN EKŞİ HAMURDAN  
İZOLE EDİLEN EKMEK MAYALARININ TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ**

**Özlem İPEK**

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2017**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Özlem İPEK tarafından hazırlanan “Türkiye’deki Değişik Yörelere Sağlanan Ekşi Hamurdan İzole Edilen Ekmek Mayalarının Teknolojik Özellikleri” adlı tez çalışması 04/07/2017 tarihinde aşığıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman** : Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK  
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Jüri Üyeleri** :

**Başkan** : Prof. Dr. Kamuran AYHAN  
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK  
Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Üye** : Prof. Dr. Z. Yeşim ÖZBAŞ  
Hacettepe Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN**  
Enstitü Müdürü

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

04/07/2017



Özlem İPEK

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### TÜRKİYE'DEKİ DEĞİŞİK YÖRELERDEN SAĞLANAN EKŞİ HAMURDAN İZOLE EDİLEN EKMEK MAYALARININ TEKNOLOJİK ÖZELLİKLERİ

Özlem İPEK

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

Bu çalışmada, Türkiye'nin değişik yörelerinden sağlanmış 7 farklı ekşi hamur örneğinden izole edilen maya örnekleri ile Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kültür Koleksiyonu'ndan temin edilmiş 5 adet ekmek mayası örneği ile çalışılmıştır. Ekmek üretimi için uygun nitelikteki mayalar belirlenmeye çalışılarak, kültür koleksiyonumuza yeni mayalar kazandırmak amaçlanmıştır. Örneklerden izole edilen mayalar morfolojik olarak incelendikten sonra, bazı teknolojik özellikleri (maya gelişimi, kabarma gücü, pH ve toplam titrasyon asitliği) belirlenmiştir.

Maya gelişimini gözlemek amacıyla, gelişmenin 4. 8. ve 24. saatlerinde sayım işlemi gerçekleştirilen izolatların, ilk 8 saat içerisinde gelişmelerinin önemli bir kısmını tamamladıkları belirlenmiş; 24 saatlik inkübasyon süresi sonunda maya sayısı  $(5,50-9,75) \times 10^8$  aralığında tespit edilmiştir. Maya örneklerinin kabarma gücünü belirlemek amacı ile hazırlanan hamurlar 35 °C'de 4 saat boyunca inkübe edilerek, kabarmadaki saatlik değişimler izlenmiş; ilk iki saatte kabarmanın önemli ölçüde tamamlandığı (% 120,0-152,7), 4 saat sonunda hamur kabarmasındaki değişim miktarının % 136,5-166,2 aralığında değiştiği belirlenmiştir. En yüksek kabarma gücü değerlerine sahip oldukları gözlenen E12 ve E7a mayaları, ekmek üretimi için starter potansiyeli göstermişlerdir. Hamurların pH değerleri 5,2-5,9 aralığında, toplam titrasyon asitlikleri (TTA) 3,5-5,1 g/L aralığında tespit edilmiştir.

Sonuç olarak; maya örneklerinin incelenen teknolojik özellikleri değerlendirildiğinde, ekmek üretiminde kullanılabilirliği için potansiyel gösterdikleri belirlenmiş olup, üzerinde daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

**Temmuz 2017, 46 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Ekşi hamur, Ekmek mayası, Teknolojik özellik

## ABSTRACT

Master Thesis

### TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF SOME BAKER'S YEAST ISOLATED FROM TURKISH SOURDOUGH

Özlem İPEK

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK

In this study, yeast samples were isolated from 7 different sourdough samples obtained from different regions of Turkey and 5 samples of baker's yeast obtained from Ankara University Food Engineering Department Culture Collection. It was aimed to gain new yeast in our culture collection by trying to determine suitable yeast for bread production. Some of the technological properties (yeast growth, swelling power, pH and total titratable acidity) were determined after morphological examination of the yeasts isolated from the samples.

In order to observe yeast growth, isolates that were counted during the 4th, 8th and 24th hours of growth, it was determined that they completed a significant part of their growth within the first 8 hours; At the end of the 24 hour incubation period, the number of yeast was detected at  $(5,50-9,75) \times 10^8$ . The doughs prepared with the aim of determining the swelling power of the yeast samples were incubated for 4 hours at 35 °C, hourly changes swelling were observed; a significant amount of swelling in the first two hours; (% 120,0-152,7), it was determined that the amount of change in dough swelling changed between % 136,5-166,2 after 4 hours. The E12 and E7a isolates, which were found to have the highest swelling values, showed potential starter for bread production. The pH values of the doughs were determined in the range of 5,2-5,9 with a total titratable acidity (TTA) of 3,5-5,1 g/L.

As a result; yeast samples have been shown to have potential to be used in bread production when the technological characteristics are examined and more extensive studies are needed.

**July 2017, 46 pages**

**Key Words:** Sourdough, Baker's yeast, Technological properties

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans tezimin planlanması ve yürütülmesi aşamasında yol gösteren, büyük bir sabır ve özveriyle çalışmalarına destek olan değerli danışman hocam Prof. Dr. Filiz ÖZÇELİK'e (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı) teşekkürlerimi sunarım.

Laboratuvar çalışmaları süresince yardım ve fikirlerinden istifade ettiğim, büyük emeği geçen saygıdeğer hocam Arş. Grv. Simel BAĞDER ELMACI'ya (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), bilgi, öneri ve desteğini esirgemeyen Arş. Grv. Fatma GÜLER'e (Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı), yüksek lisans eğitimim süresince pek çok konuda desteğini gördüğüm sevgili arkadaşım Meltem SAĞLAMTAŞ'a, analizler için gerekli olan örneklerin sağlanmasında yardımcı olan kuzenim Simge İPEK'e teşekkürü borç bilirim.

Tüm bu süreç boyunca her türlü zorluğu benimle göğüsleyen, karşılaştığım her durumda yanımda olan, hiçbir koşulda desteğini ve sevgisini esirgemeyen değerli yol arkadaşım Hasret GÜLŞAN'a, verdiğim tüm kararlarda bana güvenen, maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Özlem İPEK

Ankara, Temmuz 2017

## İÇİNDEKİLER

### TEZ ONAY SAYFASI

ETİK.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT .....	iii
TEŞEKKÜR .....	iv
SİMGELER DİZİNİ .....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	viii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	3
2.1 Ekmek .....	3
2.2 Ekmek Yapımında Unsurlar .....	3
2.3 Ekmek Yapımında Kullanılan Mayalar ve Özellikleri.....	5
2.3.1 Mayanın oksijenli ortamda gelişme koşulları .....	7
2.3.2 Mayanın ekmek hamuru üzerine etkileri .....	9
2.4 İyi Bir Ekmek Hamurunun Karşılması Gereken Bazı Özellikler .....	11
2.5 Ekmek Üretiminde Ekşi Maya Kullanımı .....	12
2.5.1 Ekşi hamurun mikroflorası.....	13
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	17
3.1 Materyal .....	17
3.1.1 Mikroorganizmalar .....	17
3.1.2 Kullanılan besiyerleri.....	18
3.2 Yöntem .....	19
3.2.1 Ekşi hamur örneklerinden maya izolasyonu .....	19
3.2.1.1 Mikrobiyolojik sayım.....	20
3.2.1.2 Koloni morfolojisi .....	21
3.2.2 Ekmek mayalarının aktifleştirilmesi .....	21
3.2.3 Mayaların teknolojik özelliklerinin belirlenmesi .....	22
3.2.3.1 Mayaların mikroskop altında sayımlarının yapılması .....	22
3.2.3.2 Mayaların optik yoğunluğunun ölçülerek gelişiminin belirlenmesi.....	23

3.2.3.3 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların kabarma gücünün tespit edilmesi.....	24
3.2.3.4 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların pH değerlerinin belirlenmesi .....	24
3.2.3.5 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların toplam titrasyon asitliğinin belirlenmesi .....	24
4. BULGULAR ve TARTIŞMA.....	26
4.1 Ekşi Hamur Örneklerinden İzole Edilen Mayaların Koloni Yapıları .....	26
4.2 Mayaların Teknolojik Özellikleri .....	28
4.2.1 Maya örneklerinde gelişimin belirlenmesi.....	28
4.2.2 Maya örnekleriyle hazırlanan hamurların kabarma gücü sonuçları .....	32
4.2.3 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların pH değerleri .....	35
4.2.4 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların toplam titrasyon asitliği değerleri .....	37
5. SONUÇ.....	39
KAYNAKLAR .....	41
ÖZGEÇMİŞ.....	46



## SİMGELER DİZİNİ

°C	Santigrat derece
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
g	Gram
h	Saat
rpm	Devir sayısı
sp	Tür
ssp	Alttür

### Kısaltmalar

dk	Dakika
FDA	Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
km	Kuru madde
KOB	Koloni oluşturan birim
L	Litre
LAB	Laktik asit bakterisi
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
OD	Optik yoğunluk
s	Saat
SF	Seyreltme faktörü
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TTA	Toplam titrasyon asitliği
µL	Mikrolitre

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Elektron tarama mikroskobunda maya hücreleri.....	15
Şekil 3.1 Dilüsyon hazırlama.....	20
Şekil 3.2 Aktifleştirme.....	22
Şekil 4.1 İzolatların koloni yapıları.....	28
Şekil 4.2 Mayaların gelişmesi.....	30
Şekil 4.3 Mayaların gelişiminin optik yoğunluk olarak izlenmesi.....	32
Şekil 4.4 Hamurların kabarma gücü tayinine ilişkin görseller.....	32
Şekil 4.5 Hamur örneklerinin % hacim artışları.....	35
Şekil 4.6 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin pH değerleri.....	36
Şekil 4.7 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin toplam titrasyon asitliği (TTA) değerleri.....	38

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Ekmek mayasının biyokimyasal kompozisyonu.....	7
Çizelge 2.2 Buğday-çavdar hamurundan izole edilen bazı maya türleri.....	14
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan örneklere ilişkin bilgiler.....	17
Çizelge 4.1 Besiyeri üzerinde gelişim gösteren mayaların sayım sonuçları.....	26
Çizelge 4.2 Mayaların koloni morfolojisi.....	27
Çizelge 4.3 Mayaların gelişmesi.....	29
Çizelge 4.4 Mayaların gelişiminin optik yoğunluk (OD) olarak izlenmesi.....	31
Çizelge 4.5 Mayalı hamurların kabarma miktarı.....	33
Çizelge 4.6 Mayalı hamurların hacim değişimleri.....	33
Çizelge 4.7 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin pH değerleri.....	36
Çizelge 4.8 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin toplam titrasyon asitliği (TTA).....	38

## 1. GİRİŞ

Eski zamanlardan beri tahıllar insan beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Ekmegin tarihine bakacak olursak, antik dönemlerde insanlar ilk olarak bitkileri hasat edip tohumlar elde etmeyi, bu tohumları öğütmeyi ve su ile karıştırıp hamur elde etmeyi öğrenmişlerdir. MÖ 4000 yıllarında Mısır'da ilk mayalı ekmek üretilmiştir. Fırıncılık ürünleri günümüze kadar değişerek ve gelişerek ulaşmıştır (Hammes vd. 2005). 19. yüzyıla gelindiğinde mikroorganizmaların ve mayanın aktif olarak bilinmesiyle birlikte ekmek üretimi sanayi dalı haline gelmiştir. Ekmek dünyada yoğun olarak tüketilmekle birlikte en fazla ekmek tüketen toplumlar arasında Türkiye başta gelmektedir (Tamerler 1986).

Ekmek; temel besin kaynağı olmasının yanı sıra iyi bir enerji kaynağı olarak da gıda tüketiminde önemli bir yer edinmektedir. Ülkemizde diğer gıdalara göre ekonomik anlamda daha uygun olması, doyurucu olması ve beslenme alışkanlıklarımıza bağlı olarak, sosyo-ekonomik yapı değerlendirmesi kapsamında ekmek öğünlerimizin vazgeçilmez unsuru olarak ön plana çıkmaktadır (Göçmen 2001). Elgün ve Ertugay (1997) tarafından ekmek; içerik olarak buğday unu, maya, su ve tuzun belirli oranlarda karıştırılıp yoğrulması, tekniğine uygun olarak işlenmesi ve oluşturulan hamurun belirli bir süre fermente edildikten sonra pişirilmesi sonu elde edilen gıda maddesi olarak tanımlanmıştır.

Ekmek üretiminde geleneksel olan ekşi hamur yöntemi ve endüstriyel yöntem olmak üzere iki ayrı yöntem uygulanmaktadır. Değişik teknolojide üretim yöntemleri kullanılarak çok farklı çeşitte ekmek elde etmek mümkün olmaktadır. Fermantasyon işlemi ve maya çeşidi ekmek yapımı ve ekmek kalitesi üzerinde oldukça önemli bir etkiye sahiptir. Ekşi hamur yöntemi, geçmiş dönemlerden bu yana kullanılan bir yöntemdir (Meroth vd. 2003).

Hiç maya katılmadan kendi haline bırakılan hamur bir süre sonra değişime uğrar, içinde gaz kabarcıkları oluşur, yumuşar, kendini salar, kokusu fenalaşır. Hamurda oluşan bu değişime; un, su ve havadan gelen mikroorganizmalar sebep olur ve en etkin olanları

genellikle bakterilerdir. Kendiliğinden fermente olan hamur, mayaların yanında laktik ve asetik asit bakterilerini de içerir. Tadı ekşi olduğu için bu hamura “ekşi maya” ya da “ekşi hamur” denilmektedir (Tamerler 1986).

Ekşi hamurun kabarmasında ve dolayısıyla da meydana gelen alkol fermantasyonunda en etkili mikroorganizmalar mayalardır. Etkin maya mikroflorasının tespitine yönelik yapılan çalışmalarda bu türlerin; *Saccharomyces*, *Candida*, *Pichia* ve *Torulopsis* olduğu görülmüştür (Sugihara vd. 1971, Salovaara ve Savolainen 1984, Spicher 1986).

Ekşi hamur, maya ve bakterilerin birlikte faaliyet gösterdiği doğal bir floraya dayanmaktadır. Ekşi maya kullanılarak yapılan ekmek; uygun hacim, güçlü aroma, iyi bir ekmek içi yapısı ve uzun raf ömrüne sahip oluşu nedeni ile tercih edilmektedir (Göçmen 2001).

Ekmek üretiminde kullanılan maya türleri yüzlerce yıllık tecrübenin bir sonucu olarak geliştirilmiştir. En iyi ekmek üretimi için maya suşları üzerinde çalışmalar devam etmekte, teknolojik yöntemlerden yararlanılmaktadır (Angelow vd. 1996).

