



**T.C.**

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**

**GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI  
ANABİLİM DALI**

**ŞERBETÇİOTU VE AYVADAN ELDE EDİLEN MAYA  
EKSTRAKTININ (ÖZÜTÜNÜN) EKMEK KALİTESİNE ETKİSİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**EBUBEKİR YILMAZ**

**Tez Danışmanı**

**DR. ÖĞR. ÜYESİ ZERRİN YÜKSEL**

**ÇANAKKALE – 2023**





T.C.

ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GASTRONOMİ VE MUTFAK SANATLARI ANABİLİM DALI

**ŞERBETÇİOTU VE AYVADAN ELDE EDİLEN MAYA EKSTRAKTININ  
(ÖZÜTÜNÜN) EKMEK KALİTESİNE ETKİSİ**

Yüksek Lisans Tezi

Ebubekir YILMAZ

Tez Danışmanı

Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL

Bu çalışma, ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ BİLİMSEL  
ARAŞTIRMA PROJELERİ MERKEZİ kurumu tarafından desteklenmiştir.

Proje No: 3862

Çanakkale – 2023



T.C.

**ÇANAKKALE ONSEKİZ MART ÜNİVERSİTESİ**  
**LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ**



Ebubekir YILMAZ tarafından Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL yönetiminde hazırlanan ve **28/08/2022** tarihinde aşağıdaki jüri karşısında sunulan “**Şerbetçiotu ve Ayvadan Elde Edilen Maya Ekstraktının (Özütünün) Ekmek Kalitesine Etkisi**” başlıklı çalışma, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü **Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

**Jüri Üyeleri**

**İmza**

Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL

.....

(Danışman)

Doç. Dr. Serdar SÜNNETÇİOĞLU

.....

Doç. Dr. Aybüke CEYHUN SEZGİN

.....

Tez No : 10575731

Tez Savunma Tarihi : 28/08/2023

.....  
Prof. Dr. Ahmet Evren ERGİNAL

Enstitü Müdürü

.././20..

## ETİK BEYAN

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kuralları'na uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında; tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, tez çalışmasında yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı, bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu, bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi taahhüt ve beyan ederim.

Ebubekir YILMAZ

28/08/2023

## TEŞEKKÜR

Bu tezin gerçekleştirilmesinde, çalışmam boyunca benden bir an olsun yardımlarını esirgemeyen saygı değer danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL'e, çalışma süresince tüm zorlukları benimle göğsleyen sevgili eşim Tuğba KAYA YILMAZ'a, hayatımın her evresinde bana destek olan değerli aileme sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

Ebubekir YILMAZ  
anakkale, Ağustos 2023



## ÖZET

### ŞERBETÇİOTU VE AYVADAN ELDE EDİLEN MAYA EKSTRAKTININ (ÖZÜTÜNÜN) EKMEK KALİTESİNE ETKİSİ

Ebubekir YILMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Gastronomi ve Mutfak Sanatları Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Zerrin YÜKSEL

07/08/2023, 70

Bu tez çalışmasında yerel ve endemik türler olan ayva ve şerbetçiotu ekstraktlarından gelebilecek laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların ekşi maya ekmek üretimde kullanılma potansiyeli ile bu ekstraktların ekmeğin raf ömrü ve duyuşal özellikleri üzerine etkisinin belirlenmesi hedeflenmiştir. Çalışmada kontrol örnekleri olarak geleneksel yöntemle hazırlanan ekşi mayalı ekmek ve ticari maya ile hazırlanan ekmek örnekleri üretilmiştir. Ayva ve şerbetçiotu ekstraktlarına yapılan analizler sonucunda ayva ekstraktının görece yüksek LAB içerdiği, şerbetçiotu ekstraktının da maya hücresi sayısı açısından önemli düzeyde olduğu ortaya konulmuştur. Ekmek örneklerinde yürütölen asitlik analiz sonuçlarına göre pH değeri en düşük ve toplam titrasyon asitliği en yüksek örneğin ekşi mayalı ekmek olduğu, pH değeri en yüksek ve titrasyon asitliği en düşük örneğin ise ticari mayalı ekmek olduğu saptanmıştır. Üretilen ekmek örneklerinin nem içeriklerinde ve su aktivitesi değerlerinde depolama süresi boyunca belirgin bir değişim olmadığı belirlenmiştir. Ticari mayalı ekmek örneği haricindeki diğer ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca (1, 3 ve 7. günler) mikrobiyolojik bozulma, küflenme veya rope/sünme oluşumu gözlemlenmemiştir. Tüketici duyuşal analiz sonuçlarına bakıldığında ise en fazla beğenilen örneğin ticari mayalı ekmek olduğu, beğeni sırasında ikinci sırada yer alan örneğin ise ayva ekstraktı kullanılarak üretilen ekşi mayalı ekmek olduğu saptanmıştır.

**Anahtar kelimeler:** Ekmek, ekşi maya, ekşi mayalı ekmek, ayva, şerbetçiotu, laktik asit bakterileri

## ABSTRACT

### EFFECT OF YEAST EXTRACT FROM HOPS and QUINCES ON BREAD QUALITY

Ebubekir YILMAZ

Çanakkale Onsekiz Mart University

School of Graduate Studies

Gastronomy and Culinary Arts Department Master Thesis

Advisor: Assist. Prof. Dr. Zerrin YÜKSEL

07/08/2023, 70

In this thesis study, it was aimed to determine the potential of using lactic acid bacteria (LAB) and yeasts that may come from quince and hop extracts, which are local and endemic species, in sourdough bread production and the effect of these extracts on the shelf life and sensory properties of bread. In the study, sourdough bread prepared with the traditional method and bread samples prepared with commercial yeast were produced as control samples. As a result of the analyzes made on quince and hops extracts, it was revealed that quince extract contained relatively high LAB and hops extract was at a significant level in terms of the number of yeast cells. According to the results of acidity analysis conducted on bread samples, it was determined that the sample with the lowest pH value and the highest total titratable acidity was sourdough bread, while the sample with the highest pH value and lowest titratable acidity was commercial yeast bread. It was determined that there was no significant change in the moisture content and water activity values of the produced bread samples during the storage period. Except for the commercial yeast bread sample, no microbiological spoilage, mold or rope/creep formation was observed in the other bread samples during the storage period (days 1, 3 and 7). When the consumer sensory analysis results were examined, it was determined that the most liked sample was commercial yeast bread, and the second most liked sample was sourdough bread produced using quince extract.

**Keywords:** Bread, sourdough, sourdough bread, quince, hops, lactic acid bacteria



## İÇİNDEKİLER

JÜRİ ONAY SAYFASI.....	i
ETİK BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ÖZET .....	iv
ABSTRACT .....	v
İÇİNDEKİLER.....	vi
KISALTMALAR LİSTESİ.....	ix
TABLolar DİZİNİ.....	x
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	xi

### BİRİNCİ BÖLÜM

1

#### GİRİŞ

### İKİNCİ BÖLÜM

4

#### KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

2.1. Ekmek.....	4
2.2. Ekmek Bileşenleri.....	7
2.2.1. Un.....	7
2.2.2. Su.....	8
2.2.3. Tuz.....	9
2.2.4. Maya.....	9
2.3. Ekşi Maya.....	10
2.3.1. Ekşi Maya Çeşitleri.....	11
2.3.2. Tip I Ekşi Maya.....	13
2.3.3. Tip II Ekşi Maya.....	13
2.3.4. Tip III Ekşi Maya.....	13
2.3.5. Tip IV Ekşi Maya.....	14
2.4. Ekşi Mayada Mikrobiyata.....	14
2.4.1. Laktik Asit Bakterileri.....	14
2.4.2. Mayalar.....	18

2.5.	Meyve ve Sebzelerde LAB.....	19
2.6.	Ekmekte Raf Ömrü ve Meydana Gelen Bozulmalar.....	21
2.7.	Ekşi Mayalı Ekmekğin Genel Özellikleri .....	24
2.8.	Ekşi Mayalı Ekmek Üretiminde Meyve, Sebze ve Diğer Ürünlerin Kullanımı	25

## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

31

### YÖNTEM

3.1.	Materyal.....	31
3.2.	Yöntem.....	31
3.2.1.	Ekşi Maya ve Ekstraktların Üretimi.....	31
3.2.2.	LAB Sayımı.....	33
3.2.3.	Maya Sayımı.....	33
3.2.4.	Ekmek Üretimleri.....	34
3.2.5.	Ekmekte Fizikokimyasal Analizler.....	38
	pH Tayini.....	38
	Toplam Asitlik Tayini.....	38
	Nem Tayini.....	38
	Su Aktivitesi Tayini.....	39
3.2.6.	Ekmekte Mikrobiyolojik Analizler.....	39
	Rope / Sünme Sporu Sayısı Tayini.....	39
3.2.7.	Duyusal Analizler ve Tüketici Testi.....	40
3.2.8.	İstatistiksel Analiz.....	40

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

42

### ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1.	Ekstraktlar ve Ekşi Hamurda LAB ve Maya Sayıları ile pH Değerleri.....	42
4.2.	Ekmek Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri.....	43
4.3.	Ekmek Örneklerinin Nem İçeriği ve Su Aktivitesi Değerleri.....	45
4.4.	Ekmek Örneklerinde Toplam Titrasyon Asitliği ve pH Değerleri.....	47
4.5.	Tüketici Test Sonuçları.....	49

BEŞİNCİ BÖLÜM  
SONUÇ VE ÖNERİLER

54

Kaynakça.....	57
EKLER.....	I
EK 1- EKSTRAKTLARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN ŞERBETÇİOTU VE AYVANIN FOTOĞRAFLARI.....	II
EK 2- KONTROL (K1 VE K2) VE ÇALIŞMA ÖRNEKLERİNİN (AE VE ŞE) GÖRSELLERİ.....	III
EK 3- HEDONİK SKALA TESTİ.....	IV
EK 4- TEZ KONUSU İLE İLGİLİ YAPILAN BİLİMSEL ÇALIŞMA.....	V
ÖZGEÇMİŞ.....	VI

## KISALTMALAR LİSTESİ

LAB	Laktik Asit Bakterileri
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
FAO	Food and Agriculture Organization
TTA	Toplam Titrasyon Asitliği
pH	Power of Hydrogen
g	Gram
%	Yüzde oranı
SPSS	Sosyal Bilimler İstatistik Programı
Kob	Koloni Oluşturan Birim
ISO	International Standardization Organization
$a_w$	Activity of Water (Su Aktivitesi)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
MEB	Milli Eğitim Bakanlığı
GI	Glisemik İndeks
CO <sub>2</sub>	Karbondioksit
DY	Dough Yield (Hamur Verimi)
°C	Derece Celcius
MÖ	Milattan Önce
AOAC	Association of Agriculture Chemists
TS	Türk Standartları
ANOVA	Analysis of Variance
ml	Mililitre

## TABLULAR DİZİNİ

<b>Tablo No</b>	<b>Tablo Adı</b>	<b>Sayfa No</b>
<b>Tablo 1</b>	Olgunlaştırılmış ekşi mayada bulunan homofermentatif ve heterofermentatif LAB çeşitleri	16
<b>Tablo 2</b>	Ekşi mayalardan izole edilen mayalar	18
<b>Tablo 3</b>	Bazı meyve ve sebzelerde bulunan LAB türleri	21
<b>Tablo 4</b>	Ekşi mayalı ekmek üretim reçetesi	34
<b>Tablo 5</b>	Ticari mayalı ekmek üretim reçetesi	35
<b>Tablo 6</b>	Ayva ekstraktından üretilen ekmek reçetesi	35
<b>Tablo 7</b>	Şerbetçiotu ekstraktından üretilen ekmek reçetesi	36
<b>Tablo 8</b>	Ekmek örnek kodları ve açıklamaları	37
<b>Tablo 9</b>	Ekstraktların ve Ekşi Hamurun Mikrobiyolojik Sayımları	42
<b>Tablo 10</b>	Ekşi hamur ve ekstraktların pH değerleri	43
<b>Tablo 11</b>	Ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca belirlenen rope/sünme sporu sayıları	44
<b>Tablo 12</b>	Ekmek örneklerinin depolama sırasında nem içeriği (%) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi	45
<b>Tablo 13</b>	Ekmek örneklerinin su aktivitesi ( $a_w$ ) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi	46
<b>Tablo 14</b>	Ekmek örneklerinin depolama sırasında toplam asitlik değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi	48
<b>Tablo 15</b>	Ekmek örneklerinin pH değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi	49
<b>Tablo 16</b>	Görünüş & renk, doku ve tat & kokuya göre örneklerin beğeni puanları	52
<b>Tablo 17</b>	Tüm beğeni seçenekleri için en yüksek beğeni skorları ve yüzdeleri	53

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No	Şekil Adı	Sayfa No
Şekil 1	Ülkelerin ekşi maya ve fermente tahıl bazlı ürün tercihlerine ilişkin dağılımı	6
Şekil 2	1991-2021 yılları arasında dünya çapında ekşi maya kullanımına ilişkin veriler	7
Şekil 3	Ekmek yapımında mayanın şekerleri (glukoz) parçalayarak etil alkol ve CO <sub>2</sub> oluşturması	10
Şekil 4	Üretim şekillerine göre ekşi maya çeşitlerinin sınıflandırılması	12
Şekil 5	Türkiye’de şerbetçiotu yetiştirilen iller	27
Şekil 6	Ayva meyvesinin anavatanı ve dünyaya yayılışı	28
Şekil 7	Dünyada en çok ayva üretimi yapan ülkeler	29
Şekil 8	Geleneksel yöntemle ekşi maya üretimi	32
Şekil 9	Ekmek üretim süreci	37
Şekil 10	Ekmek örneklerinin kelime bulutu görselleri	51

# BİRİNCİ BÖLÜM

## GİRİŞ

Fermantasyon ve fermente ürünler tarihi çok eski dönemlere kadar uzanmaktadır. Günümüzde ise fermente ürünler, gıda endüstrisinde önemli bir yer tutan, üzerine birçok bilimsel çalışma yapılan ve uluslararası düzeyde ticarete büyük paydaya sahip ürünlerdir. Bu bağlamda fermantasyon prosesinin gelecekte de yeni bilimsel gelişmelerle çok daha farklı boyutlara ulaşacağı öngörülmektedir. Gıda işlemede fermantasyonların temel amacı, gıdaların korunmasıdır. Ayrıca ürünün tipik yapı, tat ve aroma bileşiklerinin oluşturulması ya da bu özelliklerin geliştirilmesi de genellikle bu süreçlerde gerçekleştirilmektedir. Fermantasyonun ana rolleri arasında; (i) organik asitler, etanol ve bakteriyosinler aracılığıyla gıdaların korunması, (ii) besinsel değerin artırılması, (iii) patojenlerin inhibisyonu ya da toksik bileşiklerin uzaklaştırılması yoluyla gıda güvenliğinin artırılması ve (iv) gıdaların duyu niteliklerinin artırılması yer almaktadır. Bu fonksiyonlar, hammaddeye katılan starter kültür mikroorganizmalarının aktiviteleri sonucu ortaya çıkmaktadır. Bu bilgiler doğrultusunda starter kültürleri; "fermantasyonun başlatılması ve fermente gıdaların tipik yapısal ve aromatik özelliklerinin geliştirilmesi amacı doğrultusunda hammaddeye katılan mikroorganizma kültürleri" olarak tanımlamak olasıdır (Akçelik ve Akçelik, 2019; Anlı, 2019).

Mayalar, peynir, ekmek, sirke, şarap gibi çeşitli fermente gıdaların üretiminde kullanılmaktadır (Komatsuzaki vd., 2016). Mayalar geniş bir alana yayılmış olup su, toprak, meyve ve çiçek gibi doğal ortamlarda bulunmaktadır (Manwar vd., 2013). Ekmek mayası veya *Saccharomyces cerevisiae*, hamur fermantasyonu ile üretilen fırıncılık ürünlerinde önemli bir bileşendir (Komatsuzaki vd., 2016). Fırıncı mayası (ticari maya) olmadan ekmek üretimi için, geleneksel olarak, karbonhidratları asit oluşturmak üzere fermente eden laktik asit bakterileri (LAB) kullanılmaktadır. LAB'nin metabolizmalarındaki farklılıklardan ileri gelecek şekilde, karbonhidrat fermantasyonu sonucu, hamurun son kalitesini de etkileyen farklılıklar ortaya çıkmaktadır. Laktik asit ile birlikte asetik asit, etil alkol, karbondioksit ve diğer bileşikler dahil olmak üzere önemli miktarda uçucu asit oluşturan heterofermentatif laktik asit bakterileri, aromatik bir kompleks oluşumuna neden olur (Grevstova vd., 2020). Mikrobiyolojik çalışmalarda ekşi mayada çoğunlukla *Lactobacillus* cinsine ait birçok laktik

asit bakterisi türü ile özellikle *Saccharomyces* ve *Candida* cinslerine ait maya türleri başta olmak üzere birçok mikroorganizma türü izole edilmiş ve tanımlanmıştır (De Vuyst ve Neysens, 2005).

Dünya genelinde en yaygın ve en eski gıda maddelerinden biri ekmektir (Canesin ve Cazarin, 2021). Ekmek un, tuz, maya ve suyun karıştırılarak yoğrulması, mayalanması ve pişirilmesi ile oluşmaktadır (Anonim, 2012; Özkaya, 2019; Badem, 2021). Pek çok ülkede özellikle Batı Avrupa’da günlük diyetle karbonhidrat gereksiniminin yarısı, protein gereksiniminin yaklaşık üçte biri, B grubu vitaminlerinin yarısından fazlası, E vitamini gereksiniminin dörtte üçü ekmekten temin edilmektedir ve ekmek halen dünya genelinde en elzem gıda maddesi niteliğini korumaktadır. Bir tahıl ülkesi olan ülkemizde de beslenme alışkanlıkları ve sosyoekonomik yapı nedeniyle ekmeğin diyetlerde daha da önemli hale geldiği kayıtlara geçmiştir. Türkiye günlük yaklaşık kişi başı 400 gram ekmek tüketimi ile dünya genelinde en çok ekmek tüketen ülkelerden biridir (Özkaya, 2019; Badem, 2021; Ünal, 2010). Diğer taraftan son zamanlarda kaliteli, sağlıklı özelliklere sahip ve hijyenik koşullarda üretilen ekmeklere karşı tüketicilerin ilgisi artmaktadır. Bu nedenle ekşi mayalı ekmek üretimi yeniden mühim hale gelmektedir (Catzeddu, 2021).

Ekşi maya, temelde heterofermentatif suşlar olan laktik asit bakterileri (LAB) ile fermente edilmiş, ortamda laktik asit ve asetik asit üreterek son ürünün ekşi bir tat kazanmasını sağlayan un ve su karışımından oluşmaktadır. Ekşi maya, teknolojik özelliklerin (örneğin, iyileştirilmiş hamur işlenebilirliği), besinsel özelliklerin (örneğin fitat hidrolizi yoluyla), organoleptik özelliklerin (örneğin ekmek hacmi, kırıntı dokusu ve lezzeti) geliştirilmesini ve bu özelliklerin muhafaza edilmesini (raf ömrü) sağlamak için ekmek hamurunun hazırlanmasında önemli bir rol oynamaktadır (Hammes ve Ganzle, 1998). Fermente hamurlar, LAB'nin baskın mikroorganizmalar olduğu ve çoğunlukla yüksek konsantrasyonlarda bulunan mayalarla birlikte ortamda bulunan çok karmaşık biyolojik ekosistemlerdir. Tüketiciler açısından ekşi mayalı ekmeklerin tat, aroma ve besleyici özellikleri gibi büyüleyici özellikleri sayesinde, içinde bulunduğumuz dönemde standart ticari mayalı ekmeğe göre birçok olumlu yönü bulunmaktadır (Corsetti vd., 2003).

Tam tahıllı ürünlerde ekşi maya uygulamalarının insan sağlığı yönünden faydalarından biri de laktik asit bakterileri tarafından fitat yıkımının gerçekleştirilmesi,



magnezyum ve fosfor çözünlüğüünün artmasıdır (Lopez vd., 2001). Bunun haricinde ekşi mayalı ürünlerde nişasta sindirilebilirliğinin azalması ile birlikte obezite ve tip 2 diyabet gibi rahatsızlıklara karşı avantaj sağlanabileceği de belirtilmektedir (Katina vd., 2005).

Ekşi hamur, ekmeğin glisemik indeksini düşürmekte, diyet lifi özelliklerini geliştirmekte, biyoaktif peptidler serbest hale geçmekte ve mineraller ile vitaminleri ve fitokimyasalların emilimini artırabilmektedir. Bu bağlamda, sağlığı koruma söz konusu olduğunda öne çıkan rahatsızlıklar; yüksek kolesterol, kardiyopatiler, otoimmün hastalıklar, bağırsak sendromu, kolit, kanser ve diyabet olarak sıralanabilir. Ayrıca yapılan bir çalışmada, LAB kullanılarak üretilen ekşi mayalı ekmekte, pişirme sırasında oluşan ve kansorejen bir bileşik olan akrilamid oluşumunda azalma olduğu gözlemlenmiştir (Canesin ve Cazarin, 2021).

Yapılan tez çalışmasında starter kültür olarak kullanılan şerbetçiotu ve ayva ekstraktlarının ekmeğin fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerini nasıl etkilediği ve ekmek kalitesinde hangi farklılıklara yol açtığını belirlemek amaçlanmıştır. Literatürde spontane fermantasyon tekniği ile meyve ve gıda maddelerinin ekmek hamuruna dahil edilmesinde doğrudan yöntem kullanımına ilişkin bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca literatürde ekşi maya üretiminde ayva kullanımına ilişkin bir araştırma da yer almamaktadır.

İnsanlar daha sağlıklı bir yaşam sürdürebilmek için fonksiyonel gıdalara yöneldiğinden, bu tezdten elde edilecek sonuçların gastronomi alanında ekşi mayalı ekmeğin yeni formülasyonlarının geliştirilmesine katkı sağlama potansiyeli bulunmaktadır. Ayva ve şerbetçiotu gibi yerel bitkilerin ekmek üretiminde kullanılmasının yenilikçi ve fonksiyonel özellikte ürün üretimi gerçekleştirmek yoluyla hem gastronomi ve gıda sektörüne hem de bölgesel ve ulusal ölçekte ekonomiye katkı sağlama amaçlanmıştır.

## İKİNCİ BÖLÜM

### KURAMSAL ÇERÇEVE/ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

#### 2.1. Ekmek

Tarihsel açıdan ekmeğin ortaya çıkışı ile ilgili net bir bilgi olmasa da konuyla ilgili genel görüş, ekmeğin M.Ö. 2000'lere dayanan eski bir geçmişe sahip olduğu yönündedir (Özer vd., 2020; Özkaya, 2019; Ünsal, 2011). İlk ortaya çıkan ekmeğin mayasız yassı ekmekler olduğu, Antik Mısır ile birlikte insanların ekmeğin mayalama konusunda bilgi sahibi oldukları belirtilmektedir (Cappelle vd., 2023; Özkaya, 2019; Ünsal, 2011). Ekmeğin fermentasyon işleminin başlangıcı temel olarak ekşi mayaya dayanmaktadır. İnsanoğlu asırlarca ekmeğin mayalamak için ekşi mayayı kullanırken 19. yüzyılın sonlarında *Saccharomyces cerevisiae*'nin endüstriyel mayalama maddesi olarak üretilmesiyle ticari maya ekşi mayanın yerini almıştır (Ganzle ve Salovaara, 2019; Özer vd., 2020).

Standartlaştırılmış ve metabolik olarak aktif ekmeğin mayasının mevcudiyeti ve mayalandırma için gereken sürenin önemli ölçüde azaltılması, ticari mayanın tek fermentasyon organizması olarak kullanılmasına yol açmıştır. Yirminci yüzyıl boyunca, unlu mamullerde mayalama maddesi olarak ekşi mayanın kullanımı, Panettone (İtalya), özel bagetler (Fransa) veya San Francisco ekşi mayalı ekmeği (Amerika Birleşik Devletleri) gibi özel ürünlerle sınırlı kalmıştır. Bu ürünlerde tipik görünüm ve lezzetin elde edilebilmesi için ekşi maya vazgeçilmezdir (Ganzle ve Salovaara, 2019).