Yapılan bu çalışmada; Türkiye’deki değişik yörelerden elde edilen ekşi hamurdan izole edilen mayaların ve Ankara Üniversitesi Kültür Koleksiyonu’ndan temin edilen maya örneklerinin; morfolojik, fizyolojik ve bazı teknolojik özellikleri (maya gelişimi, kabarma gücü, pH ve toplam titrasyon asitliği) incelenmiştir. Mayaların ekmek üretimi açısından önem taşıyabilecek teknolojik özelliklerini netleştirmek ve mümkünse kültür koleksiyonuna yeni mayalar dahil etmek amaçlanmıştır. Böylece değişik yörelerden elde edilmiş olan mayaların benzerlikleri ve farklılıkları üzerinde durularak, ekmek yapımı için seçilen örnekler içerisindeki en uygun nitelikteki maya belirlenmeye çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Ekmek

Ekmek; ana bileşen olarak buğday unu, maya, tuz ve suyun belirli oranlarda karıştırılıp yoğrulması ve elde edilen hamurun fermantasyonu sonrası pişirilmesi ile elde edilen bir gıda maddesidir (Linko vd. 1997). Türk Gıda Kodeksi, ‘Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği’ne (Tebliğ No: 2012/2) göre ekmek; “buğday ununa; su, tuz, maya (*Saccharomyces cerevisiae*) gerektiğinde şeker, enzimler, enzim kaynağı olarak malt unu, vital gluten ve izin verilen katkı maddeleri ilave edilip bu karışımın tekniğine uygun olarak yoğrulması, şekillendirilmesi, fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile yapılan ürünü” tanımlamaktadır (Anonim 2012). TS 5000 Ekmek Standardı’nda ise ekmek; “elenmiş buğday ununa (TS 4500), su (TS 266), tuz (TS 933) ve maya (TS 3522) katılması ile hazırlanan kütlenin, tekniğine uygun bir şekilde işlenip fermantasyona bırakılması ve pişirilmesi ile hazırlanan bir mamuldür” şeklinde tanımlanmıştır (Anonim 2010).

### 2.2 Ekmek Yapımında Unsurlar

Ekmek yapımında ana unsur olarak belirli özelliklere sahip un, maya, tuz ve su kullanılır. Ekmek yapımı için hazırlanan hamurun unsurlarının kalitesi ve miktarları bakımından yeterli olması istenir (Pylar 1973).

#### Un:

Unun ham protein miktarı % 11 civarında olmalıdır. Ekmeklik unlar oda koşullarında en az 3-4 hafta dinlendirilmeli veya una olgunlaştırıcı bazı maddeler ilave edilmelidir. Böylece daha kaliteli ekmek üretimi sağlanmaktadır (Elgün 1982).

#### Su:

Su toplam hamur kütlesinin % 40’ını oluşturur. Suyun bileşimi ve miktarı ekmek kalitesini doğrudan etkiler. Bu haliyle ekmek yapımında en önemli bileşiklerdendir.

Maya gelişiminin sağlanması için ortamda yeterli miktarda su bulunmalıdır (Pamir 1985).

Ekmek yapımında kullanılan su çok sert ve bazık yapıda olmamalıdır. Orta sertlikteki sular tercih edilmektedir. Böyle sular daha kolay işlenebilmektedir ve daha kaliteli ekmek üretimini sağlanmaktadır (Elgün 1982).

#### Tuz:

Ekmek hamuru üretiminde sıklıkla rafine edilmiş ince sofra tuzu tercih edilir. Bu tuzun, eriyebilirliği daha yüksek olduğundan hamur özelliklerini düzenlemede daha etkindir (Elgün 1982).

Bir hamurda ozmotik basınç, esas olarak şeker ve tuz oranlarına bağlıdır. % 2'lik tuz oranının fermantasyon hızına olumlu yönde etki yaptığı görülmüştür (Poitrenaud 2004).

Tuz katılan hamur daha kolay işlenir. Bunun yanı sıra, gluteni güçlendirerek ekmekte yumuşamayı önler, mayanın çalışmasında etkilidir. İstenmeyen asidik tadın oluşmasını engeller. Güzel ve düzgün bir içyapı sağlar. Ekmeğin raf ömrünü uzatır ve lezzet verir (Poitrenaud 2004).

#### Maya:

Belirli bir sıcaklıkta fermantasyon hızı kullanılan maya miktarına bağlıdır. % 3 oranında katılan maya miktarının fermantasyon için ideal olduğu tespit edilmiştir. Eğer fazla miktarda maya ilave edilirse nişasta hızlı bir şekilde tüketilecek ve istenilen hamur niteliği sağlanamayacaktır (Poitrenaud 2004).

Ekmek hamuruna, yaş maya % 2-3 oranında katılmaktadır. Kullanılacak maya yeterli düzeyde aktif temiz ve taze olmalıdır (Elgün 1982).

### 2.3 Ekmek Yapımında Kullanılan Mayalar ve Özellikleri

Mayalar şekeri alkol ve CO<sub>2</sub>'e dönüştürebilen ve tomurcuklanma ile çoğalan tek hücreli mikroorganizmalardır. Mayalar genellikle, küresel, oval veya silindirik yapıda, ökaryot canlılardır. İyi bir B vitamini ve protein kaynağı olup, asklı mantarlar şubesine dahildir. Mayalar her canlı organizmada gelişen bitki benzeri tek hücreli mantarlardır. Hayatta kalabilmek için sıcaklık, su, şeker, albümin veya azota gereksinim duyarlar (Ali vd. 2012).

Hamur fermantasyonunda kullanılan ve doğal mayalar sınıfına dahil olan dairesel şeklindeki tek hücreli canlılar topluluğuna ekmek mayası denilmektedir. 18. yy'a kadar ekmek hamurunun hazırlanmasında kullanılan ekşi hamur ilk maya preparatı olarak değerlendirilebilir (<http://www.ankaratb.org.tr> 2006).

Teknolojik seviyede, ekmek mayasının en önemli özellikleri arasında şunlar sayılabilir: (1) Hamurun kabarmasını hızlandırmak; (2) farklı karbon kaynaklarına uyum yeteneği, invertaz ve maltaz aktiviteleri ve (3) stres direnci (Oda ve Oichi 1989).

Ekmek mayası basit şekerleri parçalayarak fermentasyona uğratar. Bunun sonucunda oluşan karbondioksit ile hamurda kabarma meydana gelir ve fermentasyon ürünü diğer maddeler ile hamurun gelişmesi sağlanır. Meydana gelen aroma maddeleri de hamurun tadı ve lezzeti üzerine etki eder (Canbaş 1995).

Ekmekçilikte kullanılan mayalar *S. cerevisiae* türüne dahil, üst fermantasyon tipi mayalardır (Canbaş 1995). *S. cerevisiae* türü yaklaşık 8 µm çapındadır. Her hücrenin iki katmanlı bir duvarı vardır ve seçici geçirgen özelliğe sahiptir. Tomurcuklanarak ürerler, 25-30 °C optimum gelişme sıcaklıklarıdır. Gelişmek için sıcaklığın yanı sıra neme ve şekere ihtiyaç duyarlar. Düşük sıcaklıklarda gelişme yavaşlar. Böylece mayalar belirli bir süre bu şekilde muhafaza edilebilirler. Hamur içerisindeki maya şekeri fermente ederek karbondioksit ve suya dönüştürür. Oluşan karbondioksit kabarcıkları hamurun kabarmasını sağlayarak yoğurma işlemini kolaylaştırır (Ali vd. 2012).



*S. cerevisiae* ekmek hamurunda en sık rastlanılan mayadır. Bunun dışında *S. exiguus*, *C. humilis*, *C. krusei* türündeki mayalara da rastlanmaktadır (Gobbetti vd. 1994). Ekmekte maya miktarının; buğday, çavdar ve darı ekşi hamurunda % 0,1-10 miktarında bulunduğu tespit edilmiştir (Sugihara vd. 1971, Hamad vd. 1992). Mayalar bütün tahıllarda bulunur ve miktarları  $10^2$ - $10^4$  adet/g arasında değişmektedir (Berghofer vd. 2003).

*S. cerevisiae* daha yüksek hacimli ve düşük yoğunluğa sahip ekmek üretimi için diğer mayalara göre daha iyi bir performans göstermektedir. En iyi tada ve şekle sahip ekmekler *S. cerevisiae* kullanılarak üretilmiştir. Laktik asit bakterileri ve *S. cerevisiae* kullanılarak üretilen hamurlarda ekmeğin duyuşsal özelliklerinin belirgin şekilde geliştiğı görülmüştür. Ekmeğin şekli, kabuğı, yenilebilirliğı ve lezzeti gibi tipik özelliklerinde daha iyi sonuçlar elde edilmiştir (Akinola ve Osundahunsi 2017).

*Saccharomyces* bira yapımı, şarap yapımı ve ekmekçilikte kullanılır. *S. cerevisiae* cinsi tüm bu kullanımlarda en iyi sonucu vermeyebilir. Ekmek yapımında *S. cerevisiae* dünyada yaygın olarak kullanılmaktadır ve en fazla üretilen mayadır. Hızlı çoğalması, üremesi için besinsel ihtiyaçlarının fazla olmaması ve yüksek karakteristik özelliklere sahip olması nedeniyle üzerinde bilimsel çalışmalar yapılmakta ve tercih nedeni olmaktadır. Ekonomik anlamda ve endüstriyel anlamda üreticiye pek çok olanak sağlamaktadır. Suşları kararlıdır ve gıda güvenliğı açısından risk oluşturmamaktadır (Poitrenaud 2004). *S. cerevisiae* suşları genellikle ekmek mayası olarak kullanılmaktadır, ancak alternatif maya arayışı da sürmektedir. *Torulaspota delbrueckii*'nin soğuşa karşı daha toleranslı olduğı bildirilmiştir. Bu özelliğinden yararlanılarak ekmekçilikte kullanılabileceğı belirtilmiştir (Almeida ve Pais 1996).

Ekmek mayaları; iyi bir kabarma gücüne sahip olmalı, yüksek sıcaklıklarda dayanıklılık gösterebilmeli, enzimatik etkinliklerini uzun süre devam ettirebilmeli, fermantasyon hızı yüksek olmalı ve ekmeğe istenmeyen tat ve koku vermemelidirler (Pamir 1985).

Çizelge 2.1 Ekmek mayasının biyokimyasal kompozisyonu (Poitrenaud 2004).

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

### **2.3.1 Mayanın oksijenli ortamda gelişme koşulları**

Cabı (1990) ekmek mayasının normal çalışma koşullarını etkileyen çevre faktörlerini; ortamda suyun varlığı ve miktarı, ortamın sıcaklık derecesi, ortamın asitliği, ortamda mayanın fermantasyonunu yapabileceği tipteki karbonhidratların bulunması, azotlu bileşiklerin bulunması olarak belirtmiştir. Ekmek mayası üretimi aşamasında, kültür içerisine yabancı mayaların kontaminasyonu verimi düşürmekte ve ürün kalitesine olumsuz etki etmektedir (Karakaş ve Kıvanç 1998).

#### Sıcaklık:

Sıcaklık hamur üretiminde kritik önem taşır. Fermantasyon sıcaklığındaki değişiklikler ekmek hamurunun mikroflorasında değişime neden olabilir. Bu ise fermantasyona etki edeceğinden, ekmeğin tadı ve kalitesinde arzu edilmeyen değişikliklere sebebiyet verebilir (Maloney ve Foy 2003).

Mayaların gelişmeleri 0-45 °C arasında olmaktadır. Optimal sıcaklık derecesi ise çoğunlukla 25-30 °C arasındadır. Ekmek mayalarında ise bu sıcaklık aralığı 30-34 °C olarak değişmektedir (Pamir 1985). Fermantasyon hızlarını etkileyen başlıca faktörler sıcaklık ve ozmotik basınçtır. Ticari mayalar için optimum fermantasyon sıcaklığı yaklaşık 38 °C'dir, ancak en iyi sıcaklık farklı hamur formülasyonlarına göre değişir (Maloney ve Foy 2003).

Darıdan izole edilerek morfolojik ve biyokimyasal özellikleri incelenen mayalar (*Saccharomyces cerevisiae*, *Candida quercitrusa*, *Candida milleri*) üzerinde; 10 °C, 15 °C ve 30 °C’de yapılan analizlerde beklenen gelişme sağlanamamış, ancak 37 °C yeterli gelişme sağlanmıştır. 45 °C’de ise herhangi bir maya gelişimi olmamıştır (Akinola ve Asundahunsi 2017).

Yapılan bir araştırmada, 36 °C’de geliştirilen mayanın logaritmik çoğalma evresine 2,1 saat sonra ulaştığı gözlemlenmiştir (Reed ve Pepler 1973).

#### pH:

Mayalar hafif asitli ortamlarda çalışırlar. *S. cerevisiae*’nın etkinliğini sürdürebildiği optimum pH 4,4-4,8 arasında değişmektedir (Pamir 1985). pH 4-6 aralığında fermantasyon hızında sadece hafif değişiklikler meydana gelir, pH 4 değerinin altında fermantasyon hızı çabucak düşer (Maloney and Foy 2003).

Ekmek mayası 3,6 ve 6,0 pH sınırları arasında, en fazla verimi ise 4,5-5,0 düzeylerinde verir. Genel olarak, fermantasyonun başlarında pH’ın 4,2-4,5 düzeylerinde ve fermantasyonun sonunda ise 4,8-5,2 düzeylerinde olması gerekir (Canbaş 1995).

#### Ozmotik basınç:

Maya bulunduğu ortamdaki şeker ve tuz konsantrasyonuna karşı bir tepki gösterir. Kültür mayaları genel olarak % 20-25 glikoz konsantrasyonlarında normal faaliyetlerine devam edebilirken, % 25’in üzerindeki şeker konsantrasyonlarında faaliyetleri yavaşlamaya başlar. Mayalar genel olarak ozmofil karakterlidir ve şeker ile tuz ihtiva eden ortamlarda etkinlik göstermektedir (Pamir 1985).

Maya çoğalma aşamasında, karbon kaynağı olan ve fermente olabilir şekerler mayanın bulunduğu ortama sınırlı olarak, düşük konsantrasyonlarda verilmelidir. Ancak o şekilde solunum olayı gerçekleşir. Böylece tüm enerji mayanın gelişmesine harcanmış olacaktır (Canbaş 1995).

### Oksijen gereksinimi ve havalandırma:

Belirli miktarda mayanın oluşabilmesi için ortamda oksijen bulunması gerekir. Fermentördeki havalandırma sisteminin hangi oranda oksijen değişimini gerçekleştirdiğinin bilinmesi ve havalandırmanın dikkatli bir şekilde yapılması gerekir (Canbaş 1995).

### Gelişme hızı:

Yüksek özgül çoğalma hızlarında maya üretimde belirgin bir düşüş yaşanmaktadır. Özgül çoğalma hızı 0,25'in üzerine çıktığı zaman, solunum katsayısı da 1'i geçerek aerobik fermentasyon başlamaktadır. Bu durum verimin düşmesine neden olmaktadır. Bu nedenle mayanın çoğalma hızında aşırı artış istenmeyen bir durumdur (Canbaş 1995).

### Metabolizma Ürünleri:

Metabolizma ürünleri, mayanın gelişmesi ve etkinliği üzerine etki yapmaktadır. Mayanın kendisi bu maddeleri yapıyor olsa da, maya bu ürünlere ancak belli konsantrasyona kadar dayanabilmektedir ve her maya için durum değişiklik göstermektedir (Pamir 1985).

## **2.3.2 Mayanın ekmek hamuru üzerine etkileri**

Maya tarafından gerçekleştirilen fermantasyon işlemi, üç önemli değişikliğe neden olmaktadır. Birincisi ve en önemlisi gaz oluşturmastır. İkinci işlevi, karbondioksit gazının yanı sıra oluşturduğu bazı diğer ürünlerle olmaktadır. Bunlar da asitler, ketonlar ve aldehitler gibi birçok aroma maddeleridir ve yan ürün olarak meydana gelmektedirler. Bütün bu maddeler de ekmeğin karakteristik tadı ve lezzetini oluşturmaktadır. Diğer grup reaksiyonlar ise fiziksel niteliktedir. Mayanın fermantasyon esnasında oluşturmuş olduğu karbondioksit gazı, hamurdaki gluten ağını genişletir ve ona daha elastiki bir yapı kazandırır (Cabı 1990).

Maya birincil olarak hamur kabarmasına etki etmektedir. Ekmek hamurunun içerisindeki mevcut oksijen mayalar tarafından tüketilir ve karbondioksit gazı açığa çıkmaya başlar. Meydana gelen gaz kabarcıkları hamur içerisindeki su içerisinde çözünür ve belirli bir zaman sonra doygunluğa erişir. Gaz olarak birikmeye başlayan karbondioksit ekmeğin kabarmasını sağlar. İkincil olarak, mayalı hamurda fermantasyon sonucu meydana gelen organik asitler ve karbondioksit ortam pH'sının düşmesine ve toplam titrasyon asitliğinin artmasına sebebiyet verir. Bu istenilen bir durumdur ve ekmek üretimi süresince sürekli olarak kontrol edilmekte ve kontrol altında tutulmaktadır. Üçüncül olarak, ekmeğin lezzeti üzerine etkisi bulunmaktadır. Fermantasyon sonucu meydana gelen alkol, ikincil metabolitler ve düşen pH ekmeğe aromatik lezzet kazandıran öncül unsurlardır (Poitrenaud 2004).

Mayalar hamur reolojisinde de bir takım değişikliklere sebebiyet vermektedir. Hamur karıştırma, yoğurma işlemleri sırasında bir takım fiziksel değişimlerin yanı sıra fermantasyon ile birlikte viskoelastik özelliklerinde de değişiklikler meydana gelir (Brown 1993). Elastik direncin artması ile birlikte glutenin uzama kabiliyetinde artış gözlemlenmektedir. Hamura maya ilavesi ile hamurun istenilen viskoelastik özelliklere ulaşma süresi de kısalmaktadır (Poitrenaud 2004).

Ortamdaki mevcut şartlar, mayanın çalışmasıyla birlikte doğal olarak bazı değişikliklere de uğramaktadır. Örneğin; maya çalışmaya başladığı andan itibaren fermente edilebilen şekerin miktarı azalacaktır. Fermantasyon sonucu yan ürünlerin miktarı artacaktır. Ortamın asitliği değişecektir ve hamur gluteninin fiziki yapısı değişecektir. Bu değişimlere ek olarak ortama ilave edilebilen farklı maddelerin etkisi, değişik formülasyonların, değişik unların ve değişik tipteki mayaların kullanılması ortaya çok karmaşık ve incelenmesi zor olan bir yapının çıkmasına yol açar. Bu nedendir ki, ekmek yapımında özellikle hamurun yapısı ve gelişmesiyle ilgili konularda hala birçok bilinmeyen ve açıklanamayan hususlar mevcuttur (Poitrenaud 2004).

## 2.4 İyi Bir Ekmek Hamurunun Karşılması Gereken Bazı Özellikler

### Kabarma gücü:

Kaliteli bir ekmek üretiminin gerçekleşebilmesi için, ekmeğin sahip olması gereken en önemli özellik yüksek fermantasyon kabiliyetidir ve hamur kabarması da bunun sonucu olarak gerçekleşir (Giannone vd. 2010).

### Gelişme hızı:

Mayaların çoğalma hızının ilk dönemde yavaş olduğu, belirli bir süre sonra hızlandığı ve çoğalma düzeyi belirli bir düzeyi bulunca tekrar yavaşladığı, sonunda durduğu belirtilmektedir (Pamir 1985).

Maya gelişiminin gözlemlenebilmesi için fotometrik yöntemlerden yararlanılmaktadır. Fotometrik yöntemlerde amaç, canlı hücre sayısının kesin olarak belirlenmesi değil, genellikle logaritmik gelişme devresinin belirli bir anında maya sayısı hakkında fikir edinmektir (Halkman ve Gürgün 1990).

### pH:

Hamurun güçlü bir asitlik değerine sahip olması, geleneksel ekmeklerin raf ömrünü uzatırken, süneye ve küflere karşı önleyici bir unsur olmaktadır. Bu da ekmeğin raf ömrünü uzatmaktadır (Lonner ve Preve-Akesson 1989).

Güçlü asidik karakter ve yüksek asetik asit miktarı ekmeğin uzun raf ömrü ile ilişkilidir. Çünkü asitlik değerleri küflere ve sünme bakterilerine karşı etkin rol oynamaktadır (Rocken 1996).

Bir hamurun gerçek asitliği tek başına pH ile değerlendirilemez. Toplam titrasyon asitliği de değerlendirilmelidir (Poitrenaud 2004).

Olgunlaşmış bir mayalı ürünün pH değeri, başlangıç kültürü olarak buğday mayası kullanıldığında 3,5 ile 4,3 arasında değişmektedir. Unun doğası, özellikle de kül içeriği

hamurun asitliği üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Hamur için pH değerleri değişiklik göstermekle birlikte, tipik bir uygulama oranı göz önüne alındığında, hamurun pH değerlerinin 4,7-5,4 aralığında değiştiği bildirilmiştir. Asitlik değerinin hamurunun yapısal oluşunu üzerinde etkisi söz konusudur (Collar vd. 1994). Asitlik değerini hamurun davranışlarını etkiler, düşük pH değerlerine sahip olan hamurlar normal hamurlara göre daha az kararlılığa sahiptir (Hoseney 1994).

## **2.5 Ekmek Üretiminde Ekşi Maya Kullanımı**

Ekmek üretiminde çok farklı teknikler kullanılmakla birlikte, ekşi mayadan ekmek üretimi çok eski yıllara dayanmaktadır (Holpzapfel vd. 1998). Geleneksel şekilde fermantasyon; yerli mikroorganizmalar aracılığıyla, hamurun kendiliğinden fermantasyonu ile olur. Ekmek hamuru içerisine önceden hazırlanmış ekşi mayalı hamur ilave edilir. Yani mevcut mikroflora önceki hamurun mikroflorasına bağlıdır. Elde edilen mayalı hamurun bir bölümü bir sonraki parti için saklanılmaktadır (Corsetti vd. 2004). Ekşi maya hamuru normal kültür (ekmek) mayalarının yanı sıra, hamur yapımı sırasında değişik kontaminasyon kaynaklarından bulaşan yabancı mayalar, laktik, asetik ve sitrik asit bakterileri gibi değişik tür ve cinslerin faaliyet gösterdiği karışık ve zengin bir kültürdür (Akman ve Yazıcıoğlu 1962, Elgün ve Ertugay 2002, Stolz 2003, De Vuyst ve Neysens 2005).

Ekşi hamur; un ve temiz su karışımından oluşmaktadır. Ekşiliği laktik asit bakterileri gibi çeşitli fermantatif mikroorganizmalar sağlamaktadır. Mayaların ve laktik asit bakterilerinin metabolik faaliyetleri sonucu ekşi hamurda hoş bir aroma sağlanmaktadır (Holpzapfel vd. 1998).

Ekşi maya ekmeğin raf ömrüne, tadına, yapısına ve besleyici özelliklerine olan olumlu etkilerinden dolayı günümüzde popülerlik kazanmıştır (De Vuyst ve Neysens 2005, Hansen 2012, Kalkışım vd. 2012). Ekşi maya ile üretilen ekmekler, ekşi hamurun doğal bir katkı maddesi olmasının yanı sıra ekmeğin kalitesine yaptığı etkilerden dolayı yüksek tüketici kabulü görmektedir. Ekşi hamur ekmeğin tat ve aromasına olumlu etki yapmakla birlikte, ekmeğin bayatlamasını da geciktirmektedir (Messens ve De Vuyst

2002, Gobbetti vd. 2005). Ekşi maya kullanılarak daha nitelikli, daha kaliteli, daha iyi lezzette ve uzun ömürlü ekmekler üretilmektedir (Stolz 2003, Gobbetti vd. 2005). Ekşi maya ile üretilen ekmeklerde, fermantasyon işlemi sırasında oluşan asitlerin ve diğer lezzet bileşenlerinin üretiminin yanı sıra hamurda kabarmayı sağlayan CO<sub>2</sub> üretimi de söz konusudur (Corsetti ve Settanni 2007, Ganzle vd. 2007).

### 2.5.1 Ekşi hamurun mikroflorası

Ekşi hamur içerisindeki mikroflorayı; kullanılan hammaddenin kaynağı, hijyen koşulları, unu saklama koşulları, teknolojik parametreler belirlemektedir. Yani ekşi hamur içerisinde değişken bir mikroflora mevcuttur (Stolz 2003).

Ekşi hamur kendiliğinden fermente olan bir hamurdur. İçeriğinde mayalar ve laktik asit bakterileri (LAB) bulunmaktadır. (Dığrak ve Özçelik 1991, Gobbetti 1998, De Vuyst ve Neysen 2005, De Vuyst ve Vancanneyt 2007). Ekşi maya mikroflorası mayalar (*S. cerevisiae*, *S. delbrueckii*, *S. rouxil*, *S. rosei*) ve bakteriler (*Lactobacillus spp.*, *Pediococcus sp.*)’den meydana gelmektedir. Ekşi hamurda hakim florayı laktik asit bakterileri ve mayalar oluşturmaktadır (Gobbetti vd. 1996, Corsetti vd. 2003).

Gobbetti (1998), ekşi hamurda bulunan başlıca maya türlerinin *Saccharomyces cerevisiae* başta olmak üzere; *S. exiguus* ve *C. krusei*, *Pichia norvegensis* ve *Hanseluna anomala* olduğunu belirtmişlerdir. Ekşi mayada 20’den fazla maya türü tespit edilmiştir (Rossi 1996).

Martinez vd. (1990), yapmış oldukları çalışmalarda, beş adet mayanın (*S. cerevisiae*, *S. fructuum*, *C. boidinii*, *C. guilliermondii* ve *H. subpelliculosa*) ve altı adet laktik asit bakterisinin (*L. plantarum*, *L. plantarum ssp. arabinosus*, *L. brevis*, *Streptococcus faecium* ve *Leuconostoc mesenteroides*) ekşi hamur içerisindeki özelliklerini inceleyerek, birbirleri arasındaki ilişki ve ekmek kalitesi üzerindeki etkilerini belirlemeye çalışmışlardır. *S. cerevisiae* ve laktik asit bakterilerinin ekmek üretimi için daha uygun nitelikte mikroorganizmalar olduğunu belirtmişlerdir.



Pulvirenti vd. (2004), ekşi hamurda en yaygın görülen maya türlerinin; *S. cerevisiae*, *Kazakh exiguus*, *C. milleri*, *Tsp. delbrueckii* olduğunu belirtmişlerdir. 35 adet ekşi hamur örneğinden izole edilen 185 maya suşu ile çalışmışlardır. Bunun sonucunda baskın olan maya türünün *S. cerevisiae* olduğu tespit edilmiştir.

Martinez-Anaya vd. (1990), beş adet ekmek mayası ve altı adet laktik asit bakterisinin etkileşimi ve ekmek kalitesi üzerine faydaları konusunu araştırmışlardır. *S. cerevisiae* içeren tüm maya kombinasyonları yüksek kaliteli ekmek üretimine uygun sonuçlar vermiştir. Mayalarla birlikte laktik asit bakterilerinin kullanıldığı kültürler arasında yalnızca *S. cerevisiae* içeren karışımlar hamurda pişirme yeteneği üzerine olumlu etki sağlamışlardır.

Çizelge 2.2 Buğday-çavdar hamurundan izole edilen bazı maya türleri (Stolz 2003)

Maya Türleri
• <i>Candida guilliermondii</i>
• <i>Candida stellata</i>
• <i>Candida tropicalis</i>
• <i>Hansenula anomala</i>
• <i>Hansenula subpelliculosa</i>
• <i>Hansenula tropicalis</i>
• <i>Pichia polymorpha</i>
• <i>Saccharomyces cerevisiae</i>
• <i>Saccharomyces dairensis</i>
• <i>Saccharomyces ellipsoideus</i>
• <i>Saccharomyces fructuum</i>
• <i>Saccharomyces inusitatus</i>
• <i>Candida boidinii</i>

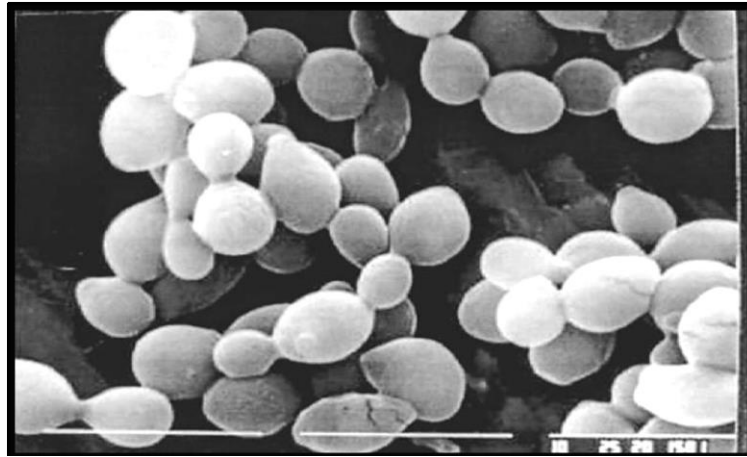
Yapılan bir çalışmada, yaklaşık 12 saat süren hamur fermantasyonunun sonlarına doğru hamurdaki bakteri sayısının  $1,5 \times 10^6$ - $2,23 \times 10^8$  kob/g olduğu görülmüştür (Dığrak ve Özçelik 1991). Hammes vd. (2005) yapmış oldukları çalışmalar sonucunda, olgun

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 olduğunu tespit etmişlerdir.

Salovaara ve Savolainen (1984), Finlandiya fırıncılık ürünlerinde  $5 \times 10^5$ - $5 \times 10^8$  (kob/g) *Saccharomyces cerevisiae* ve *Torulopsis holmii* tespit etmiştir.

Saeed vd. (2009), 13 adet ekmek mayası örneği ile çalışmışlar, mayalar  $25 \text{ }^\circ\text{C}$ 'de 3 gün süren inkübasyonun ardından izole edilmiştir ve  $6,35 \times 10^3$ -  $7,95 \times 10^7$  (kob/g) aralığında maya miktarı tespit edilmiştir.

Ekşi hamur içerisindeki LAB miktarı  $10^8$  kob/g'dan fazladır ve hamurda baskın olan mikroorganizmalardır. Vogel vd. (1996) ve Vrancken vd. (2010) yaptığı çalışmaların sonucunda da; izole edilen ekşi hamur örneklerinde baskın olan ekmek mayasının *S. cerevisiae* türüne ait olduğu tespit edilmiştir. Hamur içerisindeki LAB ve maya oranı genellikle 100:1'dir (Ottoligalli vd. 1996, Gobbetti 1998). Ekşi hamurun içeriğindeki karakteristik LAB doğal fermantasyona olanak sağlar. Ekşi mayadan hamur üretimi nadir olarak tesadüfi flora üzerinden yürümeyle birlikte, zaman içerisinde belirginlik kazanmıştır (De Vuyst vd. 2002).