Ekşi maya günümüzde ekmeğin üretiminde faydalanılan bir ürün olmasına rağmen ekmeğin yapım sürecinde oluşturduğu zorluklar sebebiyle ticari ekmeğin mayası daha yaygın olarak kullanılmaktadır. Ticari mayanın ekmeğin üretiminde güvenilir ve hızlı mayalama gerçekleştirilmesi sebebiyle esnafların ve endüstriyel üretim yapan firmaların ihtiyaçlarını kolayca karşılamaktadır. Ticari mayalı ekmeğin ile ekşi mayalı ekmeğin kıyaslandığında birçok organoleptik, besleyici ve fiziksel ayırımı gözle çarpılmaktadır. Örneğin, ekşi mayalı ekmekler ticari mayalı ekmeklere göre daha yoğun, ekşi ve asidik tat ile iç kısım yoğunluğu daha fazla olan ve daha uzun raf ömrüne sahip ürünlerdir. Bunlara ek olarak ekşi mayalı ekmeğin, pek çok bilimsel araştırmada da gösterildiği gibi, düşük glikemik indeks (GI) ve daha yüksek mineral biyoyararlanımına sahip, daha besleyici özelliklere sahip bir üründür (Gobbetti vd., 2019;

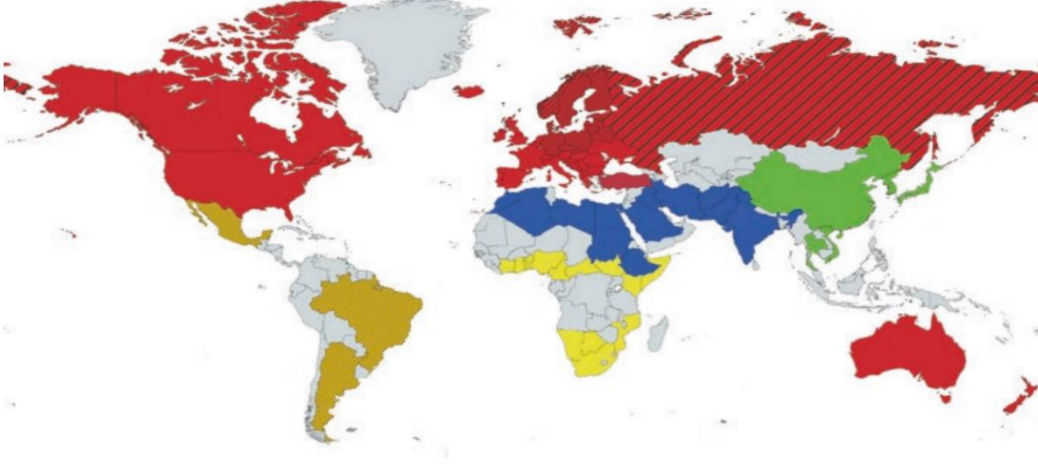
Abedfar vd., 2018; Canesin ve Cazarin, 2021; Sakandar vd., 2019).

Ekşi mayalı ekmeklerin günümüzde daha sık talep edilmesinin sebepleri arasında; ekşi mayanın ekmekte bayatlamayı ve mikrobiyolojik bozulmayı geciktirerek ürünün raf ömrü süresini artırması, hacim ve yapı gibi özellikleri ile ürünün besin değerlerinde geliştirici etki göstermesi, tat ve aromayı iyileştirmesi gibi özelliklere sahip olması yer almaktadır (Canesin ve Cazarin, 2021; Zugic-Petrovic vd., 2009).

Ekşi hamur, tat, doku ve raf ömrünü artırmak ve katkı maddelerinin yerini almak için buğday ve çavdar ekmekleri üretiminde katkı maddesi olarak giderek daha fazla kullanılmaktadır. Günümüzde ekşi hamurun önemli bir kısmı fırınlarda fermente edilmemekte, fırıncılık endüstrisine kurutulmuş veya başka bir şekilde stabilize edilmiş preparatlar halinde tedarik edilmektedir. Avrupa'da üretilen ekmeğin yaklaşık %80'i ve Kuzey Amerika'da üretilen ekmeğin ise artan bir oranda, ekşi hamur veya ekşi hamur ürünlerinin kullanımı ile üretildiği bildirilmektedir (Ganzle ve Salovaara, 2019). Ekşi maya ve ilgili unlu mamullerin tarihi, tarımın başlangıcından günümüze kadar insan uygarlığının tüm gelişimini takip etmektedir. Tahıllardan yapılan ekşi mayalı ekmek ve diğer ekşi mayalı unlu mamuller, tarımsal uygulamalardan teknolojik süreçlere ve kültürel mirasa kadar farklı bilgi türlerini özetleyen gıdalara örnek ürünleridir. Ekmek, ılıman iklimlerde insanın geçimiyle yakından ilişkili olmasıyla birlikte gelenek, sivil toplum uygulamaları ve din ile yakından bağlantılıdır (Cappelle vd., 2023; Ünsal, 2011).

Temel bir gıda maddesi olan ekmeğin ve benzer fermente ürünlerin tüketilmediği çok az ülke vardır. Ekmek ürünleri, her biri oldukça farklı ve çok ayırt edici özelliklere dayanan birçok biçim alacak şekilde evrimleşmiştir. Yüzyıllar boyunca, dünyanın dört bir yanındaki fırıncılar, istenen ekmek kalitesini elde etmek için mevcut hammaddeleri en iyi şekilde nasıl kullanacaklarına dair birikmiş bilgilerini kullanarak geleneksel ekmek çeşitlerini geliştirmişlerdir. Genellikle bu, önceden var olan işleme tekniklerini uyarlayarak ve değiştirerek ve bazen tamamen yenilerini geliştirerek olmuştur. Günümüzde bilimsel çalışmalara ve teknik gelişmelere bağlı olarak, ekmek üretiminde daha hızlı ve daha uygun maliyetli yöntemler geliştirilmektedir. Ancak buna rağmen fırıncılar, tüketicilerin taze, sağlıklı ve lezzetli ekmek taleplerini karşılamak üzere mevcut hammaddeleri ve işleme yöntemlerini entegre ederek toplu bilgi, deneyim ve zanaat becerilerini kullanmaya devam

etmektedir (Cauvin, 2015). Türkiye’de tüketim sıklığına göre sırasıyla beyaz ekme , yufka ve bazlama tercih edilmektedir (Bulduk, 2016). Ülkelerin ekşi maya ve fermente tahıl bazlı ürünleri tercihlerine ilişkin dağılım Şekil 1’de gösterilmiştir.

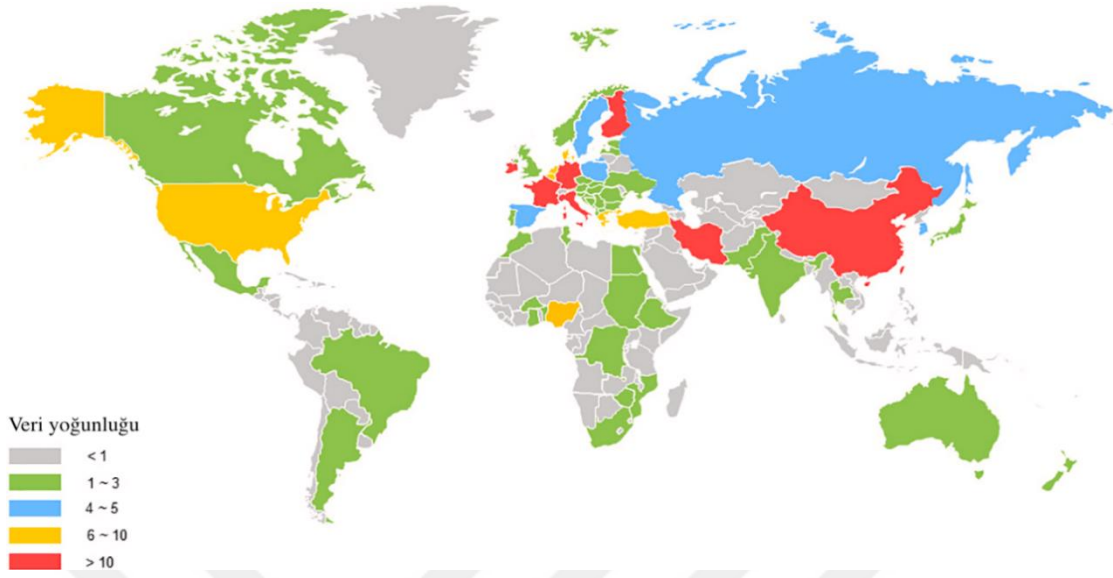


Şekil 1. Ülkelerin ekşi maya ve fermente tahıl bazlı ürün tercihlerine ilişkin dağılımı

( lkeler ekme  veya tahıl ürünü tercihlerine göre renk kodludur. Kırmızı renk; buğday ekmeği dahil tatlı unlu mamulleri, Őeritli kırmızı renk;  avdar ekmeği, mavi yassı ekme leri, yeŐil renk; buharda piŐmiŐ beyaz ekmeği, sarı renk; mısır, darı veya sorgumdan üretilen içecekler ve lapaları, gri renk ise ekşi maya kullanımına dair veri olmadığını ifade etmektedir) (Cappelle vd., 2023).

Günümüzde fermantasyon sürecinin daha hızlı gerçekleŐmesini sağladığı için ticari maya kullanılmasına rağmen dünya genelindeki trendler, hamur hazırlama teknoloğisi ve ekme  üretiminde ekşi maya kullanımına doğru yönelmektedir (Bobe a vd., 2022).

Şekil 2’de 1991 ile 2021 yılları arasında dünya genelinde ekşi maya kullanımı ile ilgili veriler sunulmuştur. Geleneksel açıdan ekşi maya kullanımı kültürümüzün bir parçası olduğundan ve asırlarca süregelen deneyimlerimiz sayesinde ülkemiz ekşi mayalı ürünler açısından avantajlı bir konuma sahiptir (Ma, vd., 2021).



Şekil 2. 1991-2021 yılları arasında dünya çapında ekşi maya kullanımına ilişkin veriler (Ma vd., 2021).

## 2.2. Ekmek Bileşenleri

Ekmek un, su, tuz, maya ve gerektiğinde yönetmelikte izin verilen katkı maddelerinin karışımı ile tekniğine uygun bir şekilde yoğurma, pişirme ve soğutma işlemlerinin gerçekleşmesiyle elde edilen temel gıda maddesidir (Anonim, 2012; Bulduk, 2016; Erginkaya ve Kabak, 2017; Ünüvar, 2008). Ekmek tebliğinde geçen bileşenler haricinde çeşitli hububatlar, kepekler ve farklı çeşniler de ekmek yapımında kullanılmaktadır (Özer vd., 2020).

### 2.2.1. Un

Türk Gıda Kodeksi Buğday Unu Tebliği'ne göre buğday unu “Yabancı maddelerden temizlenmiş ve tavllanmış buğdayların tekniğine uygun olarak öğütülmesiyle elde edilen unlar” olarak tanımlanmıştır (Anonim, 2013). Ekmek yapımında temel olarak faydalanılan buğday unu başlıca protein olmakla birlikte içerdiği karbonhidrat, nişasta, vitamin, mineral ve enzimlerle ekmeğin teknolojik ve besinsel açıdan kalitesini doğrudan etkileyen önemli bir faktördür (Özer vd., 2020). Ekmek yapımında kullanılacak unun özellikleri ise sert

buğdaydan elde edilen güçlü, su kaldırma kapasitesi yüksek, su ile karıştırıldığında hamura esneklik ve dayanıklılık kazandıracak düzeyde gluten içeriğine sahip olan, gazı hapsedecek ve amilaz enziminin aktif olmasını sağlayacak, %14'ten fazla nem içeriğine sahip olmayan ve görüntü açısından kusur barındırmayan un olmalıdır (Bulduk, 2016; Özkaya, 2019; Ünüvar, 2008).

### 2.2.2. Su

Ekmeğin bir diğer esas bileşeni ise sudur. Su ekmeğin viskozite ve elastik yapı kazanmasında önemli rol oynamaktadır. Un ve suyun karışımı sayesinde hamurda gluten ağı oluşumu sağlanmaktadır. Hamur içerisindeki tuz, şeker veya ilave maddelerin çözünmesi de su sayesinde olmaktadır. Hamur içindeki mayanın aktifleşerek fermantasyonun başlaması için ve fermantasyon sırasında enzimler ile diğer kimyasal faaliyetlerin başlaması açısından su çok önemlidir. Ekmek hamurunun teknolojik açıdan istenilen biçimde işlenebilmesi ve nihai ürünün kaliteli olabilmesi adına hamura katılan su miktarı ve suyun bileşimi de önemlidir (Artık vd., 2011; Özer vd., 2020; Özkaya, 2019; Schiraldi ve Fessas, 2012).

Suyun miktar açısından eksik veya fazla kullanılması durumunda ekmek hamuru istenen kıvamda olmayacak ve böylece nihai ürünün kalitesini etkileyecektir. Kullanılacak suyun herhangi olumsuz koku veya tada sahip olmaması, mikrobiyel açıdan güvenli olması ve çok sert veya yumuşak, fazla alkali veya asidik olmaması gerekmektedir (Artık vd., 2011; Özer vd., 2020; Özkaya, 2019).

Ekmek üretiminde kullanılacak suyun orta sertlikte olması, gluten proteininin yapısını olumlu yönde etkileyerek ekmek hamurunun istenen kıvamda ve elastikiyette olmasını sağlamaktadır. Suyun sert olması glutenin sertleşmesine yol açarak fermantasyon süresini uzatabilmektedir. Yumuşak sular ise tam tersi bir etki göstererek hamurun hızlı şekilde fermente olmasına yol açabilmektedirler. Bu sebeple kullanılacak suyun orta sertlikte olması fermantasyon sürecinin sağlıklı bir şekilde gerçekleşmesi için önemlidir Ayrıca üretimde kullanılan suyun ekmek hamurundaki mayanın gelişebilmesi için yeterli miktarda mineral madde içermesi de gereklidir. (Özkaya, 2019).

Suyun sertliği haricinde suyun alkali olması da fermantasyon açısından olumsuzluk

yaratmaktadır. Ekmek üretiminde alkali su kullanımı, fermantasyon sırasında artan asitliğin düşmesine yol açarak (pH'nın yükselmesine) enzim aktivitesinin yavaşlamasına neden olmaktadır. Alkali sularda pH'nın optimize edilmesi için hamur içine asetik asit, laktik asit veya monokalsiyum fosfat ilave edilebilmektedir (Özkaya, 2019).

### 2.2.3. Tuz

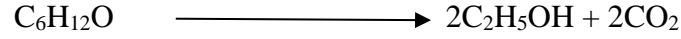
Ekmek üretiminde tuz olarak sofr tuzu veya kaya tuzu kullanılmaktadır. Tuz hem ekmek hamurunda gluten gelişimini destekleyerek hamurun fiziksel olarak elastik ve dirençli olmasını sağlamakta hem de fermantasyon esnasında mikroorganizmaların kontrollü biçimde çoğalmasına yol açarak mayalanma sürecinin sağlıklı bir biçimde gerçekleşmesinde rol oynamaktadır. Ayrıca ekmeğin tat profilinin gelişmesi, raf ömrünü uzaması ve tekstürel özelliklerinin gelişmesi için de tuz oldukça önemli bir bileşendir. Ticari ekmeklerde tuz oranı un miktarının %1'i ile %2'si arasındadır (Artık vd., 2011; Özer vd., 2020; Özkaya, 2019; Ünüvar, 2008).

### 2.2.4. Maya

Unlu mamuller ve özellikle ekmek üretiminde nihai ürünün kaliteli olmasını sağlamak için mayalama aşaması çok önemlidir. Buğday hamurunun mayalanması temelde *Sacharomyces cerevisiae* (ticari maya) veya LAB (ekşi maya) ya da her ikisinin aktivitesinden kaynaklanmaktadır. Gerek ticari maya fermantasyonunda gerekse ekşi maya fermantasyonunda enzimatik aktivite ile birlikte asitlik de artmaktadır(Hajnal vd., 2021).

Mayalar aslında iyi bir B vitamini ve protein kaynağı olan askomisetlere ait mikrobiyal ökaryotlardır. Mayalar, her canlı organizmada gelişen bitki benzeri tek hücreli mantarlardır. Canlı bir organizma olan mantarlar, canlı kalabilmek için uygun sıcaklık, su, albümin veya azotlu maddelere ve şekerlere ihtiyaç duymaktadır. Mayalar tipik olarak küresel, oval veya silindirik şeklindedir ve tek bir *Sacharomyces cerevisiae* hücresi yaklaşık 8 µm çapındadır. Büyüme için gerekli koşullar sıcaklık (optimum 25-30 °C), nem ve besindir (nişasta ve az miktarda şeker). Düşük sıcaklık büyümeyi yavaşlatır, böylece maya sınırlı bir süre saklanabilir. Maya kullanıldığında, en iyi sonuçları elde etmek için koşullar ve ortam ılık tutulmalıdır. Maya hamura eklenmesinin hemen ardından karışımdaki nişastayı

parçalayarak şeker (glukoz), alkol ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) oluşturmaya başlar (Şekil 3). CO<sub>2</sub> kabarcıkları hamurun genişlemesine neden olur. Hamur, baloncukları eşit şekilde dağıtmak için iyice "yoğrulmalı" ve ardından, genellikle orijinal hacminin yaklaşık iki katına çıkacak şekilde tekrar kabarmaya bırakılmalıdır. Karışım çok uzun süre bırakılırsa, alkolün oksidasyonu ile oluşan asit, ürünün tadının ekşimesine neden olmaktadır (Ali vd., 2012).



Şekil 3. Ekmek yapımında mayanın şekerleri (glukoz) parçalayarak etil alkol ve CO<sub>2</sub> oluşturması (Özkaya, 2019).

Ekmek hamurunda fermantasyon *S. cerevisiae* ve LAB'nin metabolik aktiviteleri sonucunda oluşmaktadır. Uygun koşulların sağlanması ile gerçekleşen fermantasyon, nihai ürünün aromatik, lezzetli, düzgün iç yapılı, iyi kabarmış ve kaliteli olmasını beraberinde getirir. Hamur fermantasyonunda temelde iki önemli faktörden rol oynamaktadır; 1. mayaların hamurdaki şekerleri kullanarak CO<sub>2</sub> salınımı yapmasıyla hamurun kabarak hacminin artması, 2. fermantasyon sürecinde hamur pH'sının düşmesidir. Bir diğer faktör ise fermantasyon sırasında enzim aktivitesi sayesinde ortamdaki nişasta ve proteinlerin hidrolizi, glutenin yapısal değişimi ve hamurun hem fiziksel hem kimyasal özelliklerinin değişmesiyle hamur içerisinde daha fazla CO<sub>2</sub> hapsedilmesidir (Erginkaya ve Kabak, 2017; Özkaya, 2019).

### 2.3. Ekşi Maya

Ekşi maya un ve su karışımı içerisinde kendiliğinden gelişebilen LAB ve mayaların oluşturduğu veya starter kültür ilavesiyle oluşturulan mayalama maddesidir (Abedfar vd, 2018; Canesin ve Cazarin, 2021; Catzeddu, 2021; Zugic-Petrovic vd., 2009).

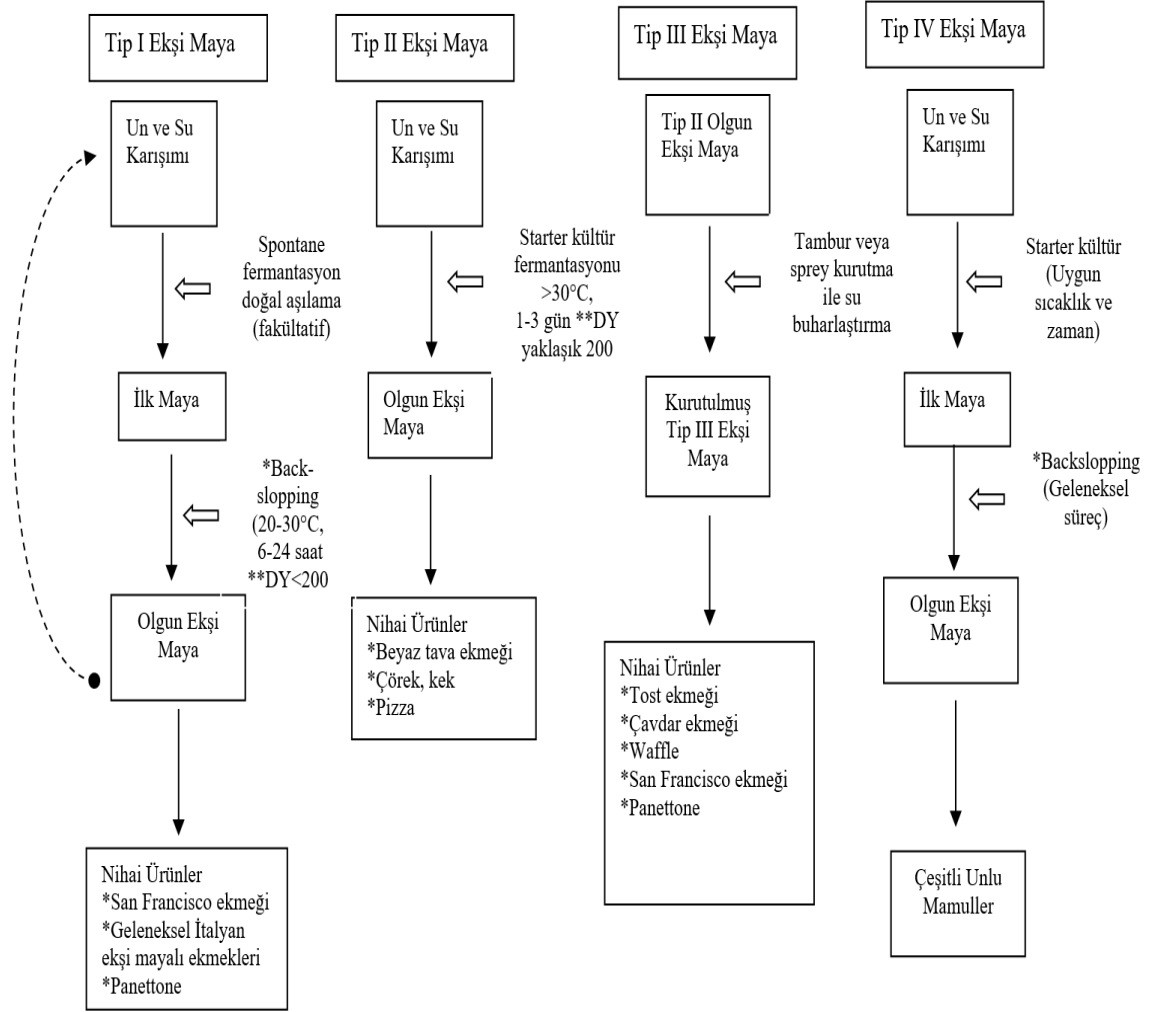
Ekmek mayalama amacıyla kullanılan en eski ve bilindik madde ekşi mayadır. Ekmek hamurunda mevcut mikroorganizmaların fermantasyon işlemini gerçekleştirmesi sonucu hamurun niteliklerini etkileyen metabolitler üretilmektedir. Hamura yeniden su ile unun eklenmesi, geri döndürme (backslopping) olarak bilinmekte, hamurda mevcut mayalar



ve LAB'den meydana gelen bir mikrofloranın oluşmasını sağlayarak hamur tipik ekşi tadını kazanmaktadır. Ayrıca farklı kaynaklardan elde edilen starter kültürlerin un ve su karışımına ilavesi ile ekşi maya oluşturulabilir. Hamurda mayalar çoğunlukla karbondioksit (CO<sub>2</sub>) üretimi gerçekleştirirken, LAB ise temelde laktik asit, asetik asit veya her ikisinin üretimini gerçekleştirmektedir; laktik asit ve asetik asit ekmeğin temel aromatik bileşiklerini üretmektedir. Dahası ekmeğin teknolojik ve besinsel nitelikleri, raf ömrü, aroma profili ve diğer özellikleri ekşi mayadaki mikroorganizmaların metabolik aktivitesinden büyük oranda etkilenmektedir (Catzeddu, 2021).

### **2.3.1. Ekşi Maya Çeşitleri**

Ekmek yapımında kullanılan ekşi maya çeşitleri 4 tip olarak sınıflandırılmaktadır. Bunlar; Tip I, II, III ve IV olarak adlandırılmaktadır. Farklı ekşi maya tipleri Şekil 4'de gösterilmiştir.



Şekil 4. Üretim şekillerine göre ekşi maya çeşitlerinin sınıflandırılması (Papadimitrou vd., 2019).

Tip I ekşi maya mikroorganizmaların spontane gelişimi ile; tip II ekşi maya starter kültür kullanılarak; tip III ekşi maya, tip II ekşi mayanın kurutulması ile; tip IV ekşi maya starter kültür ile başlatılıp sonrasında geleneksel yöntemle devam ettirilen çeşitlerdir.

\*Back-slopping: Geleneksel yöntemle üretilen ekşi mayanın olgunlaşması ve yaşaması için beslenme işlemi,

\*\* DY: Dough Yield; Hamur verimliliği: hamurdaki su oranı + 100 olarak hesaplanmaktadır.

### 2.3.2. Tip I Ekşi Maya

Tip I olarak adlandırılan ekşi maya çeşidi geleneksel olarak (Corsetti ve Setanni, 2007; Yıldız, 2020) un ve suyun karıştırılması ile spontane olmak üzere oluşturulmakta ayrıca meyve, yoğurt gibi farklı gıdalar da bu ekşi mayaların üretiminde mikroorganizma kaynağı olarak kullanılabilir. Spontane oluşturulan ekşi mayadaki mikroorganizmaları aktif tutabilmek için bu ekşi mayaların her gün tazelenmesi gerekmektedir. Bu işleme “backslopping” denilmekte ve her gün günde en az 1 kez olacak şekilde 5 ile 10 gün arasında bu işlemin tekrarlanması gerekmektedir (Dinç, 2019; Papadimitriou vd., 2019; Siepmann vd., 2018).

### 2.3.3. Tip II Ekşi Maya

Tip II olarak adlandırılan ekşi mayalar ticari olarak üretilen ekşi maya çeşididir (Yıldız, 2020). Çoğunlukla Tip II ekşi mayalar, uzun süren fermantasyon (2-5 gün) ile hamurda asitleşmeyi sağlayan ve bazı durumlarda süreci hızlandırmak adına 30°C’den yüksek sıcaklıklarda fermente edilerek oluşturulan yarı sıvı halde bulunan kültürlerdir. Tip II ekşi mayaların Tip I’den farkı ise kabartma fonksiyonu göstermesi için *Saccharomyces cerevisiae* ilavesi yapılmasıdır (Corsetti ve Setanni, 2007; De Vuyst vd., 2016; Papadimitriou vd., 2019; Siepmann vd., 2018).

### 2.3.4. Tip III Ekşi Maya

Tip III olarak adlandırılan ekşi mayalar Tip II ekşi mayanın stabilize edilen halinin kurutulmasıyla oluşturulmaktadır. Çeşitli kurutma metotlarından faydalanılarak elde edilen bu ekşi maya çeşidi daha çok nihai ürünün yapısını ve aromasını geliştirmek amacıyla kullanılmaktadır. Tip II ekşi maya gibi Tip III ekşi mayada da kabartma fonksiyonu sağlama açısından bu mayalara ticari maya ilavesi yapılmaktadır (Papadimitriou vd., 2019; Siepmann vd., 2018).

### **2.3.5. Tip IV Ekşi Maya**

Tip IV olarak adlandırılan ekşi maya tip III ekşi mayada olduğu gibi, tip I ve tip II ekşi mayadan oluşturulmaktadır (Siepmann vd., 2019). Tip IV ekşi mayalar bazı kaynaklarda Tip III olarak adlandırılmaktadır (De Vuyst vd., 2017). Fakat tip III ekşi mayadan farklı olarak tip IV ekşi maya tip I ve tip II'nin karıştırılması yoluyla ya da tip I veya tip II ekşi mayalara bal, meyve gibi yardımcı maddelerin ilavesi ile oluşturulmaktadır (Siepmann vd., 2018).

## **2.4. Ekşi Mayada Mikrobiyata**

Ekşi maya esas olarak tahıl unu ve sudan oluşan bir matriste laktik asit bakterilerinin (LAB) ve mayaların mikrobiyal bir ekosistemidir (De Vuyst vd., 2009). Ekşi maya fermantasyonu, un ve su karıştırıldıktan hemen sonra aerobik büyüme ile başlamaktadır. Oksijen tükendiğinde, LAB'nin büyümesiyle anaerobik fermantasyon başlamaktadır. LAB, pH değeri diğer mikroorganizmaların gelişmesi için çok düştüğünde hızlı büyümelerini artıran organik asitler (laktik asit başta olmak üzere) üretmektedir. Böylece LAB, ekşi hamurda en çok bulunan mikroorganizmalar haline gelir ve bu nedenle ekşi hamur işlemenin son aşamalarından sorumludurlar (Savic vd., 2007). Mikrobiyolojik çalışmalar, ekşi hamurda 50'den fazla LAB türünün bulunduğunu ortaya koymuştur (Hammes vd., 2005).

### **2.4.1. Laktik Asit Bakterileri**

Antik çağlardan beri laktik asit bakterileri (LAB), farklı gıdaların fermantasyonu için kullanılmış olup insanoğlunun gıda muhafazası için kullandığı en eski yöntemlerden birinin temelini oluşturmaktadır. LAB'nin kullanımı MÖ 6000'e kadar uzanır, fermente süt ve et ürünlerinin üretimi MÖ 1500'e kadar uzanmaktadır. Tipik LAB, Gram pozitif, spor oluşturmeyen, hareketsiz, katalaz negatif, sitokrom içermeyen, anaerobik ile aerotolerant kok veya çubuklardır, aside dirençlidir ve karbonhidrat fermantasyonunun ana son ürünü olarak laktik asit (LA) üretir (Teneva-Angelova vd., 2018).

LAB çeşitli fermente gıda ürünlerinin güvenlik, organoleptik, sağlığı geliştirici ve teknolojik yönlerinde önemli bir rol oynamaktadır (Axelsson, 2004; Madigan vd., 2019). Laktik asit bakterilerinin alt grupları arasındaki önemli bir fark şekerlerin fermantasyonundan oluşan ürünlere dayanmaktadır. Homofermantatif laktik asit bakterileri ağırlıklı olarak laktik asit üretirken, heterofermantatif laktik asit bakterileri son ürün olarak laktik asidin yanı sıra etanol ve CO<sub>2</sub> başta olmak üzere laktat ve diğer maddeleri de üretmektedir (Madigan vd., 2019).

Ekşi hamurda bulunan LAB, *Lactobacillaceae* (*Fructobacillus*, *Lactobacillus*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Oenococcus*, *Paralactobacillus*, *Pediococcus* ve *Weissella* cinsleri) *Enterococcaceae* (özellikle *Enterococcus* ve *Tetragenococcus* cinsleri) ve *Streptococcaceae* (özellikle *Lactococcus* ve *Streptococcus* cinsleri) familyalarına dahildir. (De Vuyst vd., 2009; Ganzle ve Zheng, 2019). *Enterococci*, *lactococci* ve *streptococci*, ekşi hamurlarda görülen minör cinslerdir (De Vuyst vd., 2017; Corsetti vd., 2007).

Birçok fermente gıda ekosisteminde olduğu gibi, *Lactobacillaceae* familyasına ait bakteriler, ekşi maya ekosistemlerinden en çok izole edilen LAB'dir (Leroy ve De Vuyst, 2004; Ganzle ve Zheng, 2019; Bourdichon vd., 2012; Arora vd., 2021). Tablo 1'de olgunlaştırılmış ekşi mayadan izole edilen ve tanımlanan LAB verilmiştir.

Tablo 1

Olgunlaştırılmış ekşi mayada bulunan homofermentatif ve heterofermentatif LAB çeşitleri (De Vuyst vd., 2023).

<b>Homofermentatif LAB çeşitleri</b>	<b>Heterofermentatif LAB çeşitleri</b>
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i>	<i>Fructilactobacillus sanfranciscensis</i>
<i>Fructilactobacillus sanfranciscensis</i>	<i>Levilactobacillus brevis</i>
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Furfurilactobacillus rossiae</i>
<i>Pediococcus parvulus</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Latilactobacillus sakei</i>	<i>Weissella cibaria</i>
<i>Lacticaseibacillus paracasei</i>	<i>Leuconostoc citreum</i>
<i>Latilactobacillus curvatus</i>	<i>Leuconostoc lactis</i>
<i>Lacticaseibacillus casei</i>	<i>Limosilactobacillus fermentum</i>
<i>Lactiplantibacillus pentosus</i>	<i>Weissella confusa</i>
<i>Lactococcus lactis</i>	<i>Limosilactobacillus pontis</i>
<i>Companilactobacillus alimentarius</i>	<i>Levilactobacillus senmaizukei</i>
<i>Companilactobacillus farciminis</i>	<i>Levilactobacillus parabrevis</i>
<i>Loigolactobacillus coryniformis</i>	<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>
<i>Lactiplantibacillus paraplantarum</i>	<i>Lentilactobacillus kefiri</i>
<i>Lactiplantibacillus xiangfangensis</i>	<i>Lactiplantibacillus xiangfangensis</i>
<i>Lactiplantibacillus xiangfangensis</i>	<i>Fructilactobacillus fructivorans</i>
<i>Fructilactobacillus fructivorans</i>	<i>Fructilactobacillus fructivorans</i>
<i>Lactobacillus helveticus</i>	<i>Levilactobacillus zymae</i>
<i>Enterococcus faecium</i>	<i>Weissella paramesenteroides</i>
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	<i>Weissella viridescens</i>
<i>Pediococcus acidilactici</i>	<i>Levilactobacillus acidifarinae</i>
<i>Companilactobacillus crustorum</i>	<i>Lentilactobacillus hilgardii</i>
<i>Latilactobacillus graminis</i>	<i>Limosilactobacillus frumenti</i>
<i>Lacticaseibacillus rhamnosus</i>	<i>Limosilactobacillus panis</i>
<i>Pediococcus ethanolidurans</i>	<i>Lentilactobacillus buchneri</i>
<i>Companilactobacillus nantensis</i>	<i>Leuconostoc holzapfelii</i>
<i>Companilactobacillus mindensis</i>	<i>Lentilactobacillus parabuchneri</i>
<i>Companilactobacillus kimchii</i>	<i>Leuconostoc gelidum</i>
<i>Lactobacillus acetotolerans</i>	<i>Levilactobacillus namurensis</i>

Tablo 1 'in devamı

---

<i>Lactobacillus gallinarum</i>	<i>Limosilactobacillus reuteri</i>
<i>Enterococcus durans</i>	<i>Leuconostoc kimchii</i>
<i>Enterococcus hirae</i>	<i>Levilactobacillus koreensis</i>
<i>Lactobacillus amylovorus</i>	<i>Secundilactobacillus odoratitofui</i>
<i>Lactococcus garvieae</i>	<i>Secundilactobacillus malefermentans</i>
<i>Ligilactobacillus salivarius</i>	<i>Lentilactobacillus kisonensis</i>
<i>Enterococcus mundtii</i>	<i>Leuconostoc fallax</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Limosilactobacillus mucosae</i>
<i>Lactobacillus crispatus</i>	<i>Limosilactobacillus vaginalis</i>
<i>Lacticaseibacillus pantheris</i>	<i>Weissella fabalis</i>
<i>Lacticaseibacillus zeae</i>	<i>Fructilactobacillus lindneri</i>
<i>Ligilactobacillus agilis</i>	<i>Fructobacillus durionis</i>
<i>Amylolactobacillus amylophilus</i>	<i>Fructobacillus fructosus</i>
<i>Carnobacterium divergens</i>	<i>Furfurilactobacillus siliginis (a)</i>
<i>Companilactobacillus heilongjiangensis</i>	<i>Lentilactobacillus farraginis</i>
<i>Enterococcus cecorum</i>	<i>Lentilactobacillus otakiensis</i>
<i>Enterococcus pseudoavium</i>	<i>Limosilactobacillus secaliphilus</i>
<i>Enterococcus raffnosus</i>	<i>Paucilactobacillus vaccinostercus</i>
<i>Lacticaseibacillus saniviri</i>	<i>Secundilactobacillus collinoides</i>
<i>Lacticaseibacillus songhuajiangensis(a)</i>	
<i>Lactobacillus amylolyticus</i>	
<i>Lactobacillus johnsonii</i>	
<i>Lactobacillus ultunensis</i>	
<i>Liquorilactobacillus uvarum</i>	
<i>Pediococcus argentanicus</i>	
<i>Pediococcus cerevisiae</i>	
<i>Pediococcus inopinatus</i>	
<i>Schleiferilactobacillus perolens</i>	
<i>Streptococcus constellatus</i>	
<i>Streptococcus equinus</i>	
<i>Streptococcus thermophilus</i>	
<i>Tetragenococcus halophilus</i>	

---

## 2.4.2. Mayalar

Ekşi mayalardan çok sayıda maya türü izole edilmiştir fakat bunların sadece bir kısmının fermantasyon sürecinde etkili bir rol aldığı kabul edilebilir. Tablo 2’de ekşi mayalardan izole edilen ve tanımlanan maya çeşitleri görülmektedir.

Tablo 2

Ekşi mayalardan izole edilen mayalar

<b>Türler</b>	<b>Eş Anlamlıları</b>
<i>Candida boidinii</i>	
<i>Candida glabrata</i>	<i>Torulopsis glabrata</i>
<i>Candida humilis</i>	<i>Candida milleri</i>
<i>Candida parapsilosis</i>	
<i>Candida stellata</i>	<i>Torulopsis stellata</i>
<i>Debaryomyces hansenii</i>	<i>Torulopsis candida, Candida famata</i>
<i>Dekkera bruxellensis</i>	<i>Brettanomyces custersii</i>
<i>Galactomyces geotrichum</i>	<i>Geotrichum candidum</i>
<i>Issatchenkia orientalis</i>	<i>Candida krusei</i>
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	
<i>Pichia anomala</i>	<i>Candida pelliculosa, Hansenula anomala</i>
<i>Pichia fermentans</i>	<i>Candida lambica</i>
<i>Pichia ohmeri</i>	
<i>Pichia subpelliculosa</i>	<i>Hansenula subpelliculosa</i>
<i>Pichia minuta var. minuta</i>	<i>Hansenula minuta</i>
<i>Saccharomyces bayanus</i>	<i>Saccharomyces inusitatus</i>
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Saccharomyces fructuum</i>
<i>Saccharomyces exiguus</i>	<i>Torulopsis holmii, Candida holmii, Saccharomyces minor</i>
<i>Saccharomyces kluyveri</i>	
<i>Saccharomyces servazzi</i>	
<i>Saccharomycopsis fibuligera</i>	<i>Endomyces fibuliger</i>
<i>Saturnispora saitoi</i>	<i>Pichia saitoi</i>



Tablo 2'nin devamı

<i>Torulospira delbrueckii</i>	<i>Torulopsis colliculosa</i> , <i>Candida colliculosa</i> , <i>Saccharomyces rosei</i> , <i>Saccharomyces delbrueckii</i> , <i>Saccharomyces inconspicuus</i>
<i>Torulospira pretoriensis</i>	<i>Saccharomyces pretoriensis</i>

(Hammes vd., 2005)

## 2.5. Meyve ve Sebzelerde LAB

Su aktivitesi, tuz konsantrasyonu ve sıcaklık gibi uygun ortam koşulları olduğunda, çiğ sebze ve meyvelerde spontane laktik asit fermantasyonu gerçekleşebilir. Bazı durumlarda aynı zamanda alkol fermantasyonu da gerçekleşmektedir. Genellikle Gram-negatif bakteriler laktik asit fermantasyonunun erken aşamasında inhibe olur. Backslopping (örneğin, az miktarda önceden ve başarıyla fermente edilmiş bir hammadde ile aşılama), kendiliğinden fermantasyonu başlatmanın ve izlemenin en kolay yoludur. Backslopping geleneksel olarak lahana turşusu fermantasyonu için süreci kısaltacak ve başarısızlık riskini azaltacak yönde, fermantasyona en iyi adapte olmuş suşların baskınlığını desteklemek için kullanılır (Leroy ve De Vuyst, 2004). Genel olarak, sebze ve meyvelerin spontan fermantasyonu, mayalarla birlikte veya mayalar olmadan, hetero- ve homo-fermentatif laktik asit bakterilerinin birlikte gelişimini içerir (Plengvidhya vd., 2004). Kısaca spontan laktik asit fermantasyonundan sorumlu olan mikroorganizmalar, çiğ sebze ve meyvelerin mikrobiyotasının ana bileşimini yansıtmaktadır (Harris, 1998; Karovičová ve Kohajdová, 2003; Tamminen, vd., 2004; Kim ve Chun, 2005).

Meyveler önemli mikroorganizma ve substrat kaynaklarıdır. Genel olarak meyve yüzeylerinde bulunan mikrobiyel topluluklar çoğunlukla mayalar olmakla beraber daha az olarak LAB ve diğer aerobik canlılardır. Meyve ve çiçeklerde en sık saptanan LAB türleri *Enterococcus faecium*, *Enterococcus faecalis*, *Lactobacillus plantarum*, *Furfurilactobacillus rossiae* (eski adıyla *Lactobacillus rossiae*), *Leuconostoc mesenteroides*, *Leuconostoc pseudomesenteroides*, *Weissella cibaria* ve *Weissella confusa*'dır (Di Cagno vd., 2013; Comasio vd., 2021). Bunların dışında fructophilic LAB türleri, *Fructobacillus durionis*, *Fructobacillus ficulneus*, *Fructobacillus fructosus*,

*Fructobacillus pseudoficulneus* , *Fructobacillus tropaeoli*, *Fructilactobacillus florum* (eski adıyla *Lactobacillus florum* ) ve *Apilactobacillus kunkeei* (eski adıyla *Lactobacillus kunkeei* ), yanı sıra çeşitli asetik asit bakteri türleri (esas olarak *Gluconobacter* türleri) meyveler, çiçekler ve sebzelerde yaşamaktadır (Endo vd., 2009; Endo vd., 2018). Meyveler bir un-su karışımına eklendiğinde, bu mikroorganizmalar ekşi hamur fermantasyonu sırasında hayatta kalabilir ve yaygınlaşabilir. Ek olarak meyvede bulunan karbonhidrat ekşi mayada mevcut bakterilerin büyümesi ve gelişmesi için ekstra besin kaynağı olabilir (Comasio vd., 2021). Komatsuzaki ve diğerleri (2016) tarafından yapılan çalışmada ise *S. cerevisiae* türüne ait mikroorganizmaların şeftali ve nektarin çekirdeklerinde, elma yaprağında, meşe palamudunda ve bölgeye ait humuslu toprakta saptandığı ve buradan izole edilen bakterilerin ekmek yapımı için uygun bakteriler olduğu belirtilmiştir.

Meyve ve sebzeler pek çok laktik asit bakterisinin kaynağıdır. Domates, kabak, havuç, salatalık, patlıcan, kırmızı pancar, kapari, ananas, erik, kivi, papaya, rezene, kiraz, lahana, biber, kavun, marul ve böğürtlen laktik asit bakterilerinin doğal olarak bulunduğu meyve ve sebzeler olduğu yapılan çok sayıda araştırmada saptanmıştır (Di Cagno vd. 2013).

Meyve ve sebzelerde doğal yollarla bulunan bazı LAB türleri Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3

Bazı meyve ve sebzelerde bulunan LAB türleri

<b>Laktik Asit Bakteri Türleri</b>	<b>Kaynak</b>
<i>Lactobasillus plantarum</i>	Domates, sakız kabağı, havuç, salatalık, patlıcan, kırmızı pancar, kapari, ananas, erik, kivi, papaya, rezene, kiraz, lahana
<i>Lactobasillus pentosus</i>	Kapari, papaya, patlıcan, salatalık
<i>Lactobasillus rossiae</i>	Ananas
<i>Lactobasillus fermentum</i>	Fransız fasulyesi, kırmızı pancar, kapari, patlıcan, kavun kabuğu
<i>Lactobasillus curvatus</i>	Biber
<i>Lactobasillus brevis</i>	Domates, kapari, patlıcan, lahana, salatalık, kavun kabuğu
<i>Lactobasillus paraplantarum</i>	Lahana, kapari
<i>Leuconostoc mesenteroides subsp.</i>	Beyaz lahana, havuç, biber, salatalık, patlıcan, marul, kiraz
<i>Weissella soli</i>	Havuç
<i>Weissella confusa, Weissella cibaria</i>	Biber, domates, böğürtlen, papaya
<i>Enterococcus faecalis, Enterococcus faecium</i>	Fransız fasulyesi, domates, kapari, kavun kabuğu
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	Fransız fasulyesi, domates, salatalık, kapari, kiraz, lahana

(Di Cagno, vd., 2013).

## 2.6. Ekmekte Raf Ömrü ve Meydana Gelen Bozulmalar

Hiçbir gıda orijinal ve optimal kalitesini sonsuza dek koruyamaz. Bu nedenle depolama sırasında ürünün kabul edilemez hale gelmesine yol açacak bazı bozulmaların meydana gelmesi kaçınılmazdır. Üründe herhangi bir değişimin meydana gelmediği ve istenen kalitenin korunduğu süre “raf ömrü” olarak adlandırılmaktadır. Bu süre içinde ürün sağlık ve hijyen açısından güvenilirdir, besin değerlerini korur, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik karakterini sürdürür (Betts, 2006).

Lezzet ve doku kalitesinde zamana bağılı kayıp, genellikle ekmeğin bayatlaması olarak tanımlanmaktadır. Kırıntı sertliği önemli ölçüde artmakta, ekmeğin kabuğunun gevrekliği azalmakta ve ekmeğin bayat bir tada bürünerek kokusunu kaybetmektedir. Bu karmaşık fiziksel ve kimyasal olaylar, pişirme sırasında jelatinleşen nişasta granüllerinin retrogradasyonunun, ekmeğin nişasta ve protein bileşenleri arasındaki nem alışverişinin, protein fraksiyonu ve nişasta arasındaki etkileşimdeki artışın, ekmeğin suyun yeniden dağılımının ve aromatik moleküllerin uzaklaşmasının bir sonucudur (Schiraldi ve Fessas, 2001).

Bayatlama ve mantar kontaminasyonu, ürüne ve saklama süresine bağılı olarak değişen unlu mamüllerin raf ömrünün azalmasının ana nedenleri arasındadır. Ticari ekmeğin mayası ile yapılan fermantasyon ile karşılaştırıldığında, ekşi hamurun (*L. sanfranciscensis* ve *L. plantarum*), ekmeğin bayatlamasını geciktirdiği bildirilmektedir (Corsetti vd. 1998). Geleneksel ekşi mayanın hazırlanması emek yoğun bir işlem olmasına rağmen, kendine özgü niteliklere sahip mayalı unlu mamuller, tüketicilerin isteklerinin karşılanmasını sağlaması ile ön plana çıkabilmektedir (Gordun vd., 2014). Günümüzde de kullanılan bu fermantasyon yöntemi aynı zamanda ekmeğin besin değerini, tadını, tekstürünü geliştirirken, bayatlamasını geciktirmekte küf ve bakteri gelişimini engelleyerek raf ömrünü uzatmaktadır (Corsetti vd., 2000; De Vuyst ve Vancanneyt, 2007).