Şekil 2.1 Elektron tarama mikroskobunda maya hücreleri (Poitrenaud 2004)

Maya örneklerinin morfolojisini daha yakından gözlemlemek için elektron mikroskobundan da yararlanılmaktadır. Poitrenaud (2004) elektron mikroskobu ile

incelenen mayaların birbirinden ayrı, çok sayıda ve oval şekilde olduklarını belirtmiştir. Ayrıca bazı mayaların üzerinde tomurcukların mevcut olduğunu, bazılarının ise tomurcuklarından ayrıldığını ve izlerinin mevcut olduğunu, sıkıştırılmış bir mayanın bir santimetre küpünde % 30 kuru madde içeriği bulunduğu ve 10 milyar hücre içerdiği bildirilmiştir.

### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Mikroorganizmalar

Bu çalışmada materyal olarak Türkiye'nin değişik yörelerinden elde edilmiş 7 farklı ekşi hamur örneği kullanılmıştır. Ayrıca "Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kültür Koleksiyonu" bünyesinde bulunan ve değişik zamanlarda yapılmış araştırmalarda izole edilerek tanımlanmış beş adet yerli ve kaynağı bilinmeyen ekmeğin mayaları da çalışmaya dahil edilmiştir. Çalışma kapsamında, örneklerin temin edildikleri yerler ve örneklere ilişkin diğer bilgiler çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan örneklere ilişkin bilgiler

No.	Örnek	Yöre ve Kaynağı	Temin Tarihi
E1	Ekşi Hamur	Trabzon, Ev	16.10.2015
E2	Ekşi Hamur	Ankara, Çağdaş Market- Bonelli	18.10.2015
E3	Ekşi Hamur	Ankara, Oskar Pastanesi	14.10.2015
E4	Ekşi Hamur	Ankara, Sade Gıda	18.10.2015
E5	Ekşi Hamur	Hatay, Halka Tatlısı	06.08.2015
E6	Ekşi Hamur	Hatay, Ev	07.08.2015
E7	Ekşi Hamur	Safranbolu, Köy Ekmek Fırını	31.10.2015
E8	<i>S. cerevisiae</i>	Ank. Üniv. Gıda Müh. Kültür Koleksiyonu No: 9	Bilinmiyor
E9	<i>S. cerevisiae</i>	Ank. Üniv. Gıda Müh. Kültür Koleksiyonu No: 16	Bilinmiyor
E10	<i>S. cerevisiae</i>	Ank. Üniv. Gıda Müh. Kültür Koleksiyonu No: 20	Bilinmiyor
E11	<i>S. cerevisiae</i>	Ank. Üniv. Gıda Müh. Kültür Koleksiyonu No: 27	Bilinmiyor
E12	<i>S. cerevisiae</i>	Ank. Üniv. Gıda Müh. Kültür Koleksiyonu No: 37	Bilinmiyor

Temin edilen ekşi hamur örnekleri, 4 °C'de muhafaza edilmiş; bu örneklerden maya izolasyonu sağlanmıştır.

### 3.1.2 Kullanılan besiyerleri

#### YPG (Yeast Extract Peptone Glucose) Broth

Bileşim	g/L
Maya özütü	10
Pepton	20
Glikoz	20

Besiyeri bileşenleri damıtık su içerisinde çözündürüldükten sonra, pH değeri 1 N HCl ile 4,5'e ayarlanmış ve tüplere dağıtılmıştır. Otoklavda 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

#### YGC (Yeast Extract Glucose Chloramphenicol) Agar

Bileşim	g/L
Maya Özütü	5
D(+)- Glikoz	20
Kloramfenikol	0,1
Agar	14,9

Yukarıda bileşimi verilen besiyerinden 40 g olacak şekilde tartıldıktan sonra besiyeri damıtık su ile 1 L'ye tamamlanmış, fermantasyon şişelerine aktararak otoklavda, 121 °C'de 15 dakika sterilize edilmiştir.

#### Fizyolojik Tuzlu Su (FTS)

Bileşim	g/L
NaCl	8.5

% 0,85 NaCl sağlanacak şekilde tartılan NaCl damıtık su içerisinde çözündürüldükten

sonra 9 mL olarak tüplere dağıtılmış, otoklavda 121 °C’de 15 dakika sterilize edilmiştir.

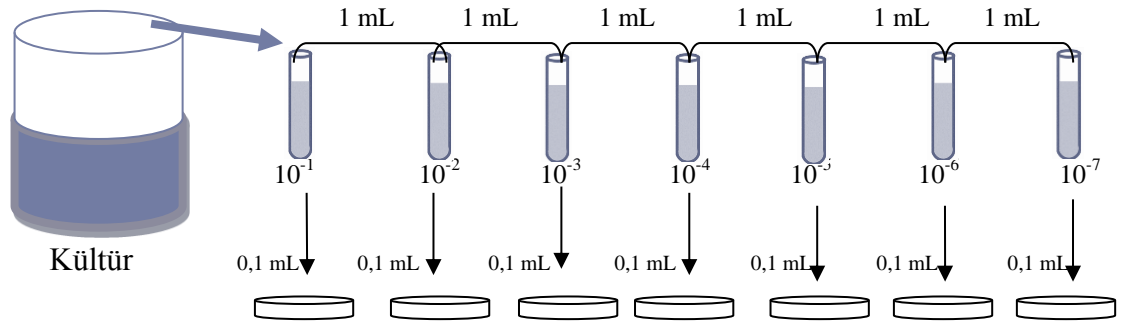
### **3.2 Yöntem**

Yapılan çalışmada öncelikli olarak ekşi hamur örneklerinden maya izolasyonu gerçekleştirilmiştir. Seçilen ekmek mayası izolatları ve koleksiyondan temin edilen mayalar, YGC Agar besiyerinde saflık kontrolünden geçirilmiştir ve aynı besiyerinde yatak kültür şeklinde aktive edilerek 4 °C’de saklanmıştır.

Çalışmada materyal olarak seçilen ekmek mayalarının, ekmek üretimi açısından bazı önemli teknolojik özellikleri incelenmiştir. Bu kapsamda maya kültürlerinin hamur kabarma gücü, maya gelişimi, pH ve toplam titrasyon asitlik değerleri (TTA) incelenmiştir.

#### **3.2.1 Ekşi hamur örneklerinden maya izolasyonu**

Laboratuvara getirilen ekşi hamur örneklerinden maya izolasyonunu sağlamak amacıyla, her bir örnekten 1'er gram tartılarak % 0,85'lik fizyolojik tuzlu su (FTS) içeren tüplere 1 mL olacak şekilde aktarma işlemi yapılmıştır. İlk tüpteki FTS içerisine 1 g hamur örneği doğrudan ilave edilmiştir. Böylece örnekler  $10^{-1}$ 'e seyreltilmiştir. Bu örneklerden pipet yardımıyla 1 mL alınarak, FTS içerisine aktarılmış, örneklerin  $10^{-7}$ 'ye kadar seri dilüsyonları hazırlanmıştır. Hazırlanan dilüsyonların her birinden Pastör pipeti ile 0,1'er mL alınarak petri kutusu içerisindeki YGC Agar'a yayma plak yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri kutuları 3 gün boyunca 28 °C'lik inkübasyon odasında bekletilmiştir.



Şekil 3.1 Dilüsyon hazırlama

Bu aşamada maya gelişimi gözlenemeyen örnekler çalışma kapsamından çıkarılmışlardır. YGC Agar üzerinde gelişen örneklerin saf kültürlerini elde etmek amacıyla tek koloni düşürme yöntemi uygulanmıştır. Özenin uç kısmı pasaj yapılmak istenilen koloniye hafifçe dokundurularak koloniden küçük bir parça öze yardımıyla alınıp 10 mL'lik YPG sıvı (Merck, Germany) besiyerine aktarılmıştır. Her bir örnekten 'a' ve 'b' olmak üzere iki farklı koloni aşılanmıştır ve paralel çalışma uygulanmıştır. Aşılanan besiyerleri, 28 °C'de 2-3 gün süre ile inkübasyona bırakılmıştır. İnkübe edilen mikroorganizmalar uygun katı besiyerine sürme plak yöntemiyle aktarılıp, saf kültür oluşturmaları sağlanmıştır. Petri kutularına tek düşerek oluşan saf kültürler öze yardımı ile alınarak 10 mL'lik YPG sıvı besiyerlerinde, uygun koşullarda gelişmeye bırakılmıştır. Gelişen izolatlar, izolasyonun gerçekleştirilmesinden sonraki bir hafta içerisinde her iki günde bir, daha sonraki dönemde ise 15 günde bir olmak üzere aktifleştirilmiştir. Aktifleştirme işlemi, 10 mL olarak hazırlanmış uygun steril taze sıvı besiyerlerine, bir önceki pasajdan 0,1 mL örnek aktararak gerçekleştirilmiştir. Saf izolatları elde edilen mikroorganizmalar çalışma boyunca 4 °C'de muhafaza edilmiştir.

### 3.2.1.1 Mikrobiyolojik sayım

Türkiye'nin değişik yörelerinden temin edilen ekşi maya örneklerindeki maya yükünü belirlemek için, maya sayımları yapılmıştır. Bu amaçla 1 g ekşi hamur örneği tartılarak, 10 mL FTS içerisinde dağıtılmış, kuvvetlice karıştırılan bu sıvıdan değişik seyreltiler hazırlanarak, YGC Agar içeren Petri kutusunda koloni sayımı gerçekleştirilmiştir.

Sonuçların hesaplanmasında Halkman (2013)'in belirttiği gibi, aşağıda belirtilen genel eşitlikten yararlanılmıştır;

$$N = C / [V \times (n_1 + 0,1 \times n_2) \times d]$$

N: Gıda örneğinin 1 g ya da 1 mL'sindeki mikroorganizma sayısı

C: Sayımı yapılan tüm Petri kutularındaki koloni sayımı toplamı

V: Sayımı yapılan Petri kutularına aktarılan hacim

n<sub>1</sub>: İlk seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan Petri kutusu adedi

n<sub>2</sub>: İkinci seyreltiden yapılan sayımlarda sayım yapılan Petri kutusu adedi

d: Sayımın yapıldığı ardışık 2 seyreltiden daha konsantre olanın seyreltme oranı

### **3.2.1.2 Koloni morfolojisi**

YGC katı besiyerlerine sürme plak yöntemiyle ekimi yapılan ve 28 °C'de 2-3 gün inkübe edilen mikroorganizmaların oluşturdukları kolonilerin yapıları, çıplak göz ile ve binoküler mikroskop altında tanımlanmıştır. Koloniler; opaklık (mat, şeffaf), boyut (küçük, büyük), form (dairesel, düzensiz), renk (beyaz, sarı), görüntü (oval, çubuk) özellikleri açısından değerlendirilmiş ve tipik koloni morfolojileri belirlenmiştir (Halkman 2005).

Koloniler; opaklık (mat, şeffaf), boyut (küçük, büyük), form (dairesel, düzensiz), renk (beyaz, sarı), görüntü (oval, çubuk) özellikleri açısından değerlendirilmiş ve tipik koloni morfolojileri belirlenmiştir (Halkman 2005).

### **3.2.2 Ekmek mayalarının aktifleştirilmesi**

Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kültür Koleksiyonu bünyesinde -65 °C'de stoklarda tutulan 5 adet ekmek mayası örneği YPG Broth besiyerine öze ile ekilmiş ve 28 °C'de 24-48 saat süre ile inkübe edilmiştir. Her bir örnek için paralel çalışma uygulanmıştır.





Şekil 3.2 Aktifleştirme

### 3.2.3 Mayaların teknolojik özelliklerinin belirlenmesi

#### 3.2.3.1 Mayaların mikroskop altında sayımlarının yapılması

Mayaların gelişmeleri hakkında fikir sahibi olabilmek için, Giannone vd. (2010) tarafınan belirtilen sayım yöntemi izlenmiş ve 24 saatlik genç maya kültürleri kullanılmıştır. YPG sıvı besiyerinde 24 saat süre ile aktifleştirilmiş, 2 tekerrürlü olarak hazırlanmış taze kültürlerden, 100 µL oranında alınarak, 10 mL steril YPG (pH 4,5) sıvı besiyerlerine aşılanmıştır. Hazırlanan örnekler 28 °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatöre alınmıştır. İnkübasyonun 4., 8. ve 24. saatlerinde Thoma lamı ile sayım işlemi gerçekleştirilmiştir. Belirlenen süreler sonunda her bir örnekten 10 µL olacak şekilde, bunzen bek alevi etrafında Eppendorf tüpü içerisine alınmış, üzerine 990 µL steril su ilave edilmiştir. Böylece 100 kat seyreltilen örneklerden bir damla kadar alınarak, Thoma lamı üzerine aktarılmıştır. Işık mikroskopunun (CME Leica, USA) 40X objektifinde maya sayımı yapılmış, mayaların gelişmesi izlenmiştir.

Thoma lamı üzerinde gözlemlenen maya hücrelerinin miktarı, Halkman ve Gürgün (1990)'da belirtilen formüle göre hesaplanmıştır.

$$\text{Maya sayısı} = A \times SF \times 10,000$$

A: 16 büyük karede sayılan maya adedi

SF: Seyreltme faktörü

10,000: 0,1 mm<sup>3</sup> 'deki sayım sonucunu 1 mL' deki sayıya dönüştüren ve standart sonuç elde etmek için kullanılan bir değişmez

### **3.2.3.2 Mayaların optik yoğunluğunun ölçülerek gelişiminin belirlenmesi**

Maya örneklerinin gelişimini belirlemek amacıyla optik yoğunluk değerleri tespit edilmiştir. YPG sıvı besiyerinde 24 saat süre ile aktifleştirilmiş, 2 tekerrürlü olarak hazırlanmış taze kültürlerden 100 µL oranında alınarak, 10 mL steril YPG (pH 4,5) sıvı besiyerlerine aşılanmıştır. Hazırlanan örnekler 28 °C sıcaklığa ayarlanmış inkübatöre alınmıştır. İnkübasyonun 4., 8. ve 24. saatlerinde deney tüpü içerisindeki örneklerden 10 µl alınarak, üzerlerine steril pipet yardımıyla 990 µL steril su ilave edilmiştir. Optik yoğunluğun fotometrik ölçümünü yapmak için, hazırlanan seyreltik homojen süspansiyon steril küvetler içerisine alınmıştır. Ölçüm için yaklaşık 2 cm kalınlığındaki şeffaf küvetler içine kullanılmıştır. Örnekler küvet içerisine konulduktan sonra kabarcık

içermediği kontrol edilmiştir. Eppendorf tüpleri içerisindeki 100 kat (10µL örnek + 990µL steril su) seyreltilen maya örneklerinin 600 nm'ye ayarlanmış spektrofotometrede (Shimadzu, UV 1208 UV-VIS spektrofotometer) absorbans değerleri ölçülmüştür (Halkman ve Gürgün 1990). Sonuçlar, seyreltme faktörü ile çarpıldıktan sonra optik yoğunluk üzerinden ifade edilmiştir.