Unlu mamullerde bozulmaya yol açan mikroorganizmaların başında mantarlar gelmektedir. Unlu mamullerin su aktivitesi ( $0,75-0,97 a_w$ ), onları kserofilik küflere neden olan bozulmaya karşı duyarlı hale getirmektedir. Görsel olarak üründe olumsuzluklar meydana getirmesinin yanı sıra mantarlar kötü tat oluşumundan ve mikotoksinlerin ve alerjenik bileşiklerin olası üretiminden sorumludur (Nielsen ve Rios, 2000). Ayrıca unlu mamullerin depolama sırasında küflenmesi ciddi bir ekonomik sorundur. (Marin vd., 2002).

Küfler yüksek nem içeriğine ( $a_w=0,94-0,97$ ) ve yaklaşık 5,5-6 pH aralığına sahip başta ekmeğin olmak üzere pek çok unlu mamul için özellikle tehlikelidir. Bu koşullar hasat sonrasında un içerisindeki küfleri geliştirmek için elverişlidir. Küf nedeniyle bozulmaya en elverişli ürünler polietilen ile paketlenmiş dilim ekmeğin ve keklerdir. Bu küflerin yaklaşık %90'ı soğutma ve paketlenme esnasında oluşmaktadır (Magan vd., 2006). Ekmekte bozulmaya yol açan en yaygın türler *Penicillium*, *Aspergillus* ve *Eurotium*'dur. Bunlar

haricinde mayalı beyaz ekmeklerde *Cladosporium*, *Mucorales* ve *Neurospora* da üründe bozulmalara yol açabilmektedir. Ekmekte bozulma hususunda bir diğer önemli faktör depolama sıcaklığıdır. Düşük sıcaklıklarda depolama gerçekleştirildiğinde *Penicillium* türleri tehlikeli iken oda sıcaklığında (20-25 °C) *Aspergillus* ve *Eurotium*, nadiren *Rhizopus* (ekmek küfü olarak isimlendirilmekte) ve *Neurospora* (kırmızı ekmekek küfü) bol miktarda amilaz üretildiği için ekmekte bozulmaya yol açabilmektedir. Ekşi mayalı ekmeklerin pH değeri 4,5 (çavdar ekmeği) ile 5,1 (buğday ekmeği) arasında değişmektedir. Bu ekmeklerin ise *Penicillium* türleri, özellikle *P. roqueforti* ve *P. commune* tarafından bozulma olasılığı daha fazladır. *P. roqueforti* aside karşı oldukça dayanıklı olduğu için ekşi mayalı ekmeklerin bozulmasında rol oynamaktadır (Magan vd., 2006).

Ekmeklerde bozulmaya yol açan bir diğer neden ise rope/sünme olayının gerçekleşmesidir. Farklı sebeplerden ekmeğe bulaşan ısıya dayanıklı sporlar (*Bacillus*) kısa sürede ekmeğin bozulmasına yol açmaktadır. Ekmeğin bozulmasına neden olan başlıca *Bacillus* türleri *B. subtilis* ve *B. licheniformis*'tir. Bununla birlikte, *Bacillus pumilus*, *B. megaterium* ve *B. cereus* gibi diğer türler de söz konusudur (Rosenkvist ve Hansen, 1995). Rope bozulması, ekmekte bu bakterilerin aktivite göstermesi sonucu oluşan bir bozulma türüdür. Ekmekte mikrobiyolojik bozulmaya yol açan organizmalar, *Bacillus* cinsine ait bakterilerin pişirme sürecinde hayatta kalan ısıya dayanıklı sporlarıdır. Ekmekte bakteriyel bozulmaya yol açan bu *Bacillus* cinsi üyeleri “rope” olarak bilinmektedir. Bu durum fırıncılık endüstrisi için büyük bir ekonomik kayba yol açabilmektedir. Özellikle ev yapımı ekmeklere kontamine olan sporlar ekmeğin yapısında ve kokusunda değişikliğe neden olmaktadır. Çalışmalar yüksek pH'a sahip ekmeklerde oda sıcaklığında 2 gün içinde rope geliştiğini göstermektedir (Magan vd., 2006).

Son zamanlarda ekmekek üretiminde koruyucu kullanımının azaltılması ve kepek, tohum gibi hammaddelerin ekmekek hamuruna eklenmesi nedeniyle rope bozulmalarında artış yaşandığı kayıtlara geçmiştir. Ayrıca ekmekte rope bozulmasına neden olan yüksek sayıdaki *B. subtilis* ve *B. licheniformis* türü bakteriler sağlıkla ilgili sorunlara da yol açabilir (Yibar vd., 2012; Rumeus ve Turtoi, 2013).

## 2.7. Ekşi Mayalı Ekmeğin Genel Özellikleri

Ekşi maya yapısında bulunan LAB sayesinde ekmeğin pişme sürecinde Maillard reaksiyonunun ürünü olan, sağlık açısından zararlı akrilamid oluşumunun azalmasına, vitamin ve mineral emiliminin azalmasına yol açan fitik asit içeriğinin düşmesine, yine sağlık açısından olumsuz sonuçlar oluşturabilen gluten içeriğinin azalmasına ve ekmekteki glisemik indeksin düşmesine yol açmaktadır. Sindirim sorunu yaratabilen protein ve karbonhidratların parçalanmasına neden olması ve bu sayede mide ve bağırsak ile ilgili olumsuz durumları en aza indirmesi sayesinde özel beslenmesi gereken bireyler için de fayda sağlamaktadır. Ayrıca ekmeğin hamurunda ve ekmekte antioksidan içeriğinin artmasını sağladığından insan sağlığı açısından pek çok avantajı bulunmaktadır (De Angelis vd., 2006; Gobbetti vd., 2008; Pleassas, 2021).

Sağlık açısından avantajlarının yanı sıra teknolojik, ekonomik, organoleptik avantajlar da ekşi mayalı ekmeğin tercih sebeplerindedir. Ticari mayalı ekmeğe nazaran geç bayatlaması, raf ömrünün daha uzun olması ekonomik açıdan, içerdiği aroma bileşikleri ve tadı sayesinde organoleptik açıdan, hamurun yapısında meydana getirdiği değişimler, daha iyi doku profili, koruyucu madde kullanımına gerek olmayışı ile doğal ve katkısız bir ürün arayışı içinde bulunan tüketicilerin ihtiyaçlarını karşıladığı için teknolojik açıdan üstünlüğe sahiptir (Plessas, 2021).

Literatürde, ekşi mayanın ekmeğin fiziksel ve duyuşsal özelliklerine etkilerinin incelendiği pek çok çalışma bulunmaktadır. Torrieri vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ekzopolisakkarit üreten laktik asit bakterilerinin bulunduğu ekşi mayanın, ekmeğin hacmine ve ekmeğin iç dokusuna olumlu yönde katkı yaptığı belirlenmiştir. Ganzle vd. (2007) ekşi mayanın ekmeğin kalitesine lezzet, doku, küflenmenin gecikmesi (raf ömrü) gibi olumlu yönde katkı sağladığını, Galle ve Arendt (2014) tat, doku ve hacim yönünden ekmeğin yapısına olumlu katkı sağladığını, Zhao vd. (2015) ekşi mayanın ekmekte umami tadını sağladığını, Black vd. (2013) raf ömründe uzama saptandığını, Jansch vd. (2007) doku, hacim ve tat yönünden olumlu gelişmeler sağladığını ortaya koymuşlardır.

## 2.8. Ekşi Mayalı Ekmek Üretiminde Meyve, Sebze ve Diğer Ürünlerin Kullanımı

Literatürde ekşi mayalı ekmeğin üretiminde çeşitli meyve ve sebzelerin kullanıldığı çalışmalar yer almaktadır. Meyveler, sebzeler ve çiçekler birçok LAB ve maya türünü yapılarında doğal olarak bulundurmaktadırlar (Di Cagno vd., 2013; Comasio vd., 2021). Literatürde ekşi maya ve ekşi mayalı ekmeğin üretiminde armut ve portakal (Yu vd., 2018), aronya, (Sim vd., 2019), pitaya (Omedi, Huang ve Zheng, 2019), yıldız meyvesi (Gumelar, 2019), limon suyu ve elma suyu (Comasio, vd., 2021), üzüm, elma ve yoğurt (Gordun vd., 2014), şerbetçiotu (Rak vd., 2018; Nionelli vd., 2018; Grevtsova vd., 2020; Chaplygina vd., 2020) kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır.

Sim vd. (2019) tarafından Kore’de yapılan çalışmada aronya meyvesi ile hazırlanan ekşi mayalı ekmeklerin fenol, antisiyonin ve antioksidan aktivitesinin arttığı ve tüketici yönünden de buğday unu ile hazırlanan ekşi mayaya göre daha çok tercih edildiği belirtilmiştir.

Yu vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada portakal ve armut kullanılarak ekşi maya üretimi gerçekleştirilerek bu mayalardan ekmekler üretilmiş, kontrol örnekleri ile birlikte toplam 4 çeşit ekmeğin hazırlanmıştır. Armut substratı kullanılarak üretilen ekşi maya ile hazırlanan ekmeğin diğer çeşitlere göre en yüksek hacime sahip olduğu, tüketici tercihi yönünden de portakal substratı kullanılarak elde edilen ekşi mayanın kullanıldığı ekmeğin en yüksek puanı aldığı, armut ve portakal substratından elde edilen ekşi mayaların kontrol örneklerine göre farklı laktik asit türleri içerdiği ve her iki çeşit ekmekte de serbest amino asit konsantrasyonunun ciddi ölçüde arttığı saptanmıştır. Omedi, vd. (2019) tarafından pitaya substratı ile hazırlanan ekşi mayadan yapılan ekmeğin antifungal özellik gösterdiği belirtilmiştir. Comasio, vd. (2021) tarafından yapılan elma ve limon suyu eklenen ekşi mayaların ekmeğin aroma bileşiklerini ve organik asit oluşumunu artırdığı ortaya konulmuştur. Chaplygina vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada şerbetçiotu substratından üretilen ekşi mayadan yapılan ekmeğin kalite yönünden geliştiği ve raf ömrünün uzadığı, küf oluşumunun baskılandığı belirtilmiştir.

Minervini vd. (2016) tarafından ekşi maya üretiminde, eklenen bileşenlerin mayanın mikrobiyotasını ve biyokimyasal özelliklerini etkilediği saptanmıştır.

Günümüzde ekmek ve unlu mamullerin raf ömrünü uzatmak ve mikrobiyolojik/kimyasal bozulmaları önlemek amacıyla mikroorganizmaların ve/veya metabolitlerinin kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır (Alvarez vd., 2014; Omedi vd., 2019)

Ülkemizde yürütülen çalışmalarda ise ekşi maya ve ekşi mayalı ekmek üretiminde çilek, siyah havuç, kırmızı pancar ve nar (Paslı, 2015), üzüm, alıç, elma incir (Yıldız, 2020) substratlarının kullanıldığı ve geleneksel fermente ürünlerden boza ve hardaliyenin kullanıldığı (Yılmaz, 2020) görülmektedir.

Bu tez kapsamında ekşi mayalı ekmek üretiminde kullanılan bitkilerden biri şerbetçiotudur. Şerbetçiotu (*Humulus lupulus L.*) çiçeklerinden bira üretiminde (tipik acı tadı vermek amacıyla), ilaç ve kozmetik sanayisinde faydalanılan çok yıllık bir bitki türüdür. Maya otu, Bira otu, Ömer otu, Bira çiçeği ve Sarısarmaşık gibi isimlerle de anılmaktadır (Baytop, 1984 akt.: Başkaya, 2011). Anavatanı tam olarak bilinmese de dünyada farklı bölgelerde tarımı yapılabilmektedir. Şerbetçiotu, 1965 yılından bu yana Türkiye’de Bilecik ilinde yetiştirilmektedir. Mevcut üretim şerbetçiotu talebini karşılamasa da dünya üzerinde en verimli yetiştirme gerçekleştirilen noktanın bu bölge olduğu bildirilmektedir (Şahin, vd., 2012).

Şerbetçiotunun yapısında yer alan bileşikler antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahiptir (Kramer vd., 2014). Ayrıca antiinflamatuvar ve anti kanser özellikleri gösterdiği de belirtilmektedir (Wang vd., 2014). Nionelli vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada şerbetçiotu ekstraktının ekşi mayalı ekmekte mantar gelişimini yavaşlattığı dolayısıyla raf ömrünün uzamasını sağladığı bildirilmiştir. Ayrıca Grevstova vd. (2020) tarafından yapılan çalışmada şerbetçiotu ekstraktı ve yerel bir laktobasil suşu kullanılarak elde edilen ekmekte, şerbetçiotu ve laktobasil kullanımının tat, renk, koku, aroma, kabuk tipi, nem, gözenekli yapı ve asitlik gibi fiziksel ve kimyasal özellikler bakımından ürünün iyileştirilmesine katkıda bulunduğu belirtilmiştir. Türkiye’de şerbetçiotu coğrafi işaretli olarak Bilecik ilinde yetiştirilmektedir (Türk Patent, 2021). TÜİK 2022 verilerine göre Türkiye’de toplam 1051 ton şerbetçiotu üretimi yapılmıştır ve bu üretimin 1047 tonu Bilecik’te gerçekleşmiştir. Türkiye’de şerbetçiotu üretimi yapılan noktalar Şekil 5’te gösterilmiştir.





#### ŞERBETÇİOTU ÜRETİMİ YAPILAN İLLER

- Bilecik
- Muğla

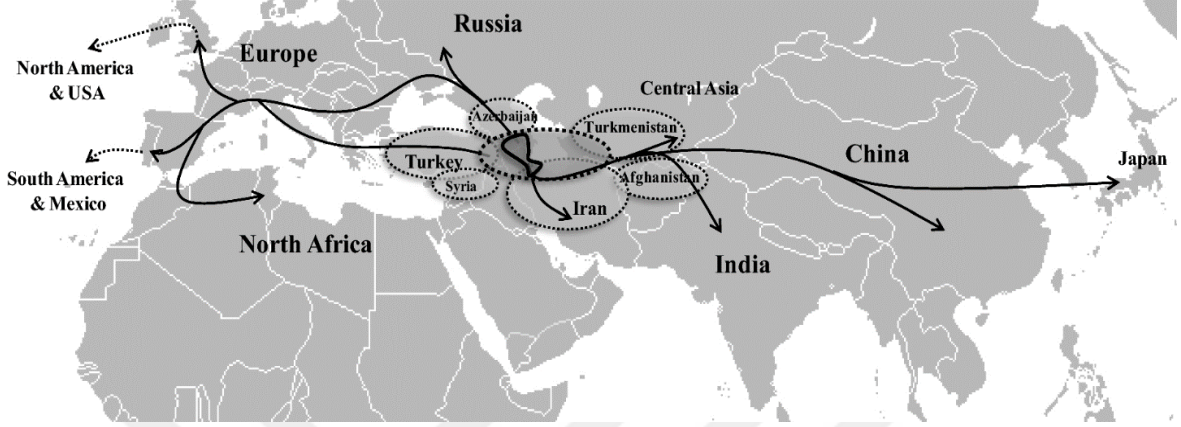
Şekil 5. Türkiye’de şerbetçiotu yetiştirilen iller  
(TÜİK, 2022)

Bu tez kapsamında ekşi mayalı ekmek üretiminde kullanılan diğer bir doğal kaynak olarak ayva meyvesi seçilmiştir.

Ayva (*Cydonia oblonga Miller*) insanoğlunun bildiği en eski meyvelerden biridir ve Antik Yunan ve Antik Roma dönemlerinden beri yetiştirilmektedir. Kesin kökeni bilinmemekle birlikte İran ve Türkistan veya daha batıda Anadolu ve Yunanistan muhtemel bölgelerdir. Ayvanın botanik ismi *Cydonia* adı Girit adasındaki Cydon kasabasından (bugünkü Canea) türetilmiştir. Ayvalar, Güney Avrupa ve Batı Asya'nın bazı bölgelerinde yetiştirilmekte veya doğal fide olarak bulunmaktadır (Skyes, 1972).

Ayva çok sayıda çekirdeği olan bir meyvedir. Meyveleri (10-12 cm çapında) değişken boyutlara ve asimetrik şekillere sahiptir ve karakteristik bir kokuya sahiptir. Kabuk, meyve olgunlaştıkça kaybolan bol miktarda tüyle kaplıdır. Havaya maruz kaldığında kolayca oksitlenen beyaz-sarı posası sert, genellikle asidik ve tadı buruktur (Silva vd., 2004).

Batı Asya bölgesine özgü olmasına rağmen, dünyanın başka yerlerinde de yetiştirilmektedir (Abdollahi, 2019). Şekil 6’da ayvanın anavatanı ve dünya üzerine dağılımı gösterilmiştir.



Şekil 6. Ayva meyvesinin anavatanı ve dünyaya yayılışı (Abdollahi, 2019).

Dünya çapında farklı amaçlarla kullanılacak meyve türlerine olan talep her geçen gün artmaktadır. Yumuşak çekirdekli meyve türlerinden biri olan ayva, en değerli meyvelerden biridir. Tanen içeriğinin yüksek olması nedeniyle ortaya çıkan sert tat, meyvenin taze tüketimini olumsuz etkilese de Türkiye’de bu tüketim yöntemi yaygın olarak tercih edilmektedir (Şahin 2014).

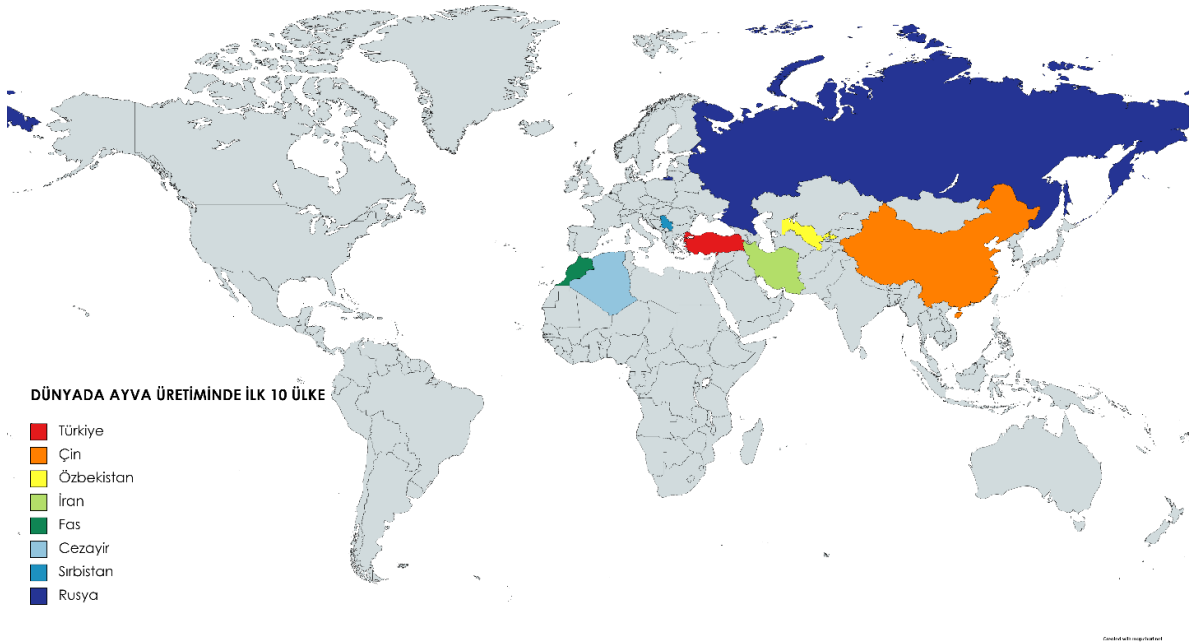
Meyve, çeşitli kimyasal bileşimi nedeniyle çok sayıda tıbbi özelliğe sahiptir. Besin kaynağı olarak karbonhidratlar, yağlar, proteinler, lifler, vitaminler ve mineraller içermektedir. Ayva ayrıca kendine özgü aroması, kokusu, sertliği ve keskinliği ile bilinmektedir. Sağlık açısından birden fazla faydaya sahiptir (Silva vd., 2014; Magalhaes vd., 2009). Ayvanın kan basıncını düşürme, kandaki yağların seviyesini azaltma, öksürüğü giderme ve balgamı azaltma, iştah açma ve ishali durdurma gibi etkilere sahip geleneksel bir Çin ilacı olduğu bildirilmektedir. Ayrıca ayva çoğunlukla kardiyovasküler hastalıklar ve gastrointestinal hastalıkların tedavisinde kullanılmaktadır (Abulizi vd., 2023).

Tüm besin bileşimi ve sağlık yararlarına rağmen, duyuşal özellikleri (sertlik ve burukluk) ve sayısız faydalarının hem çiftçiler hem de tüketiciler tarafından yeterince talep

görmemesi nedeniyle ayva meyvesi, gıda işleme düzeyinde yeterince kullanılmamaktadır. Ancak ayva meyvesine endüstriyel ölçekte de farklı yatırımlar yapılabilir. Meyvenin parçaları pek çok koruyucu kimyasal katkı maddeleri ve güçlendiricilerin yerine geçebilecek önemli bir kimyasal bileşik kaynağı sunmaktadır. Diyetimizi temel vitaminler, mineraller ve antioksidanlar gibi aktif bileşenlerle zenginleştirme kapasitesine sahiptir. Böylece ayva meyvesinin fonksiyonel gıdaya bir bileşen olarak entegre edilmesi gıda endüstrisinde yenilikçi olacağı düşünülmektedir (Al-Zughbi ve Krayem, 2022).

Türkiye dünyada ayva üretiminde lider ülkedir. FAO 2020 verilerine göre Türkiye 2020 yılında 189.251 ton ayva üretimi gerçekleştirerek en çok ayva üreten ülke olmuştur (FAO, 2020). TÜİK 2022 yılı verilerine göre ise Türkiye’de toplam 197.503 ton üretim gerçekleştirilmiştir (TÜİK, 2022).

Dünyada ayva üretimi yapan ilk 10 ülke Şekil 7’de gösterilmiştir. Ülkemizin ayva üretiminde birinci sırada olduğu görülmektedir.



Şekil 7. Dünyada en çok ayva üretimi yapan ülkeler (Yukarıdan aşağıya sıralı biçimdedir) (FAO, 2020).

Bilecik ili Osmaneli ilçesinde de ayva üretimi ön plandadır (Kılıç ve Başkaya, 2018). Evliya Çelebi Seyahatnamesi'nde Osmaneli ayvasının benzersiz olduğunu vurgulamıştır (Osmaneli Belediyesi, 2021). Ayrıca Osmaneli ayva lokumu, 2021 yılında Türk Patent ve Marka Kurumu tarafından coğrafi işaret belgesi ile tescillenmiş bir üründür (Türk Patent, 2021).



## ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

### YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

Ekşi maya yapımında ve ekmek hamurlarının hazırlanmasında Piyale marka un, Buzdağı marka içme suyu, ticari ekmeklerin yapımında Pak yaş ticari maya kullanılmıştır. Ekmek hamurlarının yoğrulması aşamasında Kitchenaid marka (Heavy Duty 4.8, USA) stand mikser, ekmek örneklerinin pişirilmesi için ise Angelo Po marka endüstriyel kombi fırın (İtalya) kullanılmıştır.

Ayva ekstraktı için Bilecik ili Osmaneli ilçesinde yerel üreticiden taze ayva (*Cydonia oblonga Miller*), şerbetçiotu ekstraktı için Bilecik ili Pazaryeri ilçesinde yerel üreticiden işlenmemiş şerbetçiotu (*Humulus Lupulus*) temin edilmiştir. Ayvaların hasat zamanı Ekim 2021 iken şerbetçiotunun hasat zamanı Eylül 2021'dir. Ekmek üretiminde kullanılan ayva ve şerbetçiotu görselleri Ek 1'de verilmiştir.