### **3.2.3.3 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların kabarma gücünün tespit edilmesi**

Maya izolatları ile hazırlanan hamurların kabarma gücü değerleri belirlenirken, ekşi hamur örneklerinden izole edilen mayalar ve kültür koleksiyonundan temin edilen maya örnekleri materyal olarak kullanılmıştır. Bu amaçla, YPG sıvı besiyerinde bulunan saf kültürlerden 100 µL alınarak, 10 mL steril YPG sıvı besiyerlerine aşılanmış ve örnekler 28 °C'de 48 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Bu sürenin sonunda gelişimi sağlanan ve deney tüpü içerisinde bulunan taze kültürler, içerisinde 250 mL YPG (pH 6,00) sıvı besiyeri bulunan 500 mL'lik erlenmayere doğrudan aktarılmıştır. Erlenmayere ilave edilen karışımın ağzı alüminyum folyo ve pamuk ile kapatılmıştır. Maya örnekleri 30 °C'ye ayarlanmış çalkalamalı inkübatörde 24 saat boyunca geliştirilmiştir. İnkübatörden alınan maya örnekleri steril santrifüj tüplerine aktararak, santrifüjleme (5000 rpm, 10 dk) işlemi gerçekleştirilmiştir. Böylelikle sıvı faz uzaklaştırılmış ve maya tortusu (% 28-30 km) elde edilmiştir. Oluşan maya tortusu 2

kez steril su ile yıkanmıştır. Beher içerisine alınan; 2,8 g maya, 100 g buğday unu, 2 g sofr tuzu ve 52 mL steril su, cam baget yardımıyla karıştırılarak yumuşak kıvamda hamur hazırlanmıştır. Yapılan tüm bu işlemler sırasında kullanılan malzemelerin steril olmasına dikkat edilmiştir. Elde edilen hamur karışımı 500 mL'lik silindirlere alınmıştır. Silindir içerisinde maya ilave edilerek hazırlanan hamur örnekleri 35 °C'ye ayarlanmış inkübatörde 4 saat boyunca inkübasyona bırakılmıştır. Hamur örneklerinin başlangıçtaki hacim değerleri ( $V_i$ ) ve her bir saatin sonundaki ( $V_s$ ) hacim değerleri kaydedilerek, hamur örneklerinin hacimlerinde meydana gelen değişim mL ve % hacim cinsinden hesaplanmıştır (Almedia ve Pais 1996).

$$V \text{ (mL)} = V_s - V_i$$

$$\% \text{ Hacim} = (V_s - V_i) / V_i \times 100$$

$V_i$ : İlk hacim (mL)

$V_s$ : Son hacim (mL)

#### **3.2.3.4 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların pH değerlerinin belirlenmesi**

Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların pH değerlerinin belirlenmesi amacıyla, Yöntem 3.2.3.3'de belirtildiği gibi, maya ilave edilmiş ve 4 saat inkübasyona bırakılmış hamur örneklerinin merkezinden 15 g hamur parçası beher içerisine alınmıştır. Üzerine 100 mL saf su ilave edilmiş, pH-metrenin ucu süspansiyonun üzerinde olacak şekilde beher manyetik karıştırıcı üzerine yerleştirilmiştir. Maya örneklerinin pH değeri, potansiyometrik olarak, pH-metre (Mettler Toledo, S-20K, İsviçre) ile 20 °C'de ölçülmüştür.

#### **3.2.3.5 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların toplam titrasyon asitliğinin belirlenmesi**

Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların toplam titrasyon asitliğini belirlemek amacıyla, Yöntem 3.2.3.3'de belirtildiği gibi, maya ilave edilmiş ve 4 saat inkübasyona bırakılmış hamur örneklerinin merkezinden 15 g hamur parçası beher içerisine alınmıştır. Üzerine 100 mL damıtık su ilave edilmiştir. pH-metrenin ucu süspansiyonun

üzerinde olacak şekilde beher manyetik karıştırıcı üzerine yerleştirilmiştir. Hazırlanan bu karışımdan 10 mL alınarak, üzerine % 1'lik fenolfitalein indikatörü damlatılmış ve 0,1 N NaOH çözeltisi ile ayarlı pH-metre (Mettler Toledo, S-20K, İsviçre) yardımıyla açık kırmızı (pembe) renk gözlemleninceye kadar titre edilmiştir. Titrasyon asitliği laktik asit cinsinden "g/L" olarak hesaplanmıştır.

## 4. BULGULAR ve TARTIŞMA

### 4.1 Ekşi Hamur Örneklerinden İzole Edilen Mayaların Koloni Yapıları

Piyasadan temin edilen ekşi maya örneklerindeki maya yükünü belirlemek için YGC katı besiyeri üzerinde gelişim gösteren mayaların sayımları yapılmıştır. Bu aşamada maya gelişimi gözlemlenemeyen örnekler çalışma dışında bırakılmıştır. E1, E3 ve E7 numaralı ekşi hamurların izolatlarında maya yükleri belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 Besiyeri üzerinde gelişim gösteren mayaların sayım sonuçları

	E1	E3	E7
Maya sayısı (kob/g)	$1,2 \times 10^8$	$1,1 \times 10^7$	$2,8 \times 10^7$

FDA'ya göre petri kutusunda sayım yapılırken maya ve küfler için içerisinde 15-150 koloni gelişmiş petriler seçilmelidir (Halkman 2013). E1, E3 ve E7 numaralı ekşi hamurların izolatlarında maya miktarları hesaplanırken belirtilen bu aralık kıstas alınmıştır. Elde edilen bulgulara göre; E1 nolu maya örneğinin  $1,2 \times 10^8$  (kob/g) değeri ile diğer örneklere göre maya yükünün daha fazla olduğu anlaşılmıştır.

Saeed vd. (2009) tarafından yapılan çalışmada, 13 adet ekmek mayası örneği materyal olarak kullanılmıştır. Mayalar 25 °C'de 3 gün süren inkübasyonun ardından izole edilmiştir ve  $6.35 \times 10^3$ - $7.95 \times 10^7$  (kob/g) aralığında maya miktarı tespit edilmiştir. Salovaara ve Savolainen (1984) incelemiş oldukları Finlandiya fırıncılık ürünlerinde,  $5 \times 10^5$ - $5 \times 10^8$  (kob/g) *Saccharomyces cerevisiae* ve *Torulopsis holmii* tespit etmiştir. Ekşi hamurdan izole edilen maya örneklerinin sayım sonuçları değerlendirildiğinde yapılan bu çalışmalara benzeri sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

Gobbetti vd. (1994), ekşi hamur içeriğindeki maya sayısı ve çeşidinin; hamurun suyu kaldırma gücüne, kullanılan tahılın türüne, mayalanma sıcaklığına ve ekşi hamurun sıcaklığına bağlı olduğunu bildirmişlerdir. Evren vd. (2006) yapmış oldukları çalışmada, 3 farklı firmaya ait pres-yaş ekmek mayalarının birinci gün sayımlarında

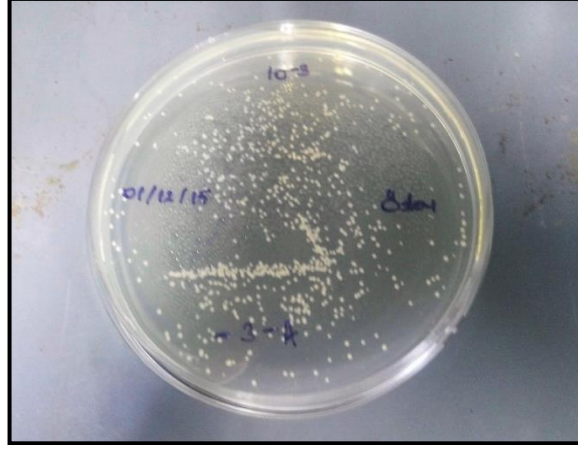
maya miktarlarında belirgin olmasa da farklılıklar tespit etmişler, depolama süresine bağlı olarak maya miktarlarında farklı sonuçlar gözlemlemişlerdir. Bulgular değerlendirilirken sonuçlara yansıyan değerlerde bu gibi faktörlerin etkisi göz önünde bulundurulmuştur.

Ekşi hamur örneklerinden izole edilen mayaların bir örnekliliğinin saptanabilmesi ve tanımlanması amacıyla izolatların koloni morfolojisi belirlenmiştir. Örnekler, opaklık (mat, şeffaf), boyut (küçük, büyük), form (dairesel, düzensiz), renk (beyaz, kremi), görüntü (oval, çubuk) özellikleri açısından değerlendirilmiştir (Halkman 2005). Örneklerin tipik koloni morfolojileri çizelge 4.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 Mayaların koloni morfolojisi

<b>Kültür No.</b>	<b>Opaklık</b>	<b>Boyut</b>	<b>Form</b>	<b>Renk</b>	<b>Görüntü</b>
<b>E1a</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval
<b>E1b</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval
<b>E3a</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval
<b>E3b</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval
<b>E7a</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval
<b>E7b</b>	Mat	Küçük	Dairesel	Kremi	Oval

Binoküler mikroskopta incelemesi yapılan kolonilerin; form olarak dairesel ve kremi bir renge sahip oldukları, bazı mayaların aralıklı bazılarının ise zincir şeklinde konumlandığı görülmüştür. Pamir (1985), mayaların tek hücreli olduklarını ve genel olarak oval veya yuvarlak yahut silindir veya limon, ya da şişe şeklinde olduklarını; *S. cerevisiae* türündeki mayaların ise genellikle yuvarlak veya dairesel şekilde olduklarını belirtmiştir. Akinola ve Osundahunsi (2017) yaptıkları çalışmalarda incelenen ekmekek mayası örneklerinin; koloni yüzeyinin pürüzsüz, renginin kremi, şeklinin dairesel, morfolojisinin oval, dizilişinin ise elipsoidal olduğunu tespit etmişlerdir.



Şekil 4.1 İzolatların koloni yapıları

Her bir maya örneğinin gelişme gösterdiği Petri kutusundan ‘a’ ve ‘b’ olmak üzere iki farklı koloni YPG besiyerine aşılansın ve kendi aralarında da paralel çalışma uygulanmıştır. E1a ve E1b; E1 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini, E3a ve E3b; E3 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini, E7a ve E7b; E7 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini ifade etmektedir. E3 nolu örnekten izole edilen maya hücrelerinin (E3a, E3b), E1 (E1a, E1b) ve E7 (E7a, E7b) nolu örneklerin maya hücrelerine göre çaplarının daha büyük olduğu, E7 (E7a, E7b) nolu örnekten izolasyonu sağlanan maya hücrelerinin ise diğer iki örneğin (E1, E3) maya hücrelerine göre çapının daha küçük olduğu belirlenmiştir. İzole edilen maya örneklerinin tamamı oval görünüme sahiptir.

## 4.2 Mayaların Teknolojik Özellikleri

### 4.2.1 Maya örneklerinde gelişimin belirlenmesi

Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kültür Koleksiyonu’ndan temin edilen ve Türkiye’nin çeşitli yörelerinden sağlanan ekşi hamurdan izole edilen maya örneklerinde gelişimi belirlemek amacıyla örneklerin mikroskop altında belirli aralıklarla sayımı yapılmış ve optik yoğunluk ölçümü gerçekleştirilmiştir.

Mayaların mikroskop altında sayımı yapılırken Giannone vd. (2010) tarafından belirtilen yöntem izlenmiştir. YPG sıvı besiyerinde gelişimi sağlanan genç maya

kültürleri kullanılarak yapılan çalışmada, maya örnekleri 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 4., 8. ve 24. saatlerinde Thoma lamı üzerine alınan seyreltik maya örneklerinin ışık mikroskobunun (CME Leica, USA) 40X objektifinde sayımları yapılarak gelişmeleri izlenmiştir (Çizelge 4.3).

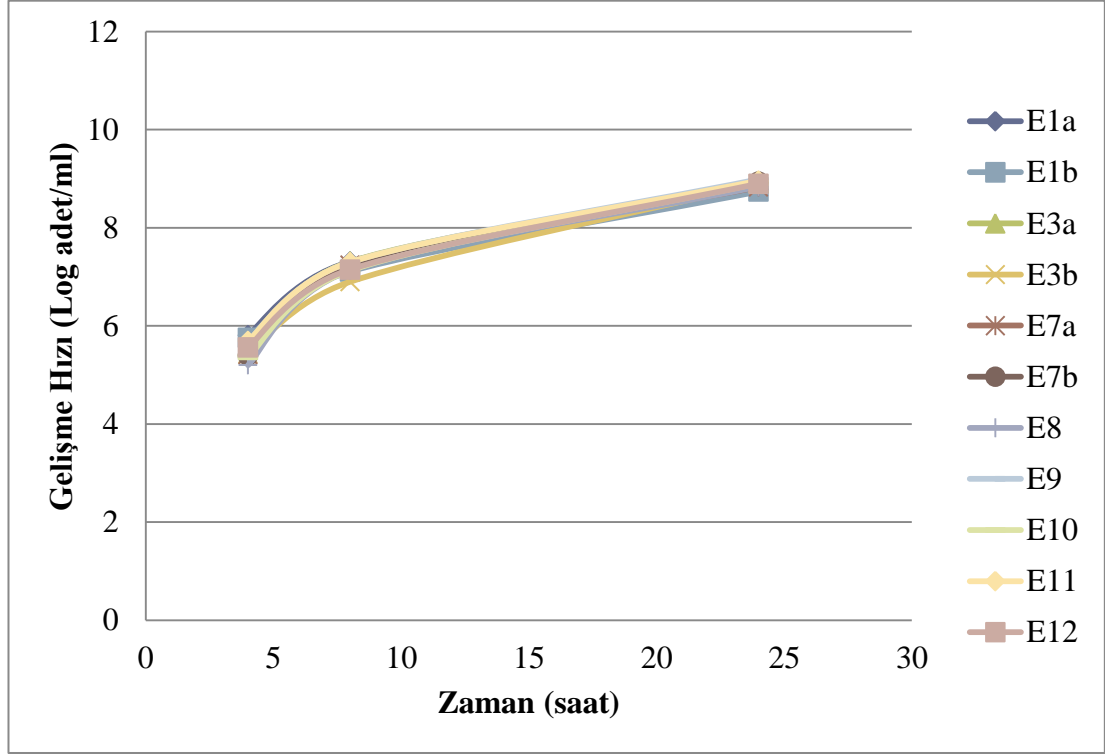
Çizelge 4.3 Mayaların gelişmesi (adet/mL)

Maya örnekleri	4.saat	8.saat	24.saat
E1a	$6,45 \times 10^5$	$2,05 \times 10^7$	$6,05 \times 10^8$
E1b	$5,80 \times 10^5$	$1,30 \times 10^7$	$5,50 \times 10^8$
E3a	$3,90 \times 10^5$	$2,05 \times 10^7$	$8,25 \times 10^8$
E3b	$2,70 \times 10^5$	$8,00 \times 10^6$	$7,90 \times 10^8$
E7a	$2,60 \times 10^5$	$1,75 \times 10^7$	$6,75 \times 10^8$
E7b	$2,45 \times 10^5$	$1,50 \times 10^7$	$8,75 \times 10^8$
E8	$1,60 \times 10^5$	$1,35 \times 10^7$	$6,90 \times 10^8$
E9	$4,95 \times 10^5$	$2,00 \times 10^7$	$9,75 \times 10^8$
E10	$2,30 \times 10^5$	$1,35 \times 10^7$	$8,05 \times 10^8$
E11	$4,95 \times 10^5$	$2,00 \times 10^7$	$9,20 \times 10^8$
E12	$3,65 \times 10^5$	$1,40 \times 10^7$	$7,95 \times 10^8$

Çizelge ve grafiklerde belirtilen E1a ve E1b; E1 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini, E3a ve E3b; E3 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini, E7a ve E7b; E7 nolu ekşi hamurdan izole edilen iki farklı maya örneğini ifade etmektedir. Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi; inkübasyonun dördüncü saatinde en fazla maya miktarı ( $6,45 \times 10^5$  adet/mL) E1a nolu maya örneğinde tespit edilmiştir. Yine bu süreç içerisinde Thoma lamı üzerindeki en düşük maya sayısı E8 nolu maya örneği için kaydedilmiştir. İnkübasyonun 8. Saatinde E1a ve E3a nolu izolatlar en fazla maya sayısına ( $2,05 \times 10^7$  adet/mL) sahip örnek olmuşlardır. 8. saatin sonunda  $8,0 \times 10^6$  adet/mL değeriyle en az maya gelişimi E3b nolu örneğe aittir. E9 ve E11 nolu maya örneklerinde  $2,00 \times 10^7$  adet/mL değerleri kaydedilmiştir. Sekiz saatlik inkübasyon süresi sonunda, E3a nolu izolatın miktarı  $2,05 \times 10^7$  adet/mL’ye ulaşmıştır. 24 saatlik inkübasyon işlemi sonunda en hızlı değişim ve gelişimi  $9,75 \times 10^8$  adet/mL değeriyle E9 nolu örnek



sağlarken,  $5,50 \times 10^8$  adet/mL değeriyle E1a nolu izolatın gelişimde, ilk sekiz saate göre belirgin bir düşüş yaşanmıştır. Tüm veriler değerlendirildiğinde ve Şekil 4.2 incelendiğinde, maya örneklerinin zamana bağlı olarak gelişimlerinde benzeri artışlar gösterdiği belirtilebilir.



Şekil 4.2 Mayaların gelişmesi

Maya gelişiminin gözlemlenebilmesi için mikroskopik sayım yanında fotometrik yöntemlerden de yararlanılmıştır. YPG sıvı besiyerinde gelişimi sağlanan genç maya kültürleri kullanılarak yapılan çalışmada, maya örnekleri 24 saat süre ile inkübe edilmiştir. İnkübasyonun 4., 8. ve 24. saatlerinde okunan optik yoğunluk (OD) değerleri çizelge 4.4'te belirtilmiştir. 4 saatlik inkübasyon sonunda spektrofotometrede (600 nm) ölçümü gerçekleştirilen maya örnekleri arasında, E1a izolatının en yüksek optik yoğunluk değerine (0,191) sahip olduğu, örnekler arasında belirgin olmasa da farklılıkların var olduğu görülmektedir. En düşük OD (0,129) ise E12 nolu maya örneğinde okunmuştur. İnkübasyonun 8. saati sonunda E1a ve E1b izolatlarında diğer örneklere göre daha yüksek OD değerleri okunmuştur. En yüksek OD değeri 0,825

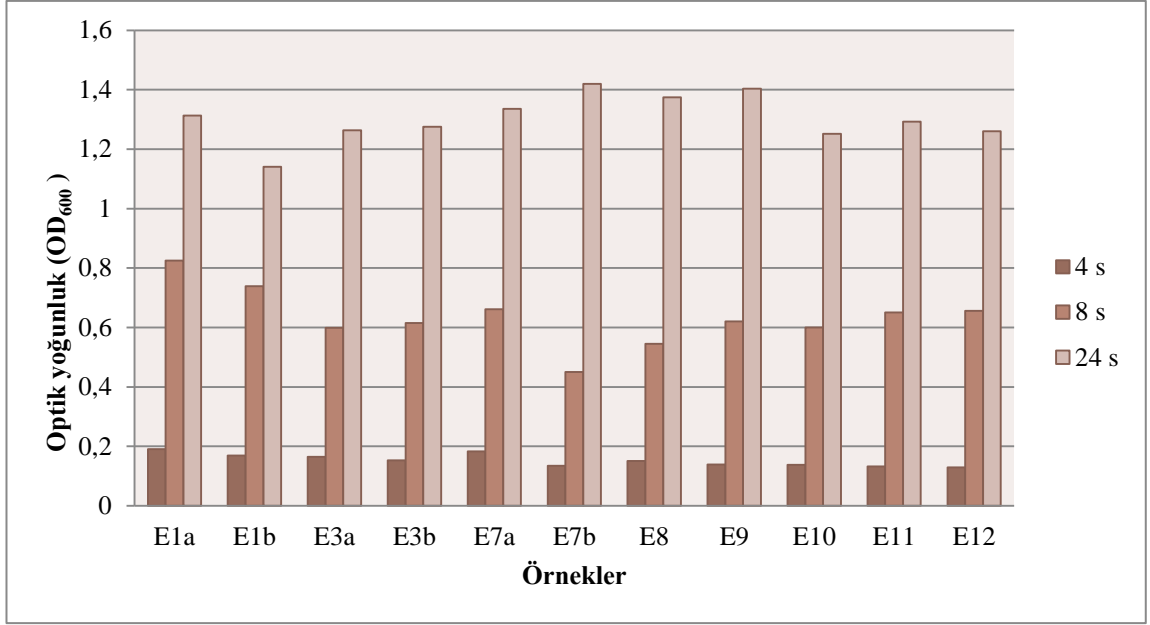
olup, E1a nolu izolata aittir. 24 saatlik inkübasyon süresi ve ölçümler değerlendirildiğinde E7b nolu örneğin gelişiminin diğer maya örneklerine göre daha iyi olduğu belirtilebilir. 1,141'lik OD değeri ile E1b izolatu 24 saatlik inkübasyon işleminin sonunda en düşük optik yoğunluğa sahip örnek olarak tespit edilmiştir ve gelişiminin diğer örneklerle kıyaslandığında daha zayıf olduğu düşünülebilir.

Tüm sonuçlar ele alındığında, inkübasyonun ilk 8 saati içinde gözlemlenen gelişimin yüksek olduğu, en yüksek artış hızının bu aralıkta gözlemlendiğini ve 24. saat sonunda gelişimin başlangıca oranla yavaşladığını söylemek mümkündür. Kültürden temin edilen mayalarla, ekşi hamurdan izole edilen maya örneklerinin OD değerleri arasında belirgin farklılıklar bulunmamaktadır.

Çizelge 4.4 Mayaların gelişiminin optik yoğunluk (OD) olarak izlenmesi

Maya örneği	4.saat	8.saat	24.saat
E1a	0,191	0,825	1,313
E1b	0,169	0,738	1,141
E3a	0,164	0,599	1,264
E3b	0,153	0,615	1,275
E7a	0,183	0,661	1,336
E7b	0,135	0,450	1,420
E8	0,151	0,545	1,374
E9	0,139	0,620	1,404
E10	0,138	0,600	1,252
E11	0,132	0,650	1,293
E12	0,129	0,656	1,260

Örneklerin optik yoğunluk değerleri arasında meydana gelen oransal değişimlerin, maya sayım sonuçları ile paralellik göstermesi beklenirken çizelge 4.3-4.4'deki veriler değerlendirildiğinde bir paralellik belirlenmemiştir. Optik yoğunluğa dayalı yöntemlerle hücre sayısının belirlenmesinde pek çok hata kaynağı vardır. Çalışmalarda kullanılan kuvvet temizliğinin çok önemli olmasının yanında, üreme koşullarının optimum değerlerden sapması ölçüsünde, hücre içinde ışık kırılmasına neden olabilecek poli-hidroksi bütirik asit, volutin ve vakuol gibi hücre sayısına bağlı olmayan yapılar oluşabilir ve sonuçta hücre sayısı artış olmadığı halde, absorbans miktarında artış meydana gelebilir (Halkman ve Gürgün 1990).



Şekil 4.3 Mayaların gelişiminin optik yoğunluk olarak izlenmesi

#### 4.2.2 Maya örnekleriyle hazırlanan hamurların kabarma gücü sonuçları

Maya örnekleriyle hazırlanan hamurların kabarma gücünü belirlemek amacıyla, Almedia ve Pais (1996) belirtilen yöntemle hazırlanan hamurlar 500 mL'lik silindirlere alınmıştır. Hamurlar aynı şekilde standart olarak hazırlandığından 500 mL'lik bu silindirlere içerisinde 130 mL'lik hacim kaplamıştır. 35 °C'de 4 saat boyunca inkübe edilen hamurların, her bir saat sonunda hacimlerinde meydana gelen değişim kaydedilmiştir (Çizelge 4.5).



Şekil 4.4 Hamurların kabarma gücü tayinine ilişkin görseller

Çizelge 4.5 Mayalı hamurların kabarma miktarı (mL hacim)

Süre (s)	E1a	E1b	E3a	E3b	E7a	E7b	E8	E9	E10	E11	E12
0	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
1	257,5	256,5	247,5	252,5	245	247,5	230	232	255	243,5	275
2	307,5	292,5	307,5	313,5	311	309	300	287	300	286	328,5
3	316	314,5	320	319	342,5	328,5	304	305	315	302,5	340
4	321,5	317,5	329	323,5	346	336,5	309	307,5	323,5	306	342

Çizelge 4.6 Mayalı hamurların hacim değişimleri (% hacim)

Süre (s)	E1a	E1b	E3a	E3b	E7a	E7b	E8	E9	E10	E11	E12
1	98,1	97,3	90,4	94,2	88,5	90,4	76,9	78,8	96,2	87,3	111,5
2	136,5	126,9	136,5	141,2	139,2	139,2	130,8	121,2	130,8	120	152,7
3	143,1	143,8	146,2	145,4	163,5	152,7	133,9	134,6	142,3	132,7	161,5
4	147,3	144,2	153,1	148,9	166,2	158,8	137,7	136,5	148,8	135,4	163,1

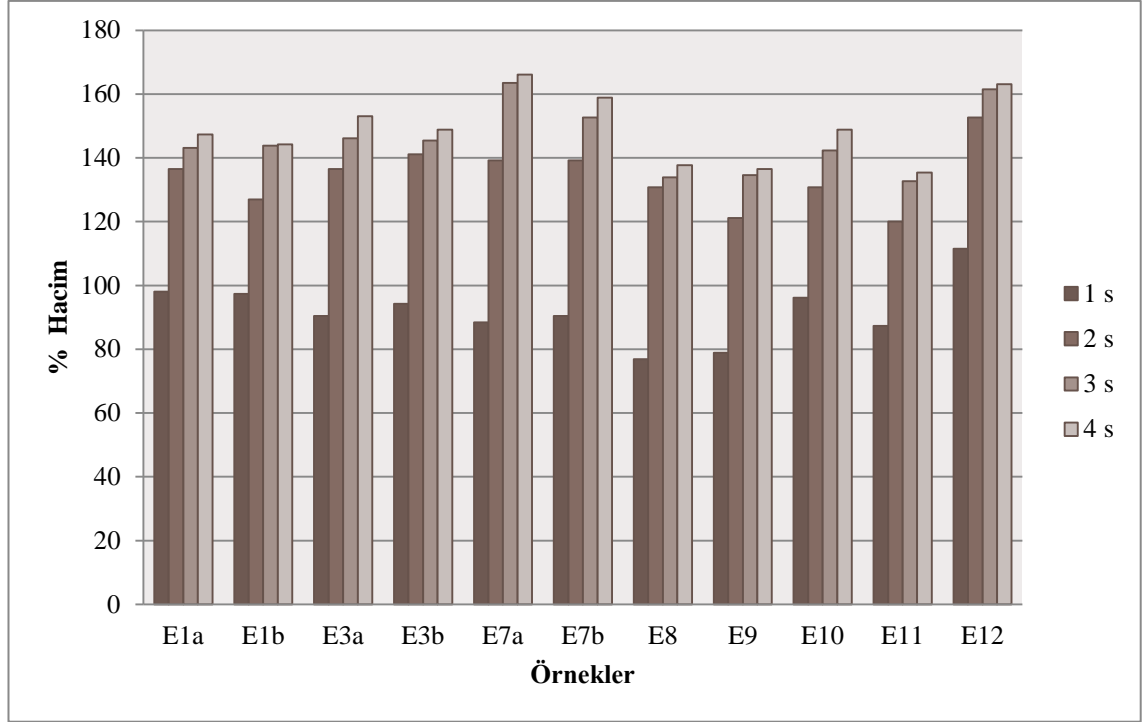
Çizelge 4.6’da görüldüğü üzere, bir saatlik inkübasyon süresinin sonunda yalnızca bir adet örneğin (E12) hacim artış değerinin % 100’ün üzerine çıktığı görülmüştür. Diğer altı adet izolatta (E1a, E1b, E3a, E3b, E7b, E10) % 90 ve üzerinde hacimsel artışlar gözlemlenmiştir. E7a nolu izolat ve E11 nolu maya örneği % 90’a yakın hacimsel artış değerine sahipken, E8 ve E9 nolu örneklerin hamur kabarma miktarları % 80’in altında kalmıştır. 2. saat sonunda örneklerin tamamının hamur kabarma miktarının % 120 değerinin üzerine çıktığı görülmektedir. En fazla hacimsel değişim miktarı 2. saat sonunda gerçekleşmiş ve E12 nolu örnek % 150’lik hacim artış değerinin üzerine çıkmıştır. 3. saatin sonunda elde edilen verilere bakıldığında; E8, E9 ve E11 numaralı örneklerde % 130 civarında hacimsel artış gözlemlenirken, en fazla hacim artışı % 163,5 değeriyle E7a numaralı izolatta görülmüştür. E3a, E3b, E1a ve E1b izolatların hacimlerdeki değişiklik yüzdelerinin birbirlerine yakın olduğu, aynı durumun E8, E9 ve E11 örnekleri için de geçerli olduğunu söylemek mümkündür. 4 saatlik inkübasyon

sonunda hacim değerlerinde 3. saat sonuna göre çok farklı sonuçlar gözlenmemiştir. En fazla hacim artışı % 160 değerleri civarında olmuş ve % 166,2 değeriyle E7a izolatu 4. saat sonunda en fazla hacim artışı gözlemlenen örnek olmuştur. Böylece E7a izolatu'nun, diğer örnekler arasında en yüksek kabarma gücü değerine ve dolayısıyla yüksek fermantasyon kabiliyetine sahip olduğu görülmektedir. E7a örneği 4 saatlik mayalanma süresi sonunda 130 mL'den 346 mL'ye ulaşmış, yani hacminde 216 mL bir artış sözü konusu olmuştur.