Üretimler Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi aşçılık programı uygulama mutfağında gerçekleştirilmiştir. Üretim için profesyonel mutfak aletleri ve ölçüm cihazları kullanılmış, laboratuvar ortamı yaratılarak hijyen ve sanitasyon kurallarına uygun bir şekilde çalışılmıştır.

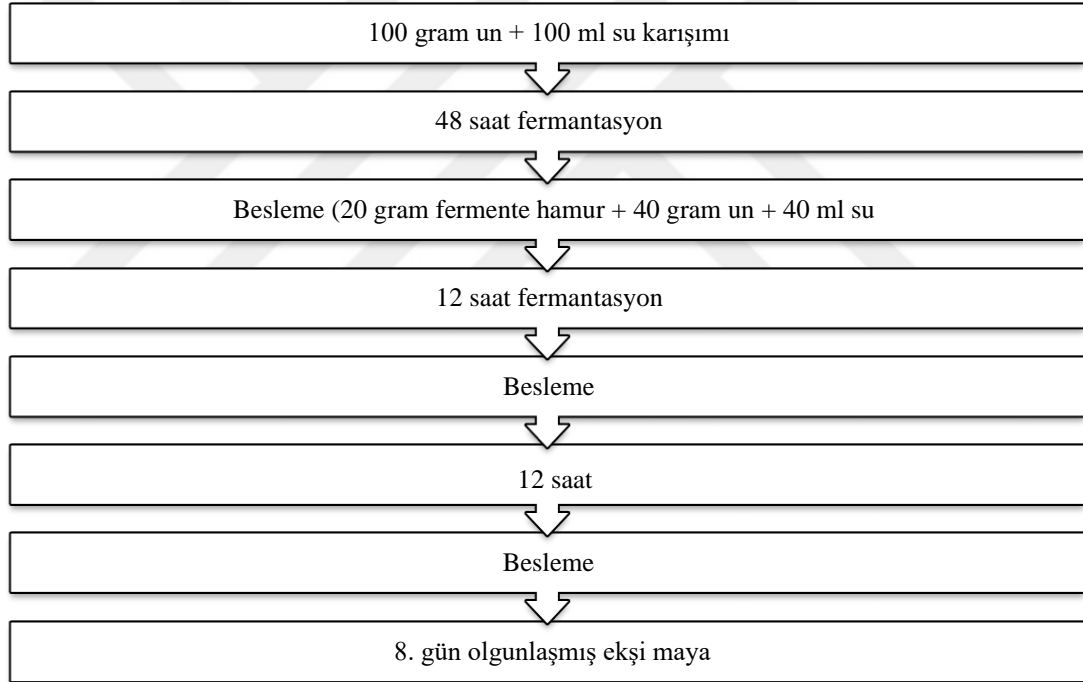
#### 3.2. Yöntem

##### 3.2.1. Ekşi Maya ve Ekstraktların Üretimi

Yapılan araştırma temelinde ekstrakt ve ekşi maya üretimlerinde spontane fermantasyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Özellikle ayva ve şerbetçiotu ekstraktlarında, ekstraktın fermantasyon gücünü saptamak mümkün olmamıştır. Spontane fermantasyon işlemi nedeniyle ortam sıcaklığı ve koşullar fermantasyon üzerinde doğrudan etkilidir. Ayrıca kullanılan materyal (şerbetçiotu ve ayva) bünyesinde bulunan maya ve LAB sayısının saptanması mümkün olmamıştır. Bu sebeple üretilen ekstraktlar ve dahil edildikleri ekmek hamurları fermantasyon esnasında mayalama süresi açısından farklılık gösterebilmektedir.

Yine ekstraktların fermente olma hızı ve hamuru fermente etme gücü süreç boyunca ölçülemediği için ekme mayalama sürecinde değişiklikler gösterebilmektedir. Ticari maya ve ekşi mayaya oranla üretilen ekstraktların daha az sayıda maya içermesinden kaynaklı olarak fermantasyon süreci ekşi maya ve ticari mayaya kıyasla daha uzun sürmektedir. Fermantasyon sürecinin sağlıklı ve daha hızlı gerçekleşebilmesi adına ticari maya ilavesi ile mevcut ekstraktların Tip II ekşi maya olarak değerlendirilmesinin daha hızlı ve güvenilir sonuç almaya yarayacağı öngörülmektedir.

Ekşi maya üretimi Şekil 8’de gösterildiği gibi geleneksel yöntemle (Corsetti ve Setanni, 2007) gerçekleştirilmiştir.



Şekil 8. Geleneksel yöntemle ekşi maya üretimi

Tez çalışması kapsamında kontrol örneği 1’in (K1) üretimi için geleneksel yöntemle Tip 1 (Corsetti ve Setanni, 2007) ekşi maya hazırlanmıştır. Hazırlanan ekşi maya Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek çeşitleri tebliğinde (Resmî Gazete, 2012) belirtilen ekşi tanımına uygundur. Tip 1 ekşi mayayı elde etmek için 1 birim su ve 1 birim un (1:1) karışımının 48 saat karanlık ortamda oda sıcaklığında (24-26 °C) fermente edilmesinin ardından günde 2 kez (12 saatte bir) 1 birim elde edilen fermente karışım 2 birim su ve 2 birim un ile

tazelenerek (1:2:2) beslenmiştir (Dinç, 2019) ve 8 gün boyunca bu işlem tekrarlanarak olgunlaşması sağlanmıştır.

Ekşi maya üretimi için un ve su piyasadan temin edilmiştir. Tüm tekrarlarda aynı marka un ve su kullanılmıştır.

Ayvalar dilimlenerek kabukları ve çekirdekleri ile birlikte içme suyu içerisinde oda sıcaklığında 3 gün ön fermentasyona tabi tutulmuştur.

İçme suyu içerisine 5 gram sofr şekerini ilave edilip karıştırılarak şerbetçiotları oda sıcaklığında 3 gün ön fermentasyona tabi tutulmuştur.

Ekstraktlarda ve ekşi mayada LAB ve maya sayımı analizleri gerçekleştirilmiştir.

### **3.2.2. LAB Sayımı**

Örnekler steril koşullarda 10 gram tartılarak 90 ml steril buffer pepton water (besiyeri) ile karıştırılmış ve 3 dakika stomacher cihazında homojenize edilmiştir. Daha sonra 1/100, 1/1000, 1/10000, ve 1/100000 oranlarında dilue edilerek, MRS agara dökme plak yöntemiyle paralel ekimler yapılmıştır. Ardından  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$ ' de 72 saat anaerobik jarda (kavanoz), GENbox microaer kullanılarak inkübasyona (kuluçka) bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda üreyen koloniler sayılmıştır (ISO 15214, 2015).

### **3.2.3. Maya Sayımı**

10 g örnek 90 mL buffer peptonlu su ya da MRD ile gıda mikrobiyolojisi laboratuvar kurallarına uygun olarak iki dakika homojenize edildikten sonra,  $1/10^7$ luk seri dilüsyonlar olmak üzere örneklerde beklenen sayıya göre dilüsyonlar hazırlanmıştır. Ekim yayma plak yöntemiyle, her dilüsyonda pipeti değiştirmek suretiyle, önceden hazırlanmış DRBC Agar/DG-18 Agar besiyeri bulunan petrilere paralel olarak 0,1 ml ekim yapılmıştır.  $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'de 5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonunda maya hücrelerinin sayımı gerçekleştirilmiştir (TS ISO21527-1/2, 2012).

### 3.2.4. Ekmek Üretimleri

Kontrol örneği 1 (K1) için olgunlaştırılmış ekşi maya, un, su, tuz kullanılmıştır. Ekşi maya beslendikten ve aktive olduktan sonra ekmek yapımına geçilmiştir. Kontrol örneği 1 Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek çeşitleri tebliğinde (Resmî Gazete, 2012) belirtilen ekşi hamur ekmekleri tanımına uygun olarak geleneksel yöntem ile hazırlanmıştır ve kontrol örneği 1'in hazırlanması doğrudan yoğurma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekmek hamuru yaklaşık 10 dakika spiral uçlu (kanca/hook) aparatı ile yoğrulduktan sonra 15 dakika dinlendirme işlemine tabi tutulmuştur. Sonrasında ekmek hamurları 1 kilogramlık parçalar halinde ön mayalama, kalıp içerisine alma, son mayalama (24-26°C) işlemlerinden geçmiştir. Pişirme işlemi ise önceden ısıtılmış 220°C fırında tost ekmeği kalıbı içerisinde 40 dakika sürmüştür. Pişirme işlemi sonrasında ekmek kalıptan çıkarılarak oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat ekmek soğutma teli üzerine alınarak soğutulmuştur (Yıldız, 2020; Emirli, 2020; Yılmaz, 2020). Ekşi mayalı ekmek üretim reçetesi Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4

Ekşi mayalı ekmek üretim reçetesi

İçindekiler	Miktar (gr)
Çok Amaçlı Un	500
Su	350
Ekşi Maya	100
Tuz	10

(Kontrol Örneği I, K1).

Kontrol örneği 2 (K2) için ticari maya, un, su, tuz kullanılmıştır. Kontrol örneği 2 (K2), Türk Gıda Kodeksi Ekmek ve Ekmek çeşitleri tebliğinde (Resmî Gazete, 2012) belirtilen ekmek tanımına uygun olarak un, su, tuz ve ticari maya (*Saccharomyces cerevisiae*) ile hazırlanmıştır. Kontrol Örneği 2'nin hazırlanması doğrudan yoğurma yöntemi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Ekmek hamuru yaklaşık 10 dakika spiral uçlu (kanca/hook) aparatı ile yoğrulduktan sonra 15 dakika dinlendirme işlemine tabi tutulmuştur. Sonrasında ekmek hamurları 1 kilogramlık parçalar halinde ön mayalama, kalıp içerisine alma, son mayalama (24-26 °C) işlemlerinden geçmiştir. Pişirme işlemi ise önceden ısıtılmış 220 °C fırında tost ekmeği kalıbı içerisinde 40 dakika sürmüştür. Pişirme işlemi sonrasında ekmek



kalıptan çıkarılarak oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat ekmek soğutma teli üzerine alınarak soğutulmuştur (Yıldız, 2020; Emirli, 2020; Yılmaz, 2020). Ticari mayalı ekmek üretim reçetesi Tablo 5’te verilmiştir.

Tablo 5

Ticari mayalı ekmek üretim reçetesi

<b>İçindekiler</b>	<b>Miktar (gr)</b>
Çok Amaçlı Un	1000
Su	700
Ticari yaş maya	25
Tuz	10

(Kontrol Örneği II, K2)

Ayva ve şerbetçiotu ekstraktından elde edilecek ekmeklerin üretim süreci doğrudan yoğurma (Kalkışım, vd., 2012; Hidalgo ve Brandolini, 2014; MEB, 2012) yöntemi ile hazırlanmıştır. Doğrudan yoğurma tüm malzemelerin (un, şerbetçiotu/ayva ekstraktı, tuz) bir arada tek seferde karıştırılarak ekmek hamurunun yoğrulması işlemidir. Ekmek hamuru yaklaşık 10 dakika spiral uçlu (kanca/hook) aparatı ile yoğrulduktan sonra 15 dakika dinlendirme işlemine tabi tutulmuştur. Sonrasında ekmek hamurları 1 kilogramlık parçalar halinde ön mayalama, kalıp içerisine alma, son mayalama işlemlerinden (24-26°C) geçmiştir. Pişirme işlemi ise önceden ısıtılmış 220°C fırında tost ekmeği kalıbı içerisinde 40 dakika sürecek şekilde gerçekleştirilmiştir. Pişirme işlemi sonrasında ekmek kalıptan çıkarılarak oda sıcaklığında yaklaşık 2 saat ekmek soğutma teli üzerine alınarak soğutulmuştur.

Ayva ekstraktından üretilen ekmek için ön fermantasyona tabi tutulan ekstrakt, un, tuz kullanılmıştır. Ayva ekstraktından üretilen ekmek reçetesi Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6

Ayva ekstraktından üretilen ekmek reçetesi

<b>İçindekiler</b>	<b>Miktar (gr)</b>
Çok Amaçlı Un	1000
Ayva Ekstraktı	700

Tuz	10
-----	----

(Ayva Ekstakt Ekmeği, AE)

Şerbetçiotu ekstraktından üretilen ekmek için ön fermantasyona tabi tutulan ekstrakt, un, tuz kullanılmıştır. Şerbetçiotu ekstraktından üretilen ekmek reçetesi Tablo 7’de verilmiştir.

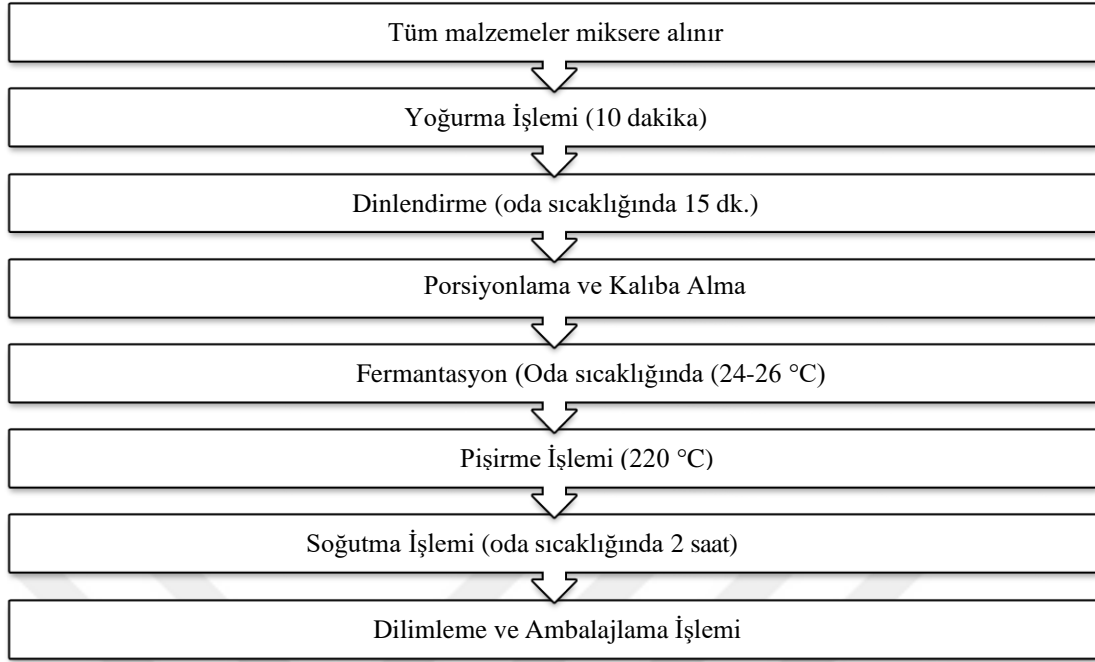
Tablo 7

Şerbetçiotu ekstraktından üretilen ekmek reçetesi

İçindekiler	Miktar (gr)
Çok Amaçlı Un	1000
Şerbetçiotu Ekstraktı	700
Tuz	10

(Şerbetçiotu Ekstrakt Ekmeği, ŞE)

Ticari maya ile hazırlanan K2’nin fermantasyon süresi oda sıcaklığında (24-26°C) yaklaşık 1 saat sürmüştür. Ekşi maya ile yapılan K1’in fermantasyon süresi ise oda sıcaklığında (24-26°C) 6-8 saat aralığındadır. Sırasıyla ayva ekstraktından ve şerbetçiotu ekstraktından hazırlanan AE ve ŞE kodlu ekmek örneklerinin fermantasyon süreleri diğer iki örneğe göre daha uzun olup, oda sıcaklığında (24-26°C) ortalama 12 saat fermantasyona bırakılmıştır. Örneklerin fermantasyon işlemi kontrolsüz ortamda, herhangi mayalama tankı veya maya odası kullanılmadan gerçekleştirilmiştir. Ekmek üretim süreci Şekil 9’da verilmiştir.



Şekil 9. Ekmek üretim süreci

Tablo 8

Ekmek örnek kodları ve açıklamaları

Örnek kodları	Örnek bilgileri
K1	Geleneksel yöntemle hazırlanan ekşi mayadan üretilen ekşi mayalı ekmek (kontrol örneği 1)
K2	Ticari yaş maya ile hazırlanan beyaz ekmek (kontrol örneği 2)
AE	Ayva ekstraktı ile hazırlanan ekmek (AE)
ŞE	Şerbetçiotu ekstraktı ile hazırlanan ekmek (ŞE)

Ayva ekstraktı ile hazırlanan ekmek örneği (AE), şerbetçiotu ekstraktı ile hazırlanan ekmek örneği (ŞE), kontrol örneği 1 (K1) olarak hazırlanan ekşi mayalı ekmek ile kontrol örneği 2 (K2) olarak hazırlanan ticari mayalı ekmek olmak üzere 4 farklı ekmek üretimi gerçekleştirilmiştir. Ekmek örneklerinin kodları ve açıklamaları Tablo 8'de verilmiştir. Depolama süresince ortaya çıkabilecek değişimlerin farklı ekmek örnekleri (çalışma örnekleri ve kontrol örnekleri) üzerindeki etkilerinin saptanabilmesi amacıyla 1., 3. ve 7. günlerde analizler yapılmıştır. Analizler 4 farklı ekmek çeşidi için 3 tekerrür şeklinde gerçekleştirilmiştir. Dört ekmek çeşidi için 3 farklı depolama süresi boyunca (1., 3. ve 7. günler) 3 tekerrür olacak şekilde toplam 36 ekmek örneğinde analizler yürütülmüştür.

### **3.2.5. Ekmekte Fizikokimyasal Analizler**

Üretilen ekmeklerin fizikokimyasal özelliklerini ile örnekler arası ve depolama süreleri boyunca ortaya çıkabilecek farklılıkları belirlemek üzere 4 ekmek örneğinde (ayva ekstraktı ile üretilen ve şerbetçiotu ile üretilen çalışma örnekleri ile iki adet kontrol örneği, K1, K2, AE ve ŞE) nem, su aktivitesi ( $a_w$ ), pH ve toplam titrasyon asitliği analizleri gerçekleştirilmiştir.

#### **pH Tayini**

Ekmek örneklerinde pH analizi AOAC Metod no 981.12'ye göre yapılmıştır (AOAC, 1998; Wolter vd., 2014a; Wolter vd., 2014b; Yıldız, 2020). Örnekler 1/10 oranında saf su ile seyreltilmiş ve homojenize edilerek pH metre kullanılarak pH değerleri ölçülmüştür.

Ekşi maya ve ekstrakt örneklerinde pH analizi pH elektrotun örneklere doğrudan daldırılması yoluyla bir pH metre (Sartorius, TE214S, Almanya) kullanılarak ölçülmüştür.

#### **Toplam Asitlik Tayini**

Örneklerin toplam asitliği, fenol ftaleyn'in indikatör olarak ve sodyum hidroksitin (NaOH) titrant olarak kullanıldığı titrasyon yöntemi ile saptanmıştır (TS 5000, 2010).

#### **Nem Tayini**

Ekmek içlerinin nem içeriği infrared etüv cihazıyla (Heraeus DS 81104, Belçika) belirlenmiştir. Öğütülen ekmek içinden 1 g alınarak cihazın tablası üzerine yayılmıştır. Ölçümler 105°C'de örnek sabit tartıma gelinceye kadar beklenerek yapılmıştır. Nem analizleri depolamanın 1, 3 ve 7. günlerinde ekmek örneklerinde yürütülmüştür.

## **Su Aktivitesi Tayini**

Ekşi mayalı ekmek örneklerinde su aktivitesi ( $a_w$ ), bir su aktivitesi ölçüm cihazı (Aqua Lab Decagon) kullanılarak tespit edilmiştir. Yapılan su aktivitesi ölçümleri ekmek örneklerinin 1., 3 ve 7. günlerinde tekrar edilmiştir (AOAC 978.18D).

### **3.2.6. Ekmekte Mikrobiyolojik Analizler**

Üretilen ekmeklerin fizikokimyasal özelliklerini ve ortaya çıkabilecek farklılıkları belirlemek üzere 4 ekmek örneğinde (K1, K2, AE, ŞE) rope / sünme sporu sayısı analizi gerçekleştirilmiştir.

#### **Rope / Sünme Sporu Sayısı Tayini**

10 g numune kavanoza hazırlanarak steril edilmiş 90 mL fizyolojik tuzlu su içerisine tartılmıştır. Numune 1/10 oranında seyreltilmiştir. 1/10'luk seyreltide vejetatif hücrelerin öldürülmesi için su banyosunda (80°C) 5 dk. ısıtılarak oda sıcaklığına soğutulmuştur. Hazırlanan 1/10'luk dilüsyondan 1 ml alınarak 9 ml steril ringer çözeltisi bulunan tüpe aktarılmıştır. Böylece 1/100'lük seyrelti elde edilmiştir. İşlem bu şekilde sürdürülerek yani her seyreltiden 1 ml alınarak 9 ml steril ringer çözeltisi bulunan tüpe aktarılıp 1/1000 seyrelti hazırlanmıştır. Bu 1/10, 1/100, 1/1000'lük seyreltilerin her birinden içerisinde 10'ar ml Amos Kont Jones besiyeri bulunan 3'er tüpe 1'er ml ekim yapılmıştır (5'li tüp metoduna göre 5'er tüpe 1'er ml ekim yapılır). Tüpler 35°C'de 2 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonucu yüzeyinde pelikül (zar) oluşmuş tüpler "pozitif" olarak kabul edilmiştir. Her sırada zar oluşumu gözlenen tüp sayısı kaydedilmiş ve EMS 3'lü tüp cetveli veya 5'li tüp cetveline bakılarak örneğin her bir gramında bulunan rope faktörü spor sayısı tespit edilmiştir (EMS Çizelgesi TS 5000'e göre bakılır).

Yukarıda verilen ekstrakt, ekşi maya ve ekmek örneklerindeki tüm analizler T.C. Tarım ve Orman Bakanlığı Bursa Gıda ve Yem Kontrol Merkezi Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü'ne ait Kimya ve Mikrobiyoloji Laboratuvarlarında hizmet alımı yoluyla gerçekleştirilmiştir.

### 3.2.7. Duyusal Analizler ve Tüketici Testi

Tüketici testi değerlendirmeleri için üretilen ekmek örnekleri kullanılmıştır, aynı reçetelere bağlı kalarak 4 farklı ekmek örneği üretilmiştir. Her üç turda da çoğunluğun aynı kişilerden oluşmasına dikkat edilmiştir. Üç tur için her turda 30 Erkek 20 Kadın panelist seçilmiş, toplamda 150 adet değerlendirme yapılmıştır. Bu değerlendirmeler için hedonik skala testi yöntemi kullanılmış, her bir ekmek için görünüş & renk, doku, tat & koku şeklinde 3 farklı referans madde belirlenerek 9 puanlık bir skala içerisinde ölçmeleri istenmiştir. Bu skalada 1; hiç beğenmedim, 5; ne beğendim ne beğenmedim, 9; çok beğendim şeklinde hazırlanmıştır. Değerlendirme formunun alt kısmında da beğeni sıralaması istenerek, opsiyonel olarak beğenme veya beğenmeme nedenlerinin de yazılması istenmiştir.

Ekmekler üretimlerinin 1. günü tüketiciye sunulmuştur. Ekmek örnekleri 15 mm kalınlığında dilimlenerek her bir tüketiciye 1 dilim olacak şekilde streç filme sarılıp tüketicilere sunulmuştur. Panelistlere tadımları arasında ağzın temizlenmesi için su verilmiştir. Tadımların yapılırken aralarda belirli bir bekleme süresi bırakılmasına da dikkat edilmiştir. Tüketicilere verilen ekmek örnekleri rastgele seçilen 3 basamaklı sayılar ile kodlanmıştır. Tüketici testinde kullanılan hedonik değerlendirme skalası Ek-3'de verilmiştir.