Salovaara vd. (2008), ekşi hamur üzerinde yapmış oldukları deneysel çalışma neticesinde, *S. cerevisiae*'nin kabarma gücünü 3. saatin sonunda yaklaşık olarak 190 mL CO<sub>2</sub>/100g hamur olarak tespit etmişlerdir.

Ogunsakin vd. (2007), darı unundan hazırlamış oldukları 3 farklı ekmek hamurunu (YC1, YD16, BY) 37 °C'de 24 saat boyunca inkübasyona bırakmış ve kabarma miktarını tespit etmişlerdir. *S. cerevisiae* kullanarak hazırlamış oldukları hamur örneklerinin (YC1 ve YD16) ilk dört saat boyunca hacimleri giderek artmış, dördüncü saat sonunda en yüksek seviyeye ulaşmıştır. Dördüncü saatten sonra hacim artışı azalarak devam etmiştir.

Şekil 4.5'deki değerler göz önünde bulundurulduğunda; iki saatlik inkübasyon sonunda en yüksek kabarma gücüne (% 152,7) E12 örneği ile ulaşılmış; dört saatlik inkübasyon sonunda en yüksek kabarma gücüne (% 166,2) E7a örneği ile ulaşılmıştır. Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların hacim yüzdelerinde aşamalı olarak artış meydana geldiği görülmektedir.



Şekil 4.5 Hamur örneklerinin % hacim artışları

Tüm veriler ele alındığında en fazla hacim artış miktarının ikinci saat sonunda meydana geldiği görülmektedir. Giannone vd. (2010) belirtildiği üzere, ekmek yapımında ideal kabarma süresi iki saat olarak değerlendirilmiştir. Hamurun 2 saatlik süre içerisinde ulaşabileceği maksimum kabarma yüzdesi değerine, büyük ölçüde erişebileceği belirtilmiştir. Çalışma sonucu elde edilen veriler bu ifadeyi doğrular niteliktedir.

#### 4.2.3 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların pH değerleri

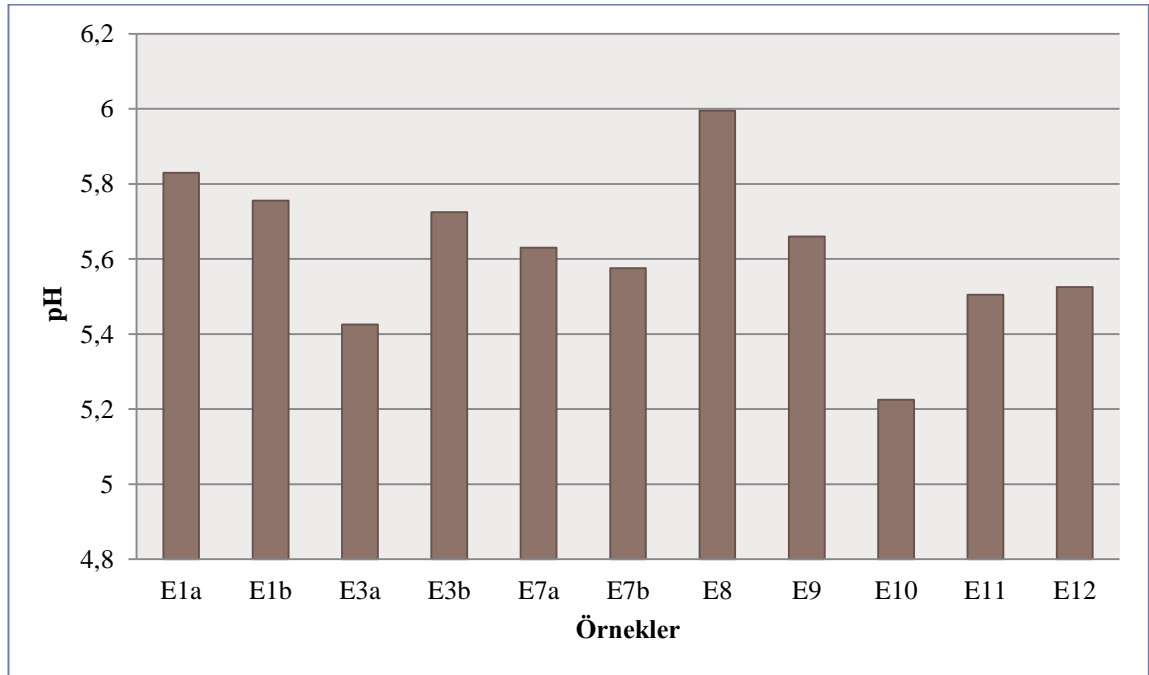
Hamurun fermantasyon hızına doğrudan etki eden pH, önemli bir teknolojik kriter olduğundan maya örnekleriyle hazırlanan hamurların pH değerleri belirlenmiştir (Çizelge 4.7). Hamurların pH değeri, potansiyometrik olarak, pH-metre (Mettler Toledo, S-20K, İsviçre) ile 20 °C'de ölçülmüştür. Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların belirlenen pH değerleri ve ilişkileri şekil 4.6'da daha net olarak gözlemlenmektedir.

Çizelge 4.7 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin pH değerleri

Örnekler	E1a	E1b	E3a	E3b	E7a	E7b	E8	E9	E10	E11	E12
pH	5,8	5,7	5,4	5,7	5,6	5,6	5,9	5,6	5,2	5,5	5,5

Çizelge 4.7’de belirtilen değerlere göre, hamur örneklerinin pH değerleri 5,2-5,9 aralığında değişmiştir. En yüksek pH değeri E8 nolu örnekte gözlemlenmiş olup, en düşük pH değeri E10 nolu örnekte tespit edilmiştir. Tüm örneklerde yaklaşık olarak birbirine yakın pH değerleri gözlemlenmiştir.

Mayalar hafif asitli ortamlarda çalışırlar. pH 4-6 aralığında fermantasyon hızında sadece hafif değişiklikler meydana gelir, pH 4 değerinin altında fermentasyon hızı çabucak düşer (Maloney ve Foy 2003). Bir maya hücresinin iç pH değeri 5,6-5,8 arasındadır ve çok az değişir. pH 4-6 aralığında mayanın fermantasyon aktivitesi optimum seviyededir. Nihai fermantasyon pH’sı ise 5,2’dir (Poitrenaud 2004). Çizelge 4.7’de belirtilen değerlere göre, hamur örneklerinin pH değerleri 5,2-5,9 aralığında değişmektedir ve mayaların çalışması için uygun pH aralığında olduğu belirtilebilir.



Şekil 4.6 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin pH değerleri

Ekşi hamur, fazla miktarda fermente edilebilir karbonhidrata sahiptir ve başlangıç pH değeri 5,0-6,2 arasında değişmektedir (De Vuyst vd. 2002). Martinez vd. (1990) buğday unu ile hazırlamış oldukları ekşi hamur örneklerinde fermantasyon öncesi pH değerlerinin 4,92-5,33 aralığında olduğunu belirtmişlerdir. Bu çalışmada, hamur örneklerinin pH değerleri 5,2-5,9 aralığındadır ve Martinez vd. (1990) elde ettiği pH değerlerinden daha yüksek düzeyde olduğunu belirtmek mümkündür.

Akinola ve Osundahunsi (2017) tarafından yürütülen çalışmada, darı unuyla hazırlanan hamur örneklerinde maya dozu artırılmasına karşın, fermantasyonun ilk 3 saati boyunca pH'ın değişmediği ve bu zaman aralığından sonra pH'ın 5,4-5,7 aralığında değiştiği belirtilmiştir. Bu çalışmada maya, buğday unu ve tuz kullanılarak hazırlanan hamurlar içerisinde, yalnızca E10 örneği ile hazırlanan hamurun pH değeri Akinola ve Osundahunsi (2017) tarafından belirtilen pH aralığının alt sınırından (5,4) daha düşük düzeyde olmuştur.

Giannone vd. (2010) inceledikleri 13 adet ekmek hamuru örneğinde pH değerleri 5,0-5,66 aralığında tespit edilmiştir. Çizelge 4.7'de görüldüğü gibi, hamur örneklerinin pH değerleri 5,2-5,9 aralığında yer almaktadır ve Giannone vd. (2010) yapmış oldukları çalışmalarda elde ettikleri sonuçlara yakın pH değerleri okunmuştur.

Banu vd. (2011) ise çavdar unu ile hazırlamış oldukları ekmek hamurlarının 37 °C'de 24 saat fermantasyon işleminden sonra pH değerlerini 4,11-4,15 olarak tespit etmişlerdir. Fermantasyon sonunda ise bu değer; 3,93-3,97 aralığındadır. Görüldüğü gibi; hamuru meydana getiren unsurların niteliği ve miktarları, fermantasyon süresi, ortam sıcaklığı gibi faktörler pH değerlerine etki etmektedir.

#### **4.2.4 Maya örnekleri ile hazırlanan hamurların toplam titrasyon asitliği değerleri**

Giannone vd. (2010) tarafından önerilen yöntemle göre belirlenen toplam titrasyon asitliği (TTA) değerlerine ilişkin bilgiler çizelge 4.8'de gösterilmiştir. Örneklerin toplam titrasyon asitlik değerleri laktik asit cinsinden g/L olarak belirlenmiştir.

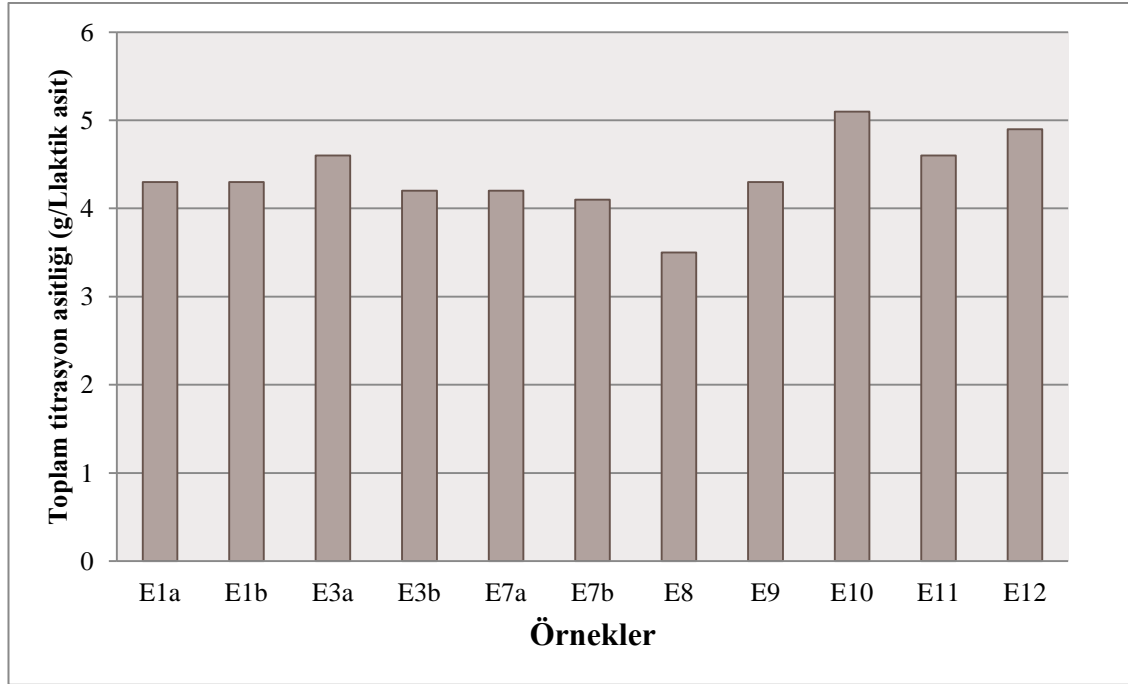


Çizelge 4.8 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin toplam titrasyon asitliği (TTA) değerleri

Örnekler	E1a	E1b	E3a	E3b	E7a	E7b	E8	E9	E10	E11	E12
TTA (g/ L) laktik asit	4,3	4,3	4,6	4,2	4,2	4,1	3,5	4,3	5,1	4,6	4,9

Martinez vd. (1990) incelemiş oldukları ekşi hamur örneklerinde TTA'ya ait değerlerin 3,38-5,13 g/L laktik asit aralığında yer aldığını gözlemlemişlerdir. Akinola ve Osundahunsi (2017) tarafından darı unuyla yapılan deneysel çalışmalarda maya dozu artırılmasına karşın fermantasyonun ilk 3 saati boyunca TTA değişmemiştir. TTA üçüncü saatin sonunda 2,9-4,5 g/L laktik asit aralığında yer almıştır. Çizelge 4.8'de görüldüğü gibi, bu çalışmada hazırlanan hamur örneklerinin TTA değerleri ise 3,5-5,1 g/L laktik asit aralığında değişmiştir.

Giannone vd. (2010)'nin inceledikleri 13 adet ekşi ekmek hamur örneğinde ortalama TTA değeri ise 2,3 g/L olarak tespit edilmiştir. Bu çalışmada elde edilen ve çizelge 4.8'de belirtilen TTA değerlerinin ortalaması ise 4,4 g/L laktik asittir.



Şekil 4.7 Farklı mayalar ile hazırlanan hamur örneklerinin toplam titrasyon asitliği (TTA) değerleri

## 5. SONUÇ

Yapılan bu çalışmada; Türkiye'nin değişik yörelerinden temin edilen ekşi hamur örneklerinden izole edilmiş ve Ankara Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Kültür Koleksiyonu'ndan sağlanan ekmeğ mayası örneklerinin teknolojik özelliklerinden bazıları (maya gelişimi, kabarma gücü, pH ve titrasyon asitliği) araştırılmıştır.

Gelişimleri incelenen maya örneklerinin, 24 saatlik inkübasyon süresindeki maya miktarları göz önünde bulundurulduğunda; ilk 8 saatlik inkübasyon dilimi içerisinde hızlı bir gelişim gösterdiği, 24. saat sonunda gelişimin artarak devam ettiği belirlenmiştir. 24 saatlik inkübasyon süresi sonunda, en yüksek sayıya E9 ve E11 numaralı örneklerin (sırasıyla,  $9,75 \times 10^8$  ve  $9,20 \times 10^8$ ) ulaştığı görülmüştür. Kültürden sağlanan mayalarla, ekşi hamurdan izole edilen örneklerin, değişik gelişme süresi sonundaki maya sayılarının birbirine paralellik gösterdiği açıkça görülmektedir. Örneklerin optik yoğunluk değerleri ele alındığında, inkübasyonun ilk 8 saati içinde gözlemlenen hücresel gelişimin daha yüksek olduğu, en yüksek gelişme hızının bu aralıkta gözlemlendiği tespit edilmiştir. Ancak, örneklerin mikroskop altında belirli aralıklarla yapılan sayım sonuçları ile ve optik yoğunluk değerleri arasında bir paralellik beklenirken, bu sonuca ulaşamamıştır.

Maya örnekleri ile yapılan hamurların kabarma değerleri incelenecek olursa; ilk iki saatte kabarmanın önemli ölçüde tamamlandığı (% 120,0-152,7), 4 saat inkübasyon sonunda hamurlardaki hacim artışının % 136,5-166,2 aralığında ölçüldüğü ve en fazla hacim artışı gözlemlenen maya örneklerinin E12 ve E7a izolatları olduğu tespit edilmiştir. Böylece, E12 ve E7a izolatlarının diğer örnekler arasında en yüksek kabarma gücü değerine ve dolayısıyla yüksek fermantasyon kabiliyetine sahip oldukları belirtilebilir. Örneklerin pH değerleri 5,2-5,9 ve TTA değerleri 3,5-5,1 g/L laktik asit aralığında tespit edilmiştir.