Ekmek örneklerinin beğenme ve beğenmeme nedenlerinin değerlendirilmesi amacıyla kelime bulutu yöntemi kullanılmıştır. Açık uçlu olarak belirtilen beğenme ve beğenmeme nedenleri gruplandırılarak Excel (Microsoft) uygulamasında düzenlenmiştir. Gruplandırılan kelimelerin tüketiciler tarafından kullanılma sayısına göre WordArt ("WordArt", t.y.) web sayfasında kelime bulutu oluşturulmuştur.

### 3.2.8. İstatistiksel Analiz

Yapılan kimyasal ve mikrobiyolojik analizler sonucunda elde edilen veriler SPSS v.22 istatistik değerlendirme programında değerlendirilerek incelenmiştir. Bu değerlendirmelerde 3 tekrar ve 4 örnekle yapılan üretimin tekrarlarının arasındaki tutarlılıklara ve standart sapma miktarlarına bakılmış, değerlerin birbirleri arasındaki ilişkilerine ve birbirlerini ne derece etkilediklerine bakılmıştır.

Ekmeklerde depolama süresi boyunca ortaya çıkan Tekrarlı Ölçümlerde Varyans Analizi (Repeated Measures ANOVA) ile hesaplanırken, ekmek örnekleri arasında incelenen değişkenlerin ortalamaları arasındaki fark Tek Yönlü Varyans Analizi (One Way ANOVA) ile incelenmiştir. Ortaya çıkan farkın hangi ürünler arasında olduğunu saptamak için ise Tukey çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır.

Tüketici testinin sonuçlarının değerlendirilmesinde de SPSS v.22 istatistik paket programı kullanılmıştır. Öncelikle kayıp veri analizi ve normal dağılım analizi yaparak verilerin doğruluğu kontrol edildikten sonra Frekanslarına bakılmıştır. Daha sonra görünüş & renk, doku, tat & koku puanlarının ortalamaları ve sıralamalarını arasında anlamlı farklılıklar olup olmadığını ölçmek amacıyla Tukey çoklu karşılaştırma testi ve One Way ANOVA testleri yapılmıştır.

3 turda beğeni sıralamasında tüm beğeni seçenekleri için skorlar Excel'e yazılarak yüzdeleri hesaplanmıştır ve her bir beğeni seçeneğinde en yüksek skoru alan örneğe göre sıralama yapılmıştır.

## DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

### BULGULAR VE TARTIŞMA

#### 4.1. Ekstraktlar ve Ekşi Hamurda LAB ve Maya Sayıları ile pH Değerleri

Çalışma örnekleri için ayvadan üretilen ekstrakt ile şerbetçiotundan üretilen ekstraktlarda ve kontrol örneği için üretilen ekşi maya örneklerinde gerçekleştirilen LAB sayımı ve maya sayımı analizleri sonuçları Tablo 9’da verilmiştir. Ayva ekstraktında  $1,4 \times 10^7$  kob/ml LAB, şerbetçiotu ekstraktında  $3,4 \times 10^4$  kob/ml LAB, ekşi mayada ise  $6 \times 10^8$  kob/ml LAB belirlenmiştir. Maya sayımı analizinde ise ayva ekstraktında  $1,0 \times 10^4$  kob/ml maya, şerbetçiotu ekstraktında  $1,8 \times 10^5$  kob/ml maya ve ekşi mayada ise  $5,3 \times 10^6$  kob/ml maya saptanmıştır.

Tablo 9

Ekstraktların ve Ekşi Hamurun Mikrobiyolojik Sayımları (kob/ml)

	Maya	LAB
Ekşi Hamur	$5,3 \times 10^6$	$6,0 \times 10^8$
Ayva Ekstraktı	$1,0 \times 10^4$	$1,4 \times 10^7$
Şerbetçiotu Ekstraktı	$1,8 \times 10^5$	$3,4 \times 10^4$

kob: koloni oluşturan birim

Çalışma örnekleri için ayvadan üretilen ekstrakt ile şerbetçiotundan üretilen ekstraktlara ve kontrol örneği için üretilen ekşi mayaya pH ölçümü yapılmıştır. Yapılan ölçümler sonucunda pH değerlerinin ayva ekstraktında  $4,43 \pm 0,21$ , şerbetçiotu ekstraktında  $4,73 \pm 0,23$ , ekşi mayada ise  $4,13 \pm 0,12$  olduğu belirlenmiştir. Örneklerin pH değerleri arasında belirgin farklılıklar olduğu, ekşi maya ve ayva ekstraktının pH’sının şerbetçiotu ekstraktına göre daha düşük düzeylerde olduğu görülmüştür ( $P < 0,05$ ). Ekşi hamur ve ekstraktların pH değerleri Tablo 10’da verilmiştir.

Ekşi hamurun fermantasyon aşamasında pH’sının 4’e kadar düştüğü bildirilmektedir (Torrieri vd., 2014). Çalışmadan elde edilen pH verileri, literatürdeki araştırma sonuçlarıyla uyumludur. Yıldız (2020) tarafından bazı meyvelerin ekşi maya üretiminde kullanılmasına



yönelik çalışmada ise ön fermentasyona bırakılan alıç meyvesinin pH'sının 4,21 olarak saptandığı bildirilmiştir. Akgün (2007) tarafından yapılan çalışmada ise LAB suşları kullanılarak yapılan ekşi mayaların pH değerleri 3,94 ile 4,16 arasında değiştiği bildirilmiştir.

Tablo 10

Ekşi hamur ve ekstraktların pH değerleri

	pH
Ekşi Hamur	4,13±0,12 <sup>a</sup>
Ayva Ekstraktı	4,43±0,21 <sup>b</sup>
Şerbetçiotu Ekstraktı	4,73±0,23 <sup>c</sup>

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a-c</sup> Aynı sütündeki farklı üst simge harfleri olan ortalamalar önemli ölçüde farklıdır (P<0,05).

\*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

Ekşi maya pH, toplam titrasyon asitliği (TTA), laktik ve asetik asit miktarı gibi kimyasal parametreler ile içerdiği LAB ve mayaların tür ve sayıları ile karakterize edilmektedir. Olgunlaştırılmış ekşi mayanın pH'sı 3,5-3,8 arasında değişmektedir. Ekşi mayanın resmi bir tanımı olmasa da yapısında yaklaşık 10<sup>8</sup>-10<sup>9</sup> kob/g canlı LAB bulundurması ve pH'sının 4,5'in altında olması gerekmektedir. Ayrıca ekşi hamurda maya sayısının 10<sup>6</sup>-10<sup>7</sup> kob/g aralığında, LAB/maya oranının ise 100:1 olması gerektiği bildirilmektedir (Erginkaya ve Kabak, 2017).

#### 4.2. Ekmek Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Özellikleri

Ekmek örnekleri 7 günlük depolama süresi boyunca analiz edilmiştir. K2 örneğinde depolamanın 6. gününde küf oluşumu gözlemlendiği için 7. gün ticari mayalı ekmeklerde mikrobiyolojik analizlere yürütülmemiştir. Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde ticari mayalı ekmeklerde 6. gün küf oluşumu bildirilmiştir. Unlu mamullerin bozulma potansiyeli asitliklerine ve su aktivitelere bağlıdır, yüksek nemli ve düşük asitli ürünler mikrobiyolojik bozulmalara daha açıktır (Smith vd., 2004). Bu nedenle düşük asitliğe sahip ticari mayalı ekmekte depolamanın 6. gününde küf gelişiminin gözlemlenmesi

beklenen bir sonuçtur.

Rope, asit seviyesi düşük ekmeklerde meydana gelmektedir ve ekmeğin yapısının bozulmasına, kokusunun değişmesine neden olmaktadır. Rope bozulması ekmeğin yapışkan, macunsu olması ve meyvemsi bir kokuya sahip olması ile karakterize edilmektedir. Bazı durumlarda rope bozulması ekmek yapısında herhangi bir değişime neden olmadan sadece ekmeğin kokusunu değiştirmektedir bu nedenle rope bozulmasının belirleyici temel özelliği ekmekte meyvemsi koku oluşturmaktır (Rumeus ve Turtoi, 2012).

Ekmek örneklerinde mikrobiyolojik analiz olarak rope/sünme sporu sayımı analizi gerçekleştirilmiştir. Tüm ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca rope/sünme sporu sayısında bir artış gözlenmemiştir. Yapılan analizlerin sonucu Tablo 11’de verilmiştir.

Tablo 11

Ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca belirlenen rope/sünme sporu sayıları

Örnekler	Depolama Süreleri			%Fark
	1.Gün	3.Gün	7.Gün	
K1	<3	<3	<3	0
K2	<3	<3	N/A	0
AE	<3	<3	<3	0
ŞE	<3	<3	<3	0

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

Rumeus ve Turtoi (2012) tarafından yapılan ticari mayalı ekmek ile ekşi mayalı ekmeklerin karşılaştırıldığı araştırmada ekşi maya ilavesi yapılan ekmek örneklerinde rope bozulması meydana gelmediği, ekşi mayanın rope bozulmasını inhibe edici etki gösterdiği belirtilmiştir. Benzer şekilde Valerio vd. (2008) tarafından yapılan çalışmada *Lactobasillus plantarum* ile üretilen ekşi mayalı ekmeklerin rope/sünme bozulmasına karşı dirençli olduğu belirtilmiştir.

### 4.3. Ekmek Örneklerinin Nem İçeriği ve Su Aktivitesi Değerleri

Ekmek örneklerinin nem içerikleri (%) ve su aktivitelerine ( $a_w$ ) ilişkin veriler Tablo 12 ve 13’de sunulmuştur.

TS 5000 Ekmek standardına göre normal ekmek için (çalışmamızda K2 örneği) nem içeriğinin (%) en fazla %37, Vakfikebir/Trabzon (ekşi mayalı) ekmeği (çalışmamızda K1 örneği) için %37, çeşnili ekmekler için %40 olması gerektiği belirtilmiştir. Çalışma kapsamında geleneksel yöntem kullanılarak üretilen ekmek örneklerinin nem içeriğinin %37,20 ile %40,16 arasında değişen değerlerde olduğu görülmektedir (Tablo 12). Ekmek hazırlama aşamasında hidrasyon oranının (kuru madde/sıvı madde) %70 olarak ayarlanması, nem oranının yüksek çıkma sebeplerinden biri olabilir. Ekmek örneklerinden K1, K2 ve ŞE depolama süresine göre ise ilk gün ve son gün arasında %1,07 ile %1,92 arasında nem içeriğinde düşme gözlemlenmiş olup, AE örneğinde %0,38’lik bir artış gözlemlenmiştir. Örneklerin nem içeriğinde depolama süresi boyunca istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar oluşmadığı görülmüştür ( $P>0,05$ ).

Örneklerin depolama günlerindeki nem/rutubet analiz değerleri Tablo 12’de sunulmuştur.

Tablo 12

Ekmek örneklerinin depolama sırasında nem içeriği (%) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi

Örnekler	Depolama Süreleri			%Fark
	1.Gün	3.Gün	7.Gün	
K1	39,68±0,56 <sup>Aa</sup>	38,80±3,61 <sup>Aa</sup>	39,03±1,44 <sup>Aa</sup>	-1,64
K2	40,16±0,68 <sup>Aa</sup>	39,39±2,65 <sup>Aa</sup>	N/A	-1,92
AE	37,20±1,78 <sup>Aa</sup>	38,62±3,37 <sup>Aa</sup>	37,34±2,38 <sup>Aa</sup>	+0,38
ŞE	37,33±1,18 <sup>Aa</sup>	38,20±2,23 <sup>Aa</sup>	36,93±1,32 <sup>Aa</sup>	-1,07

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a</sup> Aynı sütundaki aynı üst simge harfleri örnek tipine bağlı olarak örnekler arası farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

<sup>A</sup> Aynı satırda aynı üst simge harfi depolama süresine bağlı olarak örnekler arasındaki farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

\*Değerlerin standart sapmaları  $\pm$  işareti ile gösterilmiştir.

Mehta vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada benzer şekilde domates posası ile yapılan ekmek ve muffinlerde depolama süresi boyunca nem kaybı olduğu bildirilmiştir. Benzer şekilde Paslı (2015) ve Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmalarda da ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca nem kaybı olduğu belirtilmiştir. Literatürdeki bu bilgilerin aksine çalışmamızdan elde edilen verilere bakıldığında (Tablo 12) örneklerin nem miktarlarında (%) depolama süresi boyunca belirgin bir farklılık olmadığı bulunmuştur ( $P>0,05$ ).

Tablo 13’de gösterildiği gibi ekmek örneklerine ait su aktivitesi ( $a_w$ ) değerleri 0,92-0,97 arasındadır. Gerek örnekler arasında gerekse depolama süresi boyunca ekmeklerin  $a_w$  değerlerinde anlamlı farklılıklar oluşmadığı saptanmıştır ( $P>0,05$ ).

Tablo 13

Ekmek örneklerinin su aktivitesi ( $a_w$ ) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi

Örnekler	Depolama Süreleri			%Fark
	1.Gün	3.Gün	7.Gün	
K1	0,96 $\pm$ 0,01 <sup>Aa</sup>	0,92 $\pm$ 0,05 <sup>Aa</sup>	0,94 $\pm$ 0,01 <sup>Aa</sup>	-2,08
K2	0,93 $\pm$ 0,03 <sup>Aa</sup>	0,93 $\pm$ 0,06 <sup>Aa</sup>	N/A	0
AE	0,96 $\pm$ 0,02 <sup>Aa</sup>	0,94 $\pm$ 0,08 <sup>Aa</sup>	0,94 $\pm$ 0,04 <sup>Aa</sup>	-2,08
ŞE	0,97 $\pm$ 0,02 <sup>Aa</sup>	0,97 $\pm$ 0,03 <sup>Aa</sup>	0,97 $\pm$ 0,0 <sup>Aa</sup>	0

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a</sup> Aynı sütundaki aynı üst simge harfleri örnek tipine bağlı olarak örnekler arası farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

<sup>A</sup> Aynı satırda aynı üst simge harfi depolama süresine bağlı olarak örnekler arasındaki farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

\*Değerlerin standart sapmaları  $\pm$  işareti ile gösterilmiştir.

Gıdalarda mevcut suyun gıdaya yapısal ve kimyasal açıdan ne kadar bağlandığını gösteren ölçü su aktivitesi ( $a_w$ ) olarak tanımlanmaktadır. Su aktivitesi gıda içerisindeki suyun mikrobiyolojik faaliyetler için kullanılabilme durumunu ve derecesini belirlemektedir. Gıdalarda meydana gelen mikrobiyolojik ve kimyasal değişimlerden kaynaklanan bozulmalar yapılarındaki mikrobiyolojik faaliyetler için kullanılabilen serbest su nedeniyle oluşmaktadır (Cauvain ve Young, 2011; Yıldız, 2020; Anonim, 2023).

Genel olarak, ekmekler nispeten yüksek bir nem içeriğine ve 0,94 ile 0,97 arasında su aktivitesine ( $a_w$ ) sahiptir (Magan vd., 2012). K1 ve AE örneklerinde depolama süreci içinde su aktivitesinde artma ve azalma söz konusu olmuştur. Cevoli vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada ekşi maya ile yapılan ekmeklerde depolama süresi boyunca değişimler olduğu bildirilmiştir. Yılmaz (2020) tarafından yapılan çalışmada ise ekmek örneklerindeki su aktivitesinin ( $a_w$ ) 0,85 ile 0,91 arasında olduğu bildirilmiştir. Paslı (2015) tarafından yapılan çalışmada ise ekşi mayalı ekmek örneklerindeki su aktivitesinin ( $a_w$ ) 0,937 ile 0,943 arasında değiştiği bulunmuş ve depolama süresi boyunca büyük bir değişiklik göstermediği, ekşi maya ve ekşi maya kaynağı olan meyvelerin su aktivitesinde bir farklılığa yol açmadığı bildirilmiştir.

#### **4.4. Ekmek Örneklerinde Toplam Titrasyon Asitliği ve pH Değerleri**

Ekmek örneklerinin depolama süresi içerisinde toplam asitlik değerlerine ait çoklu karşılaştırma analiz sonuçları Tablo 14’de verilmiştir. K1, K2, AE ve ŞE ekmek örneklerinin toplam titrasyon asitliği değerlerinde depolama süresi boyunca anlamlı farklar olduğu ortaya konulmuştur ( $p < 0,05$ ). Depolama sırasında ekmek örneklerinin toplam asitlik değerlerinin ortalamalarına ait veriler incelendiğinde K1 hariç diğer ekmek örneklerinin 7. gün değerleri 1. gün değerlerine göre %7,69 ile %3,97 değerleri arasında azalma göstermiştir. Ekşi mayalı (K1) kontrol ekmeğinde ise diğer örneklerin aksine toplam asitlikte %7,67’lik bir artış gözlemlenmiştir. Ekmek örneklerinde depolama süresine boyunca ortaya çıkabilecek değişimlerin incelenmesi için yapılan analizde depolama süresinin 1., 3. ve 7. günlerinde en yüksek toplam asitlik değeri ekşi mayalı kontrol (K1) ekmek örneklerinde, en düşük asitlik değeri ise ticari mayalı kontrol (K2) ekmeklerinde görülmüştür. Turkut (2015) tarafından kinoa ve karabuğday unları ile ekşi mayalı ve ticari mayalı ekmek üretimine yönelik çalışmada ekmeklerin TTA değerlerinin

4,87 ile 10,25 arasında değişiklik gösterdiği bildirilmiştir. Bu bulgu ile uyumlu bir şekilde, tez çalışmasında elde edilen verilere göre en yüksek TTA değerine sahip olan örneğin ekşi mayalı kontrol ekmeği olduğu bulunmuştur.

Tablo 14

Ekmek örneklerinin depolama sırasında toplam asitlik (%) değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi

Örnekler	Depolama Süreleri			%Fark
	1.Gün	3.Gün	7.Gün	
K1	9,13±0,93 <sup>Aa</sup>	9,22±1,20 <sup>Aa</sup>	9,83±1,22 <sup>Aa</sup>	+7,67
K2	4,03±0,50 <sup>Bd</sup>	3,72±0,90 <sup>Bd</sup>	N/A	-7,69
AE	8,32±0,54 <sup>Ab</sup>	8,13±0,44 <sup>Ab</sup>	7,99±1,75 <sup>Ab</sup>	-3,97
ŞE	4,37±1,26 <sup>Bc</sup>	4,26±0,90 <sup>Bc</sup>	4,15±0,80 <sup>Bc</sup>	-5,03

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a-d</sup> Aynı sütündeki aynı üst simge harfleri örnek tipine bağlı olarak örnekler arası farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir (P>0,05).

<sup>A-B</sup> Aynı satırda aynı üst simge harfi depolama süresine bağlı olarak örnekler arasındaki farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir (P>0,05).

\*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

Tablo 15’de görüldüğü gibi ekmek örneklerinin depolama süresinin 1. gün pH değerleri incelendiğinde en yüksek K2 (pH=5,48) ekmeğinden, en düşük K1 (pH=4,16) ekmeğinden elde edilmiştir. Depolama süresinin 3. ve 7. günde de bu durum değişmemiştir. Ekmek örneklerinden K1 ve ŞE depolama süresi boyunca pH düşüşü gerçekleştirmiştir. Comasio vd. (2019) tarafından yapılan çalışmada starter kültür suşu kullanılarak yapılan ekşi maya ekmeği depolama süresi boyunca pH düşüşü göstermiştir. Yıldız (2020) tarafından yapılan çalışmada ise ekmek örneklerinin pH değerleri 4,12 ile 5,46 arasında çalışmaya benzer olarak değişiklik göstermiştir.

Tablo 15

Ekmek örneklerinin pH değerlerine ait çoklu karşılaştırma analizi

Örnekler	Depolama Süreleri			
	1.Gün	3.Gün	7.Gün	%Fark
K1	4,16±0,04 <sup>Aa</sup>	4,13±0,09 <sup>Ba</sup>	4,06±0,04 <sup>Ba</sup>	-2,12
K2	5,48±0,15 <sup>Bb</sup>	5,43±0,15 <sup>Bb</sup>	N/A	-0,91
AE	5,30±0,10 <sup>Bb</sup>	5,23±0,06 <sup>Bb</sup>	5,30±0,09 <sup>Bb</sup>	0
ŞE	5,37±0,11 <sup>Bb</sup>	5,33±0,15 <sup>Bb</sup>	5,33±0,15 <sup>Bb</sup>	-0,74

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a-b</sup> Aynı sütundaki aynı üst simge harfleri örnek tipine bağlı olarak örnekler arası farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

<sup>A-B</sup> Aynı satırda aynı üst simge harfi depolama süresine bağlı olarak örnekler arasındaki farklılıkları göstermekte olup ortalamalar benzerdir ( $P>0,05$ ).

\*Değerlerin standart sapmaları  $\pm$  işareti ile gösterilmiştir.

#### 4.5. Tüketici Test Sonuçları

Tüketici beğeni testi uygulanan kişiler 18-65 yaş aralığındadır. Tüketici testi uygulanan bireyler eğitimli panelist değillerdir. Tüketicilerin ekmek örneklerini değerlendirme sürecinde herhangi bir profesyonel alan veya ekipman kullanılmadan, tüketicilerin bulunduğu alanda ürünleri test etmeleri istenmiştir. Tadım esnasında her örnek sonrasında tüketicilerin su içmesi sağlanmıştır. Tüketiciler kartopu tekniği ile seçilmiş ve yaş hariç (18 yaş ve üzeri) herhangi bir kriter (sigara, alkol tüketimi vb.) konulmamıştır. Tüketicilerin sağlıklı bireyler olduğu, tat veya koku kaybı olmayan kişilerden oluştuğu varsayılmıştır.

Yapılan tüketici testleri sonucunda, görünüş-renk, doku ve tat-koku bakımından ekmekler arasında anlamlı farklar olduğu ortaya çıkmıştır. Ekşi maya ile yapılan kontrol örneği (K1) diğer ekmek örneklerine göre daha ekşi/keskin aromalı bulunmuştur, panelistlerin belirttiği neden kısmında tadının ekşi / aromasının yoğun olduğu belirtilmiştir. Şerbetçiotu ekstraktı ile üretilen ekmek ise sıkı dokulu / hamurumsu olduğu belirtilmiştir. Ayva ekstraktından üretilen ekmeğin (AE) ise tat/koku açısından lezzetli bulunduğu belirtilmiştir. Ticari maya ile yapılan kontrol örneği (K2) ise doku ve tat açısından oldukça beğenilmiştir. İlk turda beğeni sıralamasına göre en çok beğenilen ürün AE olmuştur. İkinci sırada ise K2 yer almıştır. İkinci ve üçüncü turda ise en çok beğenilen örnek K2 olmuştur. AE ise ikinci ve üçüncü turlarda ikinci sırada yer almıştır. Bu iki örnek üç turda da yüksek puanlar almıştır. Üç turun ortalaması alındığında beğeni sıralamasında en çok 1. beğeni kısmına yazılan örnek %29,33 ile K2 örneği, olmuştur. İkinci beğeni kısmında ise en çok yazılan örnek %30,66 ile AE iken 3. beğeni kısmına en çok yazılan örnek %39,99 ile ŞE ve son olarak 4. beğeni kısmına en çok yazılan örnek ise %35,33 ile K1 olmuştur. Bu durumda tüketicilerin en çok beğendiği ilk iki ürün sırasıyla K2 ve AE iken en az beğenilen ürünler sırasıyla ŞE ve K1 olmuştur.

Tüketici testinden elde edilen açık uçlu cevaplar gruplandırılarak ekmek örneklerinin beğenilme /beğenilmeme gerekçelerine ilişkin kelime bulutu görselleri oluşturulmuştur. (Şekil 10). Burada kelimelerin yazı boyutları ve kullanım sıklığı atıflanma sayısı ile orantılıdır.

Ekmek örneklerine göre gruplandırılan ifadelerin oranlarına bakıldığında “Ekşi” ifadesi K1 için %48, AE için %28,66, “Aroması ve tadı hoş” ifadesi K1 için %43,33, K2 için %4,66, AE için %17,33, ŞE için %12,66 oranlarında kullanılmıştır. “Hamursu” ifadesi AE için %10,66, ŞE için ise %32,66 oranında kullanılmıştır. “Dokusu ve tadı güzel” ifadesi %44,66 oranla en çok K2 için kullanılırken, K1 için %2,66, AE için %3,33, ŞE için ise %8 oranında kullanılmıştır. “Tadı çok iyi” ifadesi ise %37,33 oranla en çok AE için kullanılmış, ŞE için %34,66, K1 için %3 ve K2 için %8 oranında kullanılmıştır. “Lezzetsiz” ifadesi K1 için %2, K2 için %32, AE için %2, ŞE için %10 oranlarında, “Tadı ve aroması kötü” ifadesi K1 için %0,66, K2 için %2,66, ŞE için ise %1,33 oranında kullanılırken, “Görünüşü güzel” ifadesi K1 için %0,66, K2 için %1,33, AE için %0,66 ve ŞE için ise %0,66 oranında kullanılmıştır.





Şekil 10. Ekmek örneklerinin kelime bulutu görselleri

Çalışmaya katılan panelistler her üç turda da büyük ölçüde aynı kişilerden oluşmaktadır (n=50), katılımcıların %40'ı kadın iken (n=20) %60'ı erkeklerden oluşmaktadır (n=30). Her bir ekmek örneği için cinsiyet açısından beğeni puanlarının farklı olup olmadığına bakıldığında tüm ekmek örnekleri için anlamlı bir farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05). Cinsiyet açısından beğeni sıralamasında her bir tekerrür için yapılan analizler sonucunda cinsiyetler arasında anlamlı farklılık olmadığı saptanmıştır (p>0,05).

Katılımcılar 18-65 yaş aralığı ile ortalama 39 yaşındadırlar. Yaş aralığının geniş tutulması ise her yaştan insanın görüşlerine başvurulmak istendiği içindir. Yüksek yaşa sahip panelistlerin bazılarının neden kısmına ekmeğin ekşi olduğunu belirttikleri görülmüştür.

Ekmek örnekleri görünüş-renk açısından değerlendirildiğinde en yüksek puan ortalamasına K2 sahiptir. AE ise K2'ye yakın bir ortalamadadır. ŞE ve K1 ise birbirlerine yakın ortalamadadırlar.

Birinci, ikinci ve üçüncü tur verileri incelenip, analiz sonuçları değerlendirildikten sonra oluşan veriler Tablo 16'da verilmiştir. Görünüş-renk açısından örnekler arasında anlamlı bir fark olmadığı görülmüştür. Doku açısından ise K2 ve AE örneklerinin K1 ve ŞE örneklerine göre anlamlı bir farkı olduğu tespit edilmiştir ( $P<0.05$ ). Ticari maya ile yapılan kontrol örneği (K2) ve ayva ekstraktından üretilen çalışma örneği (AE) doku açısından daha yüksek puan almıştır. Tat ve koku açısından ise ürünler arasında anlamlı farklar olduğu görülmektedir ( $P<0.05$ ). Ayva ekstraktından üretilen çalışma örneği (AE) en çok beğenilirken ikinci sırada ticari maya ile yapılan kontrol örneği (K2) yüksek puan almıştır.

Tablo 16

Görünüş & renk, doku ve tat & kokuya göre örneklerin ortalama beğeni puanları

	Görünüş & Renk	Doku	Tat & Koku
K1	6,43±1,10 <sup>b</sup>	6,36±1,20 <sup>a</sup>	5,67±1,19 <sup>b</sup>
K2	7,06±0,99 <sup>a</sup>	6,81±0,88 <sup>a</sup>	6,71±1,26 <sup>a</sup>
AE	6,78±1,23 <sup>a</sup>	6,47±1,34 <sup>a</sup>	7,20±2,11 <sup>a</sup>
ŞE	6,43±1,01 <sup>b</sup>	5,67±1,25 <sup>b</sup>	5,82±1,26 <sup>b</sup>

\*Analizler üç tekrar şeklinde yapılmıştır.

<sup>a-b</sup> Aynı sütundaki aynı üst simge harfleri örnek tipine bağlı olarak örnekler arası farklılıkları göstermektedir ( $P<0,05$ ).

\*Değerlerin standart sapmaları ± işareti ile gösterilmiştir.

Görünüş & renk beğeni puanları ekmek örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ( $P<0,05$ ). K2 örneğinin görünüş & renk beğeni puanları ŞE ve K1 örneklerinden anlamlı biçimde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Doku beğeni puanları ekmek örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ( $P<0,05$ ). K1, K2 ve AE örneklerinin doku beğeni puanları ŞE örneğine göre anlamlı biçimde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tat & koku beğeni puanları ekmek örneklerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark göstermektedir ( $P<0,05$ ). K2 ve AE örneklerinin tat & koku beğeni puanları K1 ve ŞE örneklerine göre anlamlı biçimde daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Tüketici testlerinde 3 turda toplam 150 değerlendirme yapılmıştır ( $n=50$ ). Her bir turda beğeni sıralaması için farklı sonuçlar elde edilmiştir. Sıralama ve yüzdeler Tablo 17’de gösterilmiştir.

Tablo 17

Tüm beğeni seçenekleri için en yüksek beğeni skorları ve yüzdeleri

	Örnek Kodu	%	Sayı (n=150)
1. Beğeni	K2	29,33	44
2. Beğeni	AE	30,66	46
3. Beğeni	ŞE	39,99	60
4. Beğeni	K1	35,33	53

Yıldız (2020) tarafından yapılan çalışmada incir, alıç, üzüm ve elma meyvelerinden ekşi hamur oluşturulmuş ve ekşi mayalı ekmekler yapılmıştır. Araştırmanın duyu analizi sonuçları standart ekmeğin kabuk rengi, ekmek içi rengi, gözenek yapısı ve tekstür gibi ekmeğin dokusu ile ilgili duyu özellikleri açısından ekşi maya ile yapılan ekmek örneklerinden daha fazla beğeni almıştır. Çalışmada genel beğeni sıralamasında ticari mayalı ekmeğin ikinci sırada yer aldığı belirtilmiştir.

Tüketici test sonuçlarına benzer olarak Sim ve diğerleri (2019) tarafından Kore’de yapılan çalışmada aronya meyvesi ile hazırlanan ekşi mayalı ekmeklerin buğday unu ile hazırlanan ekşi mayalı ekmeğe göre daha yüksek puan aldığı belirtilmiştir.

## BEŞİNCİ BÖLÜM

### SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde geleneksel ve temel bir gıda maddesi olan ekme , farklı kültür ve coğrafiyalarda farklı teknikler kullanılarak üretilmektedir. Geleneksel bir gıda olan ekmeğın geçmişten günümüze nesiller boyunca aktarılmasını sağlayan temel faktör ise ekşi mayadır. Ekmeğın kalitesi, lezzeti ve raf ömrü göze alındığında ekşi maya kullanımını pek çok avantaj sağlamaktadır. İnsan sağlığı açısından ticari maya ile üretilen ekmeğe göre pek çok avantajı bulunan ekşi mayalı ekme , yakın zamanlarda tüm dünyayı etkileyen COVID-19 salgını sırasında pek çok insan tarafından merak edilen ve ilgi duyulan ürünlerden biri olmuştur.

Bu tez çalışmasında şerbetçiotu ve ayva kullanılarak üretilen ekstraktların ekmeğın fiziksel, kimyasal ve duysal özellikleri üzerine etkisi araştırılmıştır. Araştırma sırasında ekstraktlara, ekşi mayaya ve bunlardan üretilen ekmeklere mikrobiyolojik ve kimyasal analizler yapılmıştır. Ekstraktlarda ve ekşi mayada pH, LAB sayımı ve maya sayımı analizleri yapılırken ekme  örneklerinde pH, nem içeriği (%), su aktivitesi ( $a_w$ ), toplam asitlik (%) ve rope/s nme sporu sayımı analizleri gerçekleştirilmiştir.

Ekstraktlara ve ekşi mayaya yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda çalışma  rneği AE'nin üretiminde kullanılan ayva ekstraktının yüksek oranda LAB içerdiği, şE'nin üretiminde kullanılan şerbetçiotu ekstraktında ise maya sayısının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Ekme  yapımında kullanılan kaynaklara göre ekmekler depolama süresi içinde birbirinden farklılık göstermektedir. Çalışmada ekşi mayalı (K1) ve ticari mayalı (K2) ekmekler kontrol örneklerini, ayva ekstraktından yapılan ekme  (AE) ve şerbetçiotu ekstraktından yapılan ekme  (şE) ise çalışma örneklerini oluşturmuştur. Y r t len analizler sonucunda K1, AE ve şE örneklerinde 7 gün boyunca herhangi bir bozulma veya küflenme gözlenmezken K2 ekme  örneğinin yüzeyinde 6. gün k f gözlendiği için 7. günde yapılan analizlere dahil edilmemiştir.

Ekmek örneklerine yapılan mikrobiyolojik ve kimyasal analizler sonucunda toplam asitliği en yüksek ve pH'ı en düşük olan örneğin K1 olduğu, tüm ekmek örneklerinde depolama süresi boyunca nem içeriğinde ve su aktivitesi değerlerinde belirgin bir farklılık oluşturmadığı, K2 haricinde diğer ekmek örneklerinde rope/sünme veya küflenme meydana gelmediği saptanmıştır.

Yapılan çalışmanın sonucu olarak ayva ve şerbetçiotundan üretilen ekmeklerin standart (ticari mayalı) ekmeğe göre daha uzun raf ömrüne sahip olduğu saptanmıştır.7 günlük raf ömrü süresince çalışma örneklerinde herhangi bir küf veya bozulma gözlenmemiştir. Ekmek üretiminde raf ömrünü artırmak amacıyla başta kalsiyum propiyonat olmak üzere pek çok koruyucu ve gıda katkı maddesi dahil edilmektedir. Günümüzde doğal ve sağlıklı beslenmeye ilgi ve talep giderek artmaktadır. Ekmek üretiminde yapay katkı maddeleri veya koruyucu kullanmadan doğal bir yöntem olarak ayva ve şerbetçiotu ekstraktları kullanılması mümkündür. Ayrıca çalışma örneklerinde kullanılan ekstraktlar aromatik ve farklı tada sahip ekmek talep eden bireyler tarafından beğenilebilir. Ekmeklerde aroma ve tat zenginleştirme açısından ekstraktlar sektörel anlamda doğal bir katkı maddesi olarak kullanılabilir. Ayrıca ekmeğin raf ömrünü uzatması açısından da doğal bir koruyucu görevi görmektedir. Ticari mayalı ekmeğe kıyasla ekşi mayalı ekmek üretim tekniklerinin kullanılmasının ekmeğin raf ömrünün uzamasına katkı sağlayabileceği ve ekmek israfını önleme potansiyeli taşıyabileceği düşünülmektedir.

Literatürde farklı meyve ve gıda maddelerinden ekşi maya ve ekşi mayalı ekmek yapımında faydalandığı görülmüştür fakat bu ürünlerin doğrudan LAB ve maya kaynağı olarak kullanılmadığı tespit edilmiştir. Literatüre göre farklı bir yöntem olarak meyve ve meyve çiçeği türlerinin kullanılması ile farklı çalışmaların önünü açacağı düşünülmektedir.

Bu tez çalışması literatürden farklı olarak yeni kaynaklar olan ayva ve şerbetçiotu kullanılmasıyla ekmek fermantasyonun gerçekleştirilmesi, bu kaynakların ekmek kalitesi ve raf ömrü üzerinde katkı sağlayıp sağlamadığını incelenmesi ile kullanılan kaynaklardan maya ve LAB elde etme potansiyellerinin belirlenmesi amaçlarına yönelik verilerin elde edilmesiyle sonuçlanmıştır.

Ekmek yapımında heterofermentatif LAB suşlarının ticari kullanımı yaygınlaşmaktadır (Waites vd., 2015). Bu tez kapsamında elde edilen bulgular ışığında, ayva ekstraktının LAB içeriği nedeniyle ayva meyvesinin ekşi mayalı ekmek üretiminde kullanım potansiyelinin yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca gelecekte yürütülecek çalışmalar ile bu ekstraktlar kullanılarak farklı tip ekşi maya üretimleri gerçekleştirilebilir, ekstraktlardan LAB izolasyonu ve tanımlanması yapılarak ekşi mayalı ekmek üretiminde kullanılmak üzere starter kültür üretiminde değerlendirilebilir. Literatürde ayva meyvesinden LAB suşlarının izolasyonu ve tanımlanmasına ilişkin çalışmalara rastlanmamıştır. Bu da ekmek yapımında kullanılmak üzere bu suşların tanımlanmasının gelecekte yürütülecek çalışmalar açısından önemli bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca Tip II ekşi maya olarak ayva ekstraktına ticari maya katılarak aroma ve lezzet açısından daha zengin, raf ömrü daha uzun fonksiyonel özellikleri taşıyan geleneksel bir ekmek elde etmek de mümkündür. Bu konu, gelecekte ürün geliştirme (Ür-Ge) çalışmalarının yapılmasında önemli bir potansiyele sahiptir. Bu bağlamda, Türk kültüründe önemli bir yeri olan ekşi mayalı ekmeğin yeni formülasyonlarla geliştirilmesi, gastronomi alanındaki profesyoneller ve girişimciler için de oldukça değerlidir. Ayrıca ayva ve şerbetçiotu gibi endemik meyve ve bitkilerin gelecekte ekmek yapımında değerlendirilmesinin hem yeni ekşi mayalı ekmek üretimi ile gıda sektörüne hem de bölgesel ve ulusal ölçekte ekonomiye katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

## KAYNAKÇA

- Abdollahi, H. (2019). A review on history, domestication and germplasm collections of quince (*Cydonia oblonga* Mill.) in the world, *Genetic Resources and Crop Evolution*, 66(1), 1041-1058.
- Abedfar, A., Hosseinezhad, M., Sadeghi, A., Raeisi, M., Feizy, J. (2018). Investigation on “spontaneous fermentation” and the productivity of microbial exopolysaccharides by *Lactobacillus plantarum* and *Pediococcus pentosaceus* isolated from wheat bran sourdough, *LWT- Food Science and Technology*, 96(1), 686-693. doi: 10.1016/j.lwt.2018.05.071
- Abulizi, A., Simayi, J., Nuermaiti, M., Han, M., Hailati, S., Talihati, Z., Maihemuti, N., Nuer, M., Khan, N., Abudurousuli, K., Dilimulati, D., Nueraihemaiti, N., Moore, N., Zhou, W. and Wumaier, A. (2023). Quince extract resists atherosclerosis in rats by down-regulating the EGFR/PI3K/Akt/GSK-3 $\beta$  pathway, *Biomed Pharmacother*, 160(1), 114330, doi: 10.1016/j.biopha.2023.114330
- Akçelik, N. ve Akçelik, M. (2019). Gıda Fermantasyonlarında Rol Oynayan Mikroorganizmalar içinde *Fermente Gıdalar: Mikrobiyoloji, Teknoloji ve Sağlık 1*. Baskı, (ed: Anlı, E. ve Şanlıbaba, P.) s. 9-35, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Akgün, F. B. (2007). Ekşi Hamur Eldesi ve Ekmek Üretiminde Kullanılabilme Olanakları, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- 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-A Review, *Pak. J. Food Sci.*, 22(3), 171-179. ISSN: 2226-5899
- Alvarez, M. V., Moreira, M. R., Roura, S. I., Ayala-Zavala, J. F. ve Gonzalez-Aguilar, G. A. (2014). Using natural antimicrobials to enhance the safety and quality of fresh and processed fruits and vegetables: Types of antimicrobials içinde *Handbook of Natural Antimicrobials for Food Safety and Quality*, Editör: Taylor, T. M., Birleşik Krallık: Woodhead Publishing.

- Al-Zughbi, I. ve Krayem, M. (2022). Quince fruit *Cydonia oblonga* Mill nutritional composition, antioxidative properties, health benefits and consumers preferences towards some industrial quince products: A review, *Food Chemistry*, 393(1), 133362. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133362>
- Anlı R. E. (2019). Fermantasyonun Tarihçesi içinde *Fermente Gıdalar: Mikrobiyoloji, Teknoloji ve Sağlık* 1. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Anonim (2012). Türk Gıda Kodeksi. Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Tebliği. (2012/12). Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 4 Ocak 2012 tarih ve 28163 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim (2013). Türk Gıda Kodeksi. Buğday Unu Tebliği. (2013/9). Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı. 2 Nisan 2013 tarih ve 28606 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim (2023). <https://betalab.com.tr/su-aktivitesi-nedir-ve-neden-onemlidir/> Erişim tarihi 10.09.2023
- AOAC (Official Methods of Analysis), (1998), 13th ed., Official method 981.12. pH of acidified foods International Washington D.C.
- Arora, K., Ameer, H., Polo, A., Di Cagno, R., Rizzello, C. G. and Gobbetti, M. (2021). Thirty years of knowledge on sourdough fermentation: a systematic review, *Trends in Food Science & Technology*, 108(1), 71-83. doi: 10.1016/j.tifs.2020.12.008
- Artık, N., Poyrazoğlu, E. S. ve Konar, N. (2011) Tahıl İşleme Teknolojisi içinde *Gıda Bilimi ve Teknolojisi* (ed: Poyrazoğlu, E. S.) 3. Baskı, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir. ISBN: 978-975-06-0984-8
- Axelsson, L. (2004). Lactic acid bacteria: classification and physiology içinde *Lactic acid bacteria: microbiological and functional aspects* (ed: Salminen, S., von Wright, A. ve Ouwehand, A.) 4. Basım, Marcel Dekker, New York, 1-66. ISBN: 0-8247-5332-1
- Badem, A. (2021). *Ekmek ve Unlu Mamuller. Temel Mutfak Teknikleri ve Yönetimi*, Geçgin, E. ve Baltacı, M. (baş ed.), Detay Yayıncılık, Ankara, Türkiye, s. 265-286. ISBN: 978-6-0-5254394-8.



- Başkaya, Z. (2011). Bilecik İlinde Şerbetçiotu Üretimini Coğrafi Esasları, *Doğu Coğrafya Dergisi*, 16(25), 209-230.
- Betts, G. (2006). Determining the stability and shelf-life of foods içinde *Food spoilage microorganisms*, (ed: Blackburn, C. W.) CRC Press, New York. ISBN-10: 0-8493-9156-3
- Black, B. A., Zannini, E., Curtis, J. M. and Ganzle, G. M. (2013). Antifungal hydroxy-fatty acids produced during sourdough fermentation: microbial and enzymatic pathways, and antifungal activity in bread, *Applied and Environmental Microbiology*, 79(6), 1866-1873. doi: 10.1128/AEM.03784-12.
- Bobea, S. A., Belc, N. ve Cornea, C. P. (2022). The Use of Acid Dried Sourdough Starter to Improve Sensory Properties and Bread's Shelf Life – A Review, *Scientific Bulletin. Series F. Biotechnologies*, 26(1), 96-102. ISSN Online 2285-1372
- Bourdichon, F., Casagerola, S., Farrokh, C., Frisvad, J. C., Gerds, M. L., Hammes, W. P., Harnett, J., Huys, G., Laulund, S., Ouwehand, A., Powell, I. B., Prajapati, J. B., Seto, Y., Ter Schure, E., Van Boven, A., Vankerckhoven, V., Zgodar, A., Tuijelaars, S. and Hansen, E. B. (2012). Food fermentations: Microorganisms with technological beneficial use, *International Journal of Food Microbiology*, 154(3), 87-97. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2011.12.030
- Bulduk, S. (2016). Tahıl (Hububat) Teknolojisi içinde *Gıda Teknolojisi* 8. Baskı, Detay Yayıncılık, Ankara. ISBN: 978-605-9440-02-8
- Canesin, M. R., Cazerin, C. B. B. (2021). Nutritional quality and nutrient bioaccessibility in sourdough bread, *Current Opinion in Food Science*, 40(1), 81-86. doi: 10.1016/j.cofs.2021.02.007
- Cappelle, S., Guylaine, L., Ganzle, M. and Gobbetti, M. (2023). History and Social Aspects of Sourdough içinde *Handbook on Sourdough Biotechnology* (ed: Gobbetti, M. ve Ganzle, M.) 2. Basım, Springer, İsviçre. ISBN 978-3-031-23084-4 (eBook)
- Catteddu, P. (2021). *Sourdough Breads. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, Preedy, V. R. ve Watson R. R. (baş ed.), 2. Baskı, Academic

Press Elsevier, Londra, İngiltere, s. 177-188. ISBN: 978-0-12-814639-2

Cauvain, S. P. ve Young, L. S. (2011). The stability and shelf life of bread and other bakery products içinde Food and beverage stability and shelf life (ed: Kilcast, D. ve Subramaniam, P.), Woodhead Publishing. ISBN 978-0-85709-254-0 (online)

Cauvin, S. (2015). *Technology of Breadmaking* (Third Edition), Springer, Birleşik Krallık. ISBN 978-3-319-14686-7

Cevoli, C., Gianotti, A., Troncoso, R. and Fabbri, A. (2015). Quality evaluation by physical tests of a traditional Italian flat bread Piadina during storage and shelf-life improvement with sourdough and enzymes, *European Food Research and Technology*, 240(1), 1081-1089.

Chaplygina, A., Batura, N. G., Matyusev, V. V., Tipsina, N. N. and Shmeleva, Z. N. (2020). The hop sourdough use to improve bread microbiological safety, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 42(3), 1-6

Comasio, A., Van Kerrebroeck, S. and De Vuyst, L. (2021). Lemon juice and apple juice used as source of citrate and malate, respectively, enhance the formation of buttery aroma compounds and/or organic acids during Type 2 and Type 3 sourdough productions performed with *Companilactobacillus crustorum* LMG 23699, *International Journal of Food Microbiology* 339(2021), 1-11

Corsetti, A., De Angelis, M., Dellaglio, F., Paparella, A., Fox, P., Setanni, L. ve Gobbetti, M. (2003). Characterization of sourdough lactic acid bacteria based on genotypic and cell-wall protein analyses, *Journal of Applied Microbiology*, 94(4), 641-654.

Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. ve Rossi, J. (1998). Sourdough lactic acid bacteria effects on bread firmness and staling, *Journal of Food Science*, 63(2), 347-351.

Corsetti, A., Gobbetti, M., De Marco, B., Balestrieri, F., Paoletti, F., Russi, L. and Rossi, J. (2000). Combined Effect of Sourdough Lactic Acid Bacteria and Additives on Bread Firmness and Staling, *J. Agric. Food Chem.*, 48(1), 3044-3051.