Ekmeğ mayası üretiminde kullanılan geleneksel maya suşlarının, hem tüketicinin hem de üreticinin isteklerine cevap verebilecek özellikler yönünden geliştirilmesi ve iyileştirilmesi üzerinde durulması gereken önemli bir olgu olarak karşımıza

çıkılmaktadır. Bu araştırmada elde edilen sonuçların, gerek yurt dışında gerekse Türkiye’de yürütülen ekmek mayası geliştirme çalışmalarına ışık tutacağı mit edilmektedir. Teknolojik zellikleri belirlenen izolatlarn üzerinde daha kapsamlı çalışmaların yapılması gerekmektedir.

## KAYNAKLAR

- Akinola, S.A. and Osundahunsi, O.F. 2017. Lactic acid bacteria and yeast diversities in spontaneously fermented millet sourdoughs. *J Microbiol Biotech Food Sci*, 6(4); 1030-1035.
- Akman, A.V. ve Yazıcıoğlu, T. 1962. *Fermantasyon Teknolojisi Birinci Kitap*. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları: 51, 378s, Ankara.
- Ali, A., Shehzad, A., Khan, M.R., Shabbir, M.A. and Amjid, M.R. 2012. Yeast, its types and role in fermentation during bread making process. *Pak J Food Sci*, 22(3); 171-179.
- Almedia, M. J. and Pais, C. 1996. Leavening ability and freeze tolerance of yeasts isolated from traditional corn and rye bread doughs. *Appl Environ Microbiol*, 4401-4404.
- Angelow, A.I., Karadjov, G.I. and Roshkova, Z.G. 1996. Strains selection of baker's yeast with improved technological properties. *Food Res Internat*, 29; 235-239.
- Anonim. 2006. Web Sitesi: [http://www.ankaratb.org.tr/lib\\_upload/21\\_EKMEK\\_04\\_10\\_2006.pdf](http://www.ankaratb.org.tr/lib_upload/21_EKMEK_04_10_2006.pdf), Erişim Tarihi: 18.02.2017.
- Anonim. 2010. Ekmek Standardı. TS 5000. Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim. 2012. Türk Gıda Kodeksi, Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. Tebliğ No: 2012/2.
- Banu, I., Vasilean, I., Barbu, V. and Iancu, C. 2011. The effect of some technological factors on the rye sourdough bread. *St. Cerc. St. CICBIA*, 12 (2); 197-202.
- Berghofer, L.K., Hocking, A.D., Miskelly, D. and Jansson, E. 2003. Microbiology of wheat and flour milling in Australia. *Int J Food Microbiol*, 85; 137-149.
- Brown J. 1993. Advances in breadmaking technology. In: Kame1 BS, Stauffer CE, editors. *Advances in Baking Technology*. London: Chapman and Hall. pp. 38-87.
- Cabı, O. 1990. Ekmek yapımında mayanın önemi ve mayacılığın durumu. *Ekmekçilik Semineri*, 20 Eylül, İstanbul Ticaret Odası, Yayın No:26, 16-24, Hilal Matbaacılık, İstanbul.
- Canbaş, A. 1995. Ekmek Mayacılığı. *Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları*, Yayın No: 22. 44s. Ankara.

- Collar, C., Benedito de Barber, C. and Martinez-Anaya, M.A. 1994. Microbial sourdoughs influence acidification properties and breadmaking potential of wheat dough. *J Food Sci*, 59; 629-633.
- Corsetti, A., De Angelis, M., Dellaglio, F., Paparella, A., Fox, P. F., Settanni, L. and Gobbetti, M. 2003. Characterization of sourdough lactic acid bacteria based on genotypic and cell-wall protein analyses. *J Appl Microbiol*, 94; 641-654.
- Corsetti, A., Settanni, L. and Van Sinderen, D. 2004. Characterization of bacteriocin-like inhibitory substances (BLIS) from sourdough lactic acid bacteria and evaluation of their in vitro and in situ activity. *J Appl Microbiol*, 96; 521-536.
- Corsetti, A. and Settanni, L. 2007. Lactobacilli in sourdough fermentation. *Food Res Int* 40; 539-558.
- De Vuyst, L., Schrijvers, V., Paramithiotis, S., Hoste, B., Vancanneyt, M., Swings, J., Kalantzopoulos, G., Tsakalidou, E. and Messens, W. 2002. The biodiversity of lactic acid bacteria in Greek traditional wheat sourdoughs is reflected in both composition and metabolite formation. *Appl Environ Microbiol*, 68; 6059-6069.
- De Vuyst, L. and Neysens, P. 2005. The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions. *Trends Food Sci Technol*, 16; 43-56.
- De Vuyst, L. and Vancanneyt, M. 2007. Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria. *Food Microbiol*, 24; 120-127.
- Dığrak, M. ve Özçelik, S. 1991. Elazığ ve yöresinde kullanılan ekşi mayanın bileşimi, morfolojik fizyolojik ve biyokimyasal özellikleri. *Gıda*, 16(5); 325-331.
- Elgün, A. 1982. Ekmek Yapım Teknolojisi ve Ekmekçiliğimiz. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Derg., 13(1-2); 153, Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 1997. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:718, 376s, Erzurum.
- Elgün, A. ve Ertugay, Z. 2002. Tahıl İşleme Teknolojisi. Atatürk Üni. Ziraat Fak, Yayın No: 97, (4.Baskı), 411s, Erzurum.
- Evren, M., Anıl, M. ve 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.
- Ganzle, M.G., Vermeulen, N. and Vogel, R.F. 2007. Carbohydrate, peptide and lipid metabolism of lactic acid bacteria in sourdough. *Food Microbiol*, 24; 128-138.

- Giannone, V., Longo, C., Damigella, A., Raspagliesi, D., Spina, A. and Palumbo, M. 2010. Technological properties of baker's yeasts in durum wheat semolina dough. *J Ind Microbiol Biotechnol*, 37; 371-379.
- Gobbetti, M., Corsetti, A. and Rossi, J. 1994. The sourdough microflora. Interactions between lactic acid bacteria and yeasts: metabolism of amino acids. *World J Microbiol Biotech*, 10; 275-279.
- Gobbetti, M., Smacchi, E., Fox, P., Steparlak, L. and Corsetti, A. 1996. The sourdough microflora. Cellular localization and characterization of proteolytic enzymes in lactic acid bacteria. *Lebensm Wiss. U. Technol*, 29; 561-569.
- Gobbetti, M. 1998. The sourdough microflora: interactions of lactic acid bacteria and yeasts. *Trends Food Sci Technol*, 9; 267-274.
- Gobbetti, M., De Angelis, M., Corsetti, A. and Di Cagno, R. 2005. Biochemistry and physiology of sourdough lactic acid bacteria. *Trends Food Sci Technol*, 16; 57-69.
- Göçmen, D. 2001. Ekşi hamur ve laktik starter kullanımının ekmekte aroma oluşumu üzerine etkileri. *Gıda*, 26;13-16.
- Halkman, K. ve Gürgün, V. 1990. Mikrobiyolojide Sayım Yöntemleri. *Gıda Teknolojisi Derneği*, 2. Baskı, Yayın No 7. Ankara.
- Halkman, K. 2005. Merck Gıda Mikrobiyolojisi Uygulamaları, Başak Matbaacılık Ltd. Şti., 358s, Ankara.
- Halkman, K. 2013. GDM 310 Gıda Mikrobiyolojisi II Ders Notları, Ankara Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, 89s, Ankara.
- Hamad, S.H., Böcker, G. Vogel, R.F. and Hammes, W.P. 1992. Microbiological and chemical analysis of fermented sorghum dough for kiswa production. *Appl Microbiol Biotechnol*, 37; 728-731.
- Hammes, W.P., Brandt, M.J., Francis, K.L., Rosenheim, J., Seitter, M.F.H. and Vogelman, S.A. 2005. Microbial ecology of cereal fermentations. *Trends Food Sci Technol*, 16; 4-11.
- Hansen, A.S. 2012. Sourdough bread in YH Hui (ed.), *Handbook of plant-based fermented food and beverage technology*. 2. edn, CRC Press LLC, pp. 493-515.
- Holzappel, W.H., Haberer, P., Snel, J., Schillinger, U. and Huis In't Veld, J.H.J. 1998. Overview of gut flora and probiotics. *Int J Food Microbiol*, 41; 85-101.
- Hoseney, C. 1994. *Principles of Cereals Science and Technology*, seconded. American Association of Cereal Chemists, 260, USA.

- Kalkışım, Ö., Özdemir, M. ve Bayram, O. 2012. Ekmek Yapım Teknolojisi. SAGE Yayıncılık Rek. Mat. San. Tic. Ltd. Şti. 91s, Ankara.
- Karakaş, N. ve Kıvanç, M. 1998. Ekmek mayası suşlarının iyileştirilmesi ile ilgili son gelişmeler. *Gıda*, 23(3): 187-193.
- Linko Y.Y., Javanainen, P. and Linko, S. 1997. Biotechnology of bread baking. *Trends Food Sci Technol*, 8; 339-344.
- Lonner, C., Preve-Akesson, K. 1989. Effects of lactic acid bacteria on the properties of sourdough bread. *Food Microbiol*, 6; 19–35
- Maloney, D.H. and Foy, J.J. 2003. Yeast Fermentations. In: *Handbook of Dough Fermentation*. Kulp, K., Lorenz, K. (eds). 328, New York.
- Martinez-Anaya, M.A., Pitarch, B., Bayarri, P. and Benedito de Barber, C. 1990. Microflora of the sourdoughs of wheat flour bread. *Cereal Chem*, 67(1); 85-91.
- Meroth, C.B., Walter, J., Hertel, C., Brandt, M.J. and Hammes, W.P. 2003. Monitoring the bacterial population dynamics in sourdough fermentation processes by using PCR-Denaturing gradient gel electrophoresis. *Appl Environ Microbiol*, 69; 475-482.
- Messens, W. and De Vuyst, L. 2002. Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs. *Int J Food Microbiol*, 72; 31-43.
- Oda, Y. and Ouchi, K. 1989. Principal component analysis of the characteristics desirable in baker's yeasts. *Appl Environ Microbiol*, 55; 1495-1499.
- Ogunsakin, A.O., Vanajakshi, K.A., Anu-Appaiah, K.A., Vijayendra, S.V.N., Walde, S.G., Banwo, K., Sanni, A.I. and Prabhasankar, P. 2007. Evaluation of functionally important lactic acid bacteria and yeasts from Nigerian sorghum as starter cultures for gluten-free sourdough preparation. *Food Sci Technol*, 82; 326-334.
- Ottogalli, G., Galli, A. and Foschino, R. 1996. Italian bakery products obtained with sourdough: characterization of the typical microflora. *Adv Food Sci*, 18; 131-144.
- Pamir, H. 1985. *Fermantasyon Mikrobiyolojisi*. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi. Yayını, No: 936. Ders kitabı: 267. 321s, Ankara.
- Poitrenaud, B. 2004. Baker's Yeast. In: *Handbook of food and beverage fermentation technology*. Hui, Y.H., Goddik, L.M., Hansen, A.S., Josephsen, J., Nip, W., Stanfield, P.S. and Toldra, F. (eds) 39; 800-831. New York.
- Pulvirenti, A., Solieri, L., Gullo, M., De Vero, L. and Giudici, P. 2004. Occurrence and dominance of yeast species in sourdough. *Lett Appl Microbiol*, 38; 113–117.

- Pylar, E.J. 1973. *Baking Science and Technology*. Siebel Publishing Co., 2nd ed., Chicago, pp.423-430.
- Reed, G. and Pepler, H.J. 1973. *Yeast Technology*. The AVI Publishing Co, 380, Inc, Westport, Connecticut.
- Rocken, W. 1996. Applied aspects of sourdough fermentation. *Adv Food Sci*, 18; 212-216.
- Rossi, J. 1996. The yeasts in sourdough. *Adv Food Sci*, 18; 201-211.
- Saeed, M., Anjum, F.M., Zahoor, T., Nawaz, H. and Rehman, S.U. 2009. Isolation and characterization of starter culture from spontaneous fermentation of sourdough. *Int J Agric Biol*, 11; 329-332.
- Salovaara, H. and Savolainen, J. 1984. Yeast type isolated from finnish sour rye dough starters. *Acta Aliment Pol*, 10; 241-245.
- Salovaara, H. and Spicher, G. 1986. Use of Wheat bread quality. *International Association for Cereal Science and Technology*, pp.26-35, 12 ICC Congress, Hamburg.
- Salovaara, H. and Hagmann, M. 2008. Microbial re-inoculation reveals differences in the leavening power of sourdough yeast strains. *Food Sci Technol*, 41; 148-154.
- Stolz, P. 2003. Biological Fundamentals of Yeast and Lactobacilli Fermentation in Bread Dough. In: *Handbook of Dough Fermentations* Kulp, K. and Lorenz, K (eds). CRC Press, 328, Consultant, Minden, Germany.
- Sugihara, T.F., Kline, L. and Miller, M.W. 1971. Microorganisms of the San Francisco sourdough bread process. I. Yeasts responsible for the leavening action. *Appl Microbiol*. 21; 456-458.
- Spicher, G. 1986. Die saurtelggarung. *Chem Microbiol Techn*, 10; 65-67.
- Tamerler, T. 1986. Ekşi maya ile buğday ekmeğinin hazırlanması ve ekşi maya mikroorganizmaları. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri:B*. 4; 145-154.
- Vogel, R.F., Müller, M., Stolz, P. and Ehrmann, M. 1996. Ecology in sourdoughs produced by traditional and modern technologies. *Adv Food Sci*, 18; 152-159.
- Vrancken G., De Vuyst, L., Van der Meulen, R., Huys, G., Vandamme, P. and Heide-Marie Daniel, H.M. 2010. Yeast species composition differs between artisan bakery and spontaneous laboratory sourdoughs. *FEMS Yeast Res*, 10; 471-481.



## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Özlem İPEK  
Doğum Yeri : Girne  
Doğum Tarihi : 1989  
Medeni Hali : Bekar  
Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lise : 20 Temmuz Fen Lisesi (2003-2007)  
Lisans : Hacettepe Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü (2007-2012)  
Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı (Ocak 2014-Haziran 2017)  
Yüksek Lisans : Hacettepe Üniversitesi Nanoteknoloji ve Nanotıp Anabilim Dalı (Ocak 2015-devam ediyor)

### Çalışılan Kurumlar ve Mesleki Deneyim

Hacettepe Üniversitesi (Proje Asistanı/Eylül 2015-Eylül 2016)  
Gurme Grup Gıda (Kalite Sorumlusu/Aralık 2013- Şubat 2014)  
Erduran Gıda ve Çevre Laboratuvarı (Gıda Laboratuvar Sorumlusu/Eylül 2012-Eylül 2013)  
KOOP Süt (Stajyer/2011)  
TSE (Stajyer/2010)