Corsetti, A., and Setanni, L. (2007). Lactobacilli in sourdough fermentation, *Food Research*

*International*, 40(5), 539-558, doi: 10.1016/j.foodres.2006.11.001

- Corsetti, A., Setanni, L., Valmorri, S., Mastrangelo, M. and Suzzi, G. (2007). Identification of subdominant sourdough lactic acid bacteria and their evolution during laboratory-scale fermentations, *Food Microbiology*, 24(6), 592-600. doi: 10.1016/j.fm.2007.01.002
- De Angelis, M., Coda, R., Silano, M., Minervini, F., Rizzello, C., Di Cagno, R., Vicentini, O., De Vincenzi, M. and Gobbetti, M. (2006). Fermentation by selected sourdough lactic acid bacteria to decrease coeliac intolerance to rye flour, *J. Cereal Sci.*, 43(2006), 301-314.
- De Vuyst, L., Van Kerrebroeck, S., Leroy, F. (2017). Chapter two – Microbial ecology and process technology of sourdough fermentation içinde *Advances in Applied Microbiology*, 100(1), 49-160. doi: 10.1016/bs.aambs.2017.02.003
- De Vuyst, L. and Neysens, P. (2005). The sourdough microflora: biodiversity and metabolic interactions, *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 43-56.
- De Vuyst, L. and Vancanneyt, M. (2007). Biodiversity and identification of sourdough lactic acid bacteria, *Food Microbiology*, 24(2), 120-127
- De Vuyst, L., Gonzalez-Alonso, V., Wardhana, Y. R. and Pradal, I. (2023). Taxonomy and Species Diversity of Sourdough Lactic Acid Bacteria içinde *Handbook on Sourdough Biotechnology* (ed: Gobbetti, M. ve Ganzle, M.) 2. Basım, Springer, İsviçre. ISBN 978-3-031-23084-4 (eBook)
- De Vuyst, L., Harth, H., Kerrebroeck, S. V., Leroy, F. (2016). Yeast diversity of sourdoughs and associated metabolic properties and functionalities, *International Journal of Food Microbiology*, 239(1), 26-34. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.018
- De Vuyst, L., Vrancken, G., Ravyts, F., Rimaux, T. and Weckx, S. (2009). Biodiversity, ecological determinants, and metabolic exploitation of sourdough microbiota, *Food Microbiology*, 26(7), 666-675. doi: 10.1016/j.fm.2009.07.012
- Di Cagno, R., Coda, R., De Angelis, M. and Gobbetti, M. (2013). Exploitation of vegetables and fruits through lactic acid fermentation, *Food Microbiology*, 33(1), 1-10. doi:

10.1016/j.fm.2012.09.003

Dinç, T. (2019). *Karakılçık: Ekşi Mayaya Dair Her Şey*, Mutfakkitap, İstanbul, Türkiye, 360 s. ISBN: 978-605-86379-1-7

Emirli, Ç. (2021). Farklı Tahıl Unlarının İlavesiyle Üretilen Ekşi Mayalı Ekmeklerin Duyusal Olarak Değerlendirilmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Ayvansaray Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.

Endo, A., Futagawa-Endo, Y. ve Dicks, L. M. T. (2009). Isolation and characterization of fructophilic lactic acid bacteria from fructose-rich niches, *Systematic and Applied Microbiology*, 32(8), 593-600.

Endo, A. Maeno, S., Tanizawa, Y., Kneifel, W., Arita, M., Dicks, L. ve Salminen, S. (2018). Fructophilic Lactic Acid Bacteria, a Unique Group of Fructose-Fermenting Microbes, *American Society for Microbiology Applied and Environmental Microbiology*, 84(19), e01290-18, doi: 10.1128/AEM.01290-18.

Erginkaya, Z. ve Kabak, B. (2017). Fermente Gıdalar içinde *Gıda Mikrobiyolojisi* (ed: Erkmen, O.) 5. Baskı, Efil Yayınevi, Ankara. ISBN:978-605-4334-02-5

Galle, S. and Arendt, E. K. (Exopolysaccharides from sourdough lactic acid bacteria, *Critical Reviews in Food Science And Nutrition*, 54(7), 891-901.

Ganzle, M. G. and Salovaara, H. (2019). Lactic Acid Bacteria in Cereal-Based Products içinde Lactic Acid Bacteria: Microbiological and Functional Aspects (ed: Vinderola, G., Ouwehand, A. C., Salminen, S. ve Wright, A.) 5. Basım, CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN: 13: 978-0-8153-6648-5

Ganzle, M. G. and Zheng, J. (2019). Lifestyles of sourdough lactobacilli – Do they matter for microbial ecology and bread quality? *International Journal of Food Microbiology*, 302(2), 15-23. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.08.019

Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R. and Rizzello, C. G. (2008). Sourdough/lactic acid bacteria, *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, 2008, 267-288.

Gobbetti, M., De Angelis, M., Di Cagno, R., Calasso, M., Archetti, G., Rizzello, C. G.

- (2019). Novel insights on the functional/nutritional features of the sourdough fermentation. *International Journal of Food Microbiology*, 302(1), 103–113. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.05.018
- Gordun, E., del Valle, L. J. Ginovart, M. and Carbo, R. (2014). Comparison of the microbial dynamics and biochemistry of laboratory sourdoughs prepared with grape, apple and yogurt, *Food Science and Technology International*, 21(1), 428-439.
- Grevstova S.A., Rekhviasvili, E. I., Ailyarova, M. K., Kabulova, M. Y. ve Soldatova, I. E. (2020). Biotechnology of Production of Yeast-free Bread Using the Local *Streptococcus Thermophilus* Strain Breded by Grosk Gau and Wild Hop in Rno-Alania, *Quality Control and Food Safety*, 4(30), 28-34. doi:10.31677/2072-6724-2020-30-4-28-34
- Gumelar, A. G. (2019). Formulation of Sourdough with Wuluh Starfruit (*Averrhoa bilimbi* L.) as Acidulant, Yüksek Lisans Tezi, Unika Soegijapranata Semarang, Endonezya.
- Hajnal, E. J., Orcic, D., Mastilovic, J. (2021). *The Fate of Alternaria Toxins in the Wheat-Processing Chain. Flour and Breads and Their Fortification in Health and Disease Prevention*, Preedy, V. R. ve Watson R. R. (baş ed.), 2. Baskı, Academic Press Elsevier, Londra, İngiltere, s. 37-51. ISBN: 978-0-12-814639-2
- Hammes W. P. and Ganzle, M. G. (1998). Sourdough breads and related products içinde *Microbiology of Fermented Foods*, Vol. 1 Editör: Woods, B. J. B., Londra:Blackie Academic/Professional.
- Hammes, W. P., Brandt, M. J., Francis, K. L., Rosenheim, J., Seitter, M. F. H. ve Vogelmann, S. A. (2005). Microbial ecology of cereal fermentations, *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 4-11. doi: 10.1016/j.tifs.2004.02.010
- Harris, L. J. (1997). The microbiology of vegetable fermentations in *Microbiology of fermented foods* (ed: Wood, B. J. B.), 45-72, Blackie Academic & Professional 2. Baskı, Londra. ISBN-13: 978-1-4613-7990-4
- Jansch, A., Korakli, M., Vogel, R. F. and Ganzle, M. G. (2007). Glutathione reductase from *Lactobasillus sanfranciscensis* DSM20451T: contribution to oxygen tolerance and

- thiol-exchange reactions in wheat sourdoughs, *Applied and Environmental Microbiology*, 73(14), 4469-4476. doi: 10.1128/AEM.02322-06
- Karovicova, J. and Kohajdova, Z. (2003). Lactic acid fermented vegetable juices, *Horticultural Science*, 30(4), 152-158.
- Katina, K., Arendt, E., Luikkonen, K. H., Auito, K., Flander, L. ve Poutanen, K. (2005). Potential of sourdough for healthier cereal products, *Trends in Food Science & Technology*, 16(1-3), 104-112. doi: 10.1016/j.tifs.2004.03.008
- Kılıç, T. ve Başkaya, Z. (2018). Agro-Tourism Potential In Bilecik Province, *International Journal of Geography Education (IGGE)*, 38(2018), 234-246.
- Kim, M. and Chun, J. (2005). Bacterial community structure in kimchi, a Korean fermented vegetable food, as revealed by 16S rRNA gene analysis, *International Journal of Food Microbiology*, 103(1), 91-96. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2004.11.030
- Komatsuzaki, N., Okumura, R., Sakurai, M, Ueki, Y. and Shima, J. (2016). Characteristics of *Saccharomyces cerevisiae* isolated from fruits and humus: Their suitability for bread making, *Progress in Biological Sciences*, 6(1), 55-63.
- Kramer, B., Thielmann, J., Hiskisch, A., Muranyi, P., Wunderlich, J. and Hauser, C. (2014). Antimicrobial activity of hop extracts against foodborne pathogens for meat applications, *J. Appl. Microbiol*, 118, 648-657.
- Leroy, F. and De Vuyst, L. (2004). Lactic acid bacteria as functional starter cultures for the food fermentation industry, *Trends in Food Science and Technology*, 15(2), 67-78. doi: 10.1016/j.tifs.2003.09.004
- Lopez, H. W., Krespine, V., Guy, C., Messenger, A., Demigne, C. and Remesy, C. (2001). Prolonged Fermentation of Whole Wheat Sourdough Reduces Phytate Level And Increase Soluble Magnesium, *J. Agric. Food. Chem.*, 49(5), 2657-2662.
- Ma, S., Wang, Z., Guo, X., Wang, F., Huang, J., Sun, B. ve Wang, X. (2021). Sourdough improves the quality of whole-wheat flour products: Mechanisms and challenges—A review, *Food Chemistry*, 360(1), 130038. doi: 10.1016/j.foodchem.2021.130038

- Madigan, M. T., Bender, K. S., Buckley, D. H., Sattley, W. M. and Stahl, D. A. (2019). Diversity of Bacteria içinde *Brock Biology of Microorganisms* 5. Baskı, Pearson, Birleşik Krallık. ISBN: 978- 1-292-23510-3
- Magalhaes, A. S., Silva, B. M., Pereira, J. A., Andrade, P. B., Valentao, P. ve Carvalho, M. (2009). Protective effect of quince (*Cydonia oblonga* Miller) fruit against oxidative hemolysis of human erythrocytes, *Food and Chemical Toxicology*,47(6), 1372-1377. doi: 10.1016/j.fct.2009.03.017
- Magan, N. Aldred, D. and Arroyo, M. (2012). Mould prevention in bread içinde *Breadmaking: Improving Quality* (ed: Cauvain, S. P.), 597-613, Woodhead Publishing, Cambridge. ISBN: 978-0-85709-569-5 (online)
- Magan, N. and Aldred, D. (2006). Managing microbial spoilage in cereal and baking products içinde *Food Spoilage Microorganisms*, (ed: Blackburn, C. W.) CRC Press, New York. ISBN-10: 0-8493-9156-3
- Manwar, J., Mahadik, K., Paradkar, A., Lohidasan, S., Vohra, M. and Patil, S. (2013). Isolation, biochemical and genetic characterizations of alcohol-producing yeasts from the flowers of *Woodfordia fruticosa*, *Journal of Young Pharmacists*, 5(4), 191-194. doi: 10.1016/j.jyp.2013.11.007
- Marin, S., Guynot, M. E., Neira, P., Bernardo, M., Sanchis, V. and Ramos, A. J. (2002). Risk assessment of the use of sub-optimal levels of weak-acid preservatives in the control of mould growth on bakery products, *International Journal of Food Microbiology*, 79(3), 203-211. doi: 10.1016/S0168-1605(02)00088-0
- Mehta, D., Prasad, P., Sangwan, R. S. and Yadav, S. K. (2018). Tomato processing byproduct valorization in bread and muffin: improvement in physicochemical properties and shelf life stability, *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 2560-2568.
- Minervini, F., Celano, G., Lattanzi, A., De Angelis, M. ve Gobbetti, M. (2016). Added ingredients affect the microbiota and biochemical characteristics of durum wheat type-I sourdough, *Food Microbiology*, 60(1), 112-123. doi: 10.1016/j.fm.2016.05.016

- Nielsen, P. V. and Rios, R. (2000). Inhibition of fungal growth on bread by volatile components from spices and herbs, and the possible application in active packaging, with special emphasis on mustard essential oil, *International Journal of Food Microbiology*, 60(2-3), 219-229. doi: 10.1016/S0168-1605(00)00343-3
- Nionelli, L., Pontonio, E., Gobetti, M. and Rizzello, C. G. (2018). Use of hop extract as antifungal ingredient for bread making and selection of autochthonous resistant starters for sourdough fermentation, *International Journal of Food Microbiology*, 266, 173-182.
- Omedi, J. O., Huang, W. and Zheng, J. (2019). Effect of sourdough lactic acid bacteria fermentation on phenolic acid release and antifungal activity in pitaya fruit substrate, *LWT*, 111(2019), 309-317
- Osmaneli Belediyesi, Osmaneli'nin Tarihsel Gelişimi, Erişim adresi: <https://www.osmaneli.bel.tr/tarihce>, Erişim Tarihi: 1 Haziran 2021 11:01.
- Özer, M. S., Yazıcı, G. N. ve Köksel, H. (2020). Ekmek Üretimi içinde *Fermente Ürünler Teknolojisi ve Mikrobiyolojisi* (ed: Erkmen, O., Erten, H. ve Sağlam, H.) Nobel, Ankara. ISBN: 987-625-406-665-8
- Özkaya, B. (2019). *Ekmek. Fermente Gıdalar: Mikrobiyoloji, Teknoloji ve Sağlık*, Anlı, E. ve Şanlıbaba, P. (baş ed.), Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara, Türkiye, s. 501-540. ISBN: 978-605-7846-35-8
- Papadimitriou, K., Zoumpoulou, G., Georgalaki, M., Alexandraki, V., Kazou, M., Anastasiou, R., Tsakalidou, E. (2019). Sourdough Bread içinde: Innovation in Traditional Foods (Ed: Galanakis, C. M.), Woodhead Publishing, Elsevier, Birleşik Krallık. ISBN: 978-0-12-814888-4 (online)
- Paslı, A. A. (2015). Assessment Of Black Carrot, Red Beet, Pomegranate and Strawberry as Starter Culture Source For Sourdough Bread, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Plengvidhya, V., Breidt, Jr. F. ve Fleming, H. P. (2004). Use of RAPD-PCR as a method to follow the progress of starter cultures in sauerkraut fermentation, *International*



*Journal of Food Microbiology*, 93(3), 287-296. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2003.11.010

- Plessas, S. (2021). Innovations in Sourdough Bread Making, *Fermentation*, 7(21), 1-3.
- Rak, V., Yurchak, V., Bilyk, O. and Bondar, V. (2018). Research Into Techniques For Making Wheat Bread On Hop Leaven, *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 1/11(91), 1-9.a
- Rosenkvist, H. ve Hansen, A. (2005). Contamination profiles and characterisation of *Bacillus* species in wheat bread and raw materials for bread production, *International Journal of Food Microbiology*, 26(3), 353-363. doi: 10.1016/0168-1605(94)00147-X
- Rumeus, I. ve Turtoi, M. (2013). Influence of sourdough use on rope spoilage of wheat bread, *Journal of Agroalimentary Processes and Technologies*, 13(1), 94-98.
- Sakandar, H. A., Hüseyin, R., Kubow, S., Sadık, F. A., Huang, W., İmran, M. (2019). Sourdough bread: A contemporary cereal fermented product, *Journal of Food Processing and Preservation*, 43(3), e13883. doi: 10.1111/jfpp.13883
- Savic, D., Savic, T., Skrinjar, M. and Jokovic, N. (2007). Profile of Lactic Acid Bacteria in Rye Flour and Sourdough, *Journal of Culture Collections*, 5(1), 38-45.
- Schiraldi, A. and Fessas, D. (2001). Mechanism of Staling: An Overview içinde *Bread Staling* (ed: Chinachoti, P. ve Vodovotz, Y.) CRC Press, New York. ISBN: 0-8493-8790-6
- Schiraldi, A and Fessas, D. (2012). The role of water in dough formation and bread quality içinde *Breadmaking: Improving quality* (ed: Cauvain, S. P.) Woodhead Publishing, 2nd edition, UK. ISBN 978-0-85709-569-5 (online)
- Siepmann, F. B., Ripari, V., Waszczynskyj, N., Spier, M. R. (2018). Overview of Sourdough Technology: from Production to Marketing, *Food Bioprocess Technology*, 11(1), 242-270. doi: 10.1007/s11947-017-1968-2
- Silva, B. M., Andrade, B., Valentao, P., Ferreres, F., Saebra, R. M. and Ferreira, M. A.

- (2004). Quince (*Cydonia oblonga* Miller) Fruit (Pulp, Peel, and Seed) and Jam: Antioxidant Activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(1), 4705-4712. doi: 10.1021/jf040057v
- Sim, S., Park, YJ., Lee, JH., Jeong, SY., Lim, JJ., Yu, GH., Kim, EG. and Suh, HJ. (2019). Quality Characteristics and Antioxidant Activities of Morning Bread- Containing Aronia Sourdough Starter, *Journal of Food Hygiene and Safety*,34(5), 463-472. doi: 10.13103/JFHS.2019.34.5.463.
- Skyes, J. T. (1972). A Description of Some Quince Cultivars from Western Turkey, *Economic Botany*, 26(1), 21-31.
- Smith, J. P., Dafias, D. P., El-Khoury, W., Koukoutsis, J. ve El-Khoury, A. (2004). Shelf Life and Safety Concerns of Bakery Products – A Review, *Critical Reviews in Food Sciences and Nutrition*, 44(1), 19-55. doi: 10.1080/10408690490263774
- Şahin, M. (2014). Ayvayı Yiyelim, *Apelasyon*, 5(1). Erişim adresi: <https://apelasyon.com/yazi/5/ayvayi-yiyelim> Erişim tarihi: 10.09.2023, 13:41.
- Şahin, G. ve Üçışık Erbilen, S. (2012). Türkiye’de yetiştirilen Keyf Bitkiler İçerisinde Özel Bir Tür: Şerbetçiotu (*Humulus lupulus* L.), *Zeitschrift für die Welt der Türken*, 4(3), 237-258.
- Tamminen, M., Joutsjoki, T., Sjöblom, M., Joutsen, M., Palva, A., Ryhanen, E. L. and Joutsjoki, V. (2004). Screening of lactic acid bacteria from fermented vegetables by carbohydrate profiling and PCR–ELISA, *Letters in Applied Microbiology*, 39(5), 439-444. doi: 10.1111/j.1472-765X.2004.01607.x
- Teneva-Angelova, T., Hristova, I., Pavlov, A. and Beshkova, D. (2018). Lactic Acid Bacteria- From Nature Through Food to Health, *Advances in Biotechnology for Food Industry, Handbook of Food Bioengineering*, 91-133.
- Torrieri, E., Pepe, O., Ventorino, V., Masi, P. ve Cavella, S. (2014). Effect of sourdough at different concentrations on quality and shelf life of bread, *LWT- Food Science and Technology*, 56(2), 508-516. doi: 10.1016/j.lwt.2013.12.005
- TS ISO 15214 (2015). Gıda ve hayvan yemleri mikrobiyolojisi - Mezofilik laktik asit

bakterilerinin sayımı için yatay yöntem - 30°C'ta koloni sayımı tekniği, ICS: 07.100.30, 1. Baskı, TSE, Ankara

TS 5000 (2010). *Türk Standardı 5000, Ekmek Standardı*, ICS: 67.060, 1. Baskı, TSE, Ankara.

Turkut, G. M. (2015). Ekşi Maya ile Glütensiz Ekmek Üretiminde Hamur Reolojisi ve Ürün Özelliklerinin Belirlenmesi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

TÜİK, Türkiye İstatistik Kurumu, 2022 Yılı Bitkisel Üretim İstatistikleri. Erişim adresi: <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Bitkisel-Uretim-Istatistikleri-2022-45504>, Erişim tarihi: 04/08/2023, 15:38

Türk Patent, Türk Patent ve Marka Kurumu, Bilecik Şerbetçiotu, Erişim adresi: <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografisiaretler/detay/822>, Erişim tarihi: 1 Haziran 2021 10:32.

Türk Patent, Türk Patent ve Marka Kurumu, Bilecik Osmaneli Ayvca Lokumu, Erişim adresi: <https://ci.turkpatent.gov.tr/cografisiaretler/detay/1505>, Erişim tarihi: 10.09.2023.

Ünal, S. (2010). Ekmek ve Ekmekçilik içinde *Yediğimiz, Ekmek*, (ed: Ceylan, A.) Metro Gastro Dizisi 54. Sayı Eki, Metro Kültür Yayınları, İstanbul.

Ünsal, A. (2011). Nimet Geldi Ekine: Türkiye'nin Ekmeklerinin Öyküsü, 4. Baskı, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul. ISBN: 978-975-08-0628-X

Ünüvar, Ş. (2008). *Ekmek ve Ekmek Çeşitleri Üretim Teknolojisi*, Savaş Yayınevi: Ankara. ISBN: 978-975-6331-54-5

Wang, X., Yang, L., Yang, X. and Tian Y. (2014). In vitro and in vivo antioxidant and antimutagenic activities of polyphenols extracted from hops (*Humulus lupulus L.*), *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(2014), 1693-1700.

WordArt. (t.y.). Kelime bulutu, [www.wordart.com](http://www.wordart.com)

Wolter, A., Hager, A.S., Zannini, E., Czerny, M. and Arendt, E.K. (2014a). Impact of

sourdough fermented with *Lactobacillus plantarum* FST 1.7 on baking and sensory properties of gluten-free breads, *European Food Research and Technology*, 239(1):1-12.

Wolter, A., Hager, A.S., Zannini, E. and Arendt, E.K. (2014b). Influence of sourdough on in vitro starch digestibility and predicted glyceic indices of gluten-free breads, *Food and Function*, 5(3): 564-572.

Yıldız, B. (2020). Taze Meyvelerden Elde Edilen Ekşi Mayaların Ekmeklerin Kalite Özellikleri Üzerindeki Etkisinin Araştırılması, İstanbul Aydın Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.

Yılmaz, T. (2020). Bazı Geleneksel Fermente Ürünlerin Ekşi Mayalı Ekmek Üretiminde Kullanımı, Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Yibar, A. Cetinkaya, F. ve Soyutemiz, G. E. (2013). Detection of Rope-Producing *Bacillus* in Bread and Identification of Isolates to Species Level by Vitek 2 System, *J. BIOL. ENVIRON. SCI.* 6(18), 243-248.

Yu, Y., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., Qi, X. (2018). Contribution of spontaneously-fermented sourdoughs with pear and navel orange for the bread-making, *LWT*, 89(2018), 336-343.

Zhao, C., Kinner, M., Wismer, W. ve Ganzle, M. G. (2015). Effect of Glutamate-accumulation during sourdough fermentation with *L. reuteri* on the taste of bread and sodium-reduced bread, *Cereal Chemistry*, 92(2), 224-230.

Zugic-Petrovic, T., Jokovic, N. and Savic, D. (2009). The evolution of lactic acid bacteria community during the development of mature sourdough. *Acta Periodica Technologica*, 220, 111–122. doi: 10.2298/apt0940111z

## EKLER



**EK 1**

**EKSTRAKTLARIN ÜRETİMİNDE KULLANILAN ŞERBETÇİOTU VE AYVANIN FOTOĞRAFLARI**



## EK 2

### KONTROL (K1 VE K2) VE ÇALIŞMA ÖRNEKLERİNİN (AE VE ŞE) GÖRSELLERİ



### EK 3

## HEDONİK SKALA TESTİ

**YAŞ:**

**CİNSİYET:**

Sunulan ekmek örnekleriyle, sizlere ürünün kalite kriterleri hakkında düşünceleriniz sorulacaktır. Lütfen;

- 1) Size verilen ekmek örneklerini aşağıda verilen sıraya göre görünüş & renk, doku ve tat & koku yönünden değerlendiriniz.
- 2) Ürünlerin sizde bıraktığı etkiye göre, aşağıdaki skalayı kullanarak 1 ile 9 arasında bir numarayı daire içerisine alınız.
- 3) Tek tek değerlendirmeniz sonunda, nedenlerini de belirterek, ürünleri genel beğeni sırasına koyunuz.

**Katılımmız için teşekkürler 😊**

**Ürün Kodu:**

	Hiç Beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş & Renk	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Doku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat & Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Ürün Kodu:**

	Hiç Beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş & Renk	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Doku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat & Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Ürün Kodu:**

	Hiç Beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş & Renk	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Doku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat & Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Ürün Kodu:**

	Hiç Beğenmedim			Ne beğendim Ne beğenmedim			Çok fazla beğendim		
Görünüş & Renk	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Doku	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Tat & Koku	1	2	3	4	5	6	7	8	9

**Beğeni sıralamanız:**

	<u>Kod</u>	<u>Nedeni</u>
En çok	1)	
	2)	
	3)	
En Az	4)	



