

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



PİYASADA SATILAN ENDÜSTRİYEL KEFİRLERİN EV
YAPIMI KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN
ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZLEM ŞAHİN

TEZ DANIŞMANI

Doç. Dr. İlyas ATALAR

İKİNCİ TEZ DANIŞMANI

Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR

BOLU, TEMMUZ - 2023

KABUL VE ONAY SAYFASI

Özlem ŞAHİN tarafından hazırlanan “hazırlanan “**PIYASADA SATILAN ENDÜSTRİYEL KEFİRLERİN EV YAPIMI KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**” adlı tez çalışması jürimiz tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği/ oy çokluğuyla kabul edilmiştir. 26/07/2023

Jüri Üyeleri

İmza

Danışman
Doç. Dr. İlyas ATALAR
Eskişehir Osmangazi Üniversitesi

.....

Üye
Prof. Dr. Hayri COŞKUN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi

.....

Üye
Doç. Dr. Oğuz AYDEMİR
Çankırı Kartekin Üniversitesi

.....

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. İbrahim KÜRTÜL
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- 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 çalışmada 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 beyan ederim.

Teze ilişkin Turnitin adlı programında enstitü müdürlüğünce belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan benzerlik raporuna göre, tezin benzerlik oranı %30'u geçmemektedir.

.....

ÖZLEM ŞAHİN

ÖZET

PİYASADA SATILAN ENDÜSTRİYEL KEFİRLERİN EV YAPIMI KEFİR ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

ÖZLEM ŞAHİN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

(TEZ DANIŞMANI: Doç. Dr. İlyas ATALAR)

(İKİNCİ DANIŞMAN: Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR)

BOLU, TEMMUZ - 2023

XIV + 74

Bu çalışmada, piyasada ticari olarak satılan kefir içeceklerinden ev yapımı kefir üretilebilme potansiyeli araştırılmıştır. Bu amaçla piyasada en çok satılan iki farklı marka kefir ile çalışılmıştır. Kefir örneklerinin fermantasyon süreci boyunca mikrobiyel gelişim kinetiği, viskozite ve pH takibi yapılmıştır. Fermentasyon boyunca laktobasil, laktokok, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayım sonuçları ve viskozite değerleri artış gösterirken, pH değerlerinde düşüş belirlenmiştir. Rejenerasyon çalışması üretilmiş olan kefirlerden 4 gün boyunca art arda pasajlama yapılarak tamamlanmıştır. Mikroorganizma sayıları pasajlama boyunca önemli değişim göstermemiştir. B marka kefirde üretilen örneklerde maya varlığı 3. pasajlamadan sonra gözlemlenememiştir. Depolama analizleri depolamanın 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde yapılmıştır. Her iki markada depolama süresi sonunda laktobasil, laktokok ve TMAB sayısı düşüş göstermişken maya sayısı B marka kefir için değişim göstermemiştir. Viskozite değerleri ve serum ayrılması her iki markada da artış gösterirken, pH değerlerinde azalış tespit edilmiştir. Duyusal analizlerde ise panelist beğenileri A markası için depolamanın 21. günü, B markası için ise 7. günü daha yüksek çıkmıştır. Kuru madde miktarı, titrasyon asitliği ile L* ve a* değerlerinde depolama boyunca istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Çalışma sonucunda gerekli hijyen koşulları ve inkübasyon sıcaklığına dikkat edilmesi halinde ticari kefir içecekleri ile üretiminin mümkün olduğu görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER: Kefir, İnokülasyon, Ticari Kefir, Geleneksel Üretim

ABSTRACT

INVESTIGATION OF THE USABILITY OF COMMERCIALLY AVAILABLE INDUSTRIAL KEFIR IN HOMEMADE KEFIR

PRODUCTION

MSC THESIS

ÖZLEM ŞAHİN

BOLU ABANT İZZET BAYSAL UNIVERSITY

INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING

(SUPERVISOR: Assoc. Prof. İlyas ATALAR)

(CO-SUPERVISOR: Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR)

BOLU, JULY 2023

XIV + 74

In this study, the potential of producing homemade kefir from commercially available kefir drinks was investigated. For this purpose, two different brands of kefir, which are the most widely sold in the market, were used. Microbial growth kinetics, viscosity and pH were monitored during the fermentation process of kefir samples. During fermentation, lactobacilli, lactococci, total mesophilic aerobic bacteria (TMAB) counts and viscosity values increased while pH values decreased. The regeneration study was completed by successive passaging of the kefirs produced for 4 days. Microorganism counts did not show significant changes during passaging steps. The presence of yeast in the samples produced from brand B kefir could not be observed after the 3rd passaging. Storage analyses were performed on the 1st, 7th, 14th, 21th and 28th days of storage. At the end of the storage period, lactobacilli, lactococci and TMAB counts decreased in both brands, while yeast counts did not change for brand B kefir. Viscosity values and serum separation increased in both brands, while pH values decreased. In sensory analyses, panelist tastes were higher on the 21th day of storage for brand A and on the 7th day for brand B. No statistical difference was observed in dry matter content, titratable acidity, L* and a* values during storage ($p>0.05$). As a result of the study, it was observed that it is possible to produce commercial kefir beverages if the necessary hygiene conditions and incubation temperature are observed.

KEYWORDS: Kefir, Inokulasyon, Commercial kefir, Traditional production

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ETİK BEYAN.....	iv
ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	ix
ÇİZELGE LİSTESİ.....	x
TABLO LİSTESİ	xi
FOTOĞRAF LİSTESİ	xii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xiv
1. GİRİŞ.....	1
2. GENEL BİLGİLER	4
2.1 Kefirin Tanımı	4
2.2 Kefirin Tarihçesi	6
2.3 Kefir Üretimi	7
2.4 Kefirin Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Özellikleri	12
2.5 Kefirin Sağlığa Yararları	14
2.6 Kefirin Fermantasyonu Üzerine Etki Eden Parametreler	16
3. MATERYAL VE YÖNTEM	18
3.1 Materyal	18
3.2 Yöntem	18
3.2.1 Kefir Üretimi	18
3.2.2 Fermantasyon Sürecinin Takibi.....	18
3.2.3 Mikrobiyolojik Analizler	19
3.2.4 Rejenerasyon Çalışması.....	20
3.2.5 Kefirin Depolanma Sürecinde Yapılan Analizler.....	20
3.2.5.1 Serum Ayrılması	20
3.2.5.2 Titrasyon Asitliği Tayini	21
3.2.5.3 Kuru madde	21
3.2.5.4 pH Analizi	22
3.2.5.5 Viskozite Analizi	22
3.2.5.6 Renk Analizi.....	23
3.2.5.7 Mikrobiyolojik Analizler	23
3.2.5.8 Duyusal Analizler	23
3.2.5.9 İstatistiksel Analizler.....	25
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	26

4.1 Fermantasyon Sürecinin Takibi.....	26
4.1.1 Mikrobiyel Gelişim Kinetiği	26
4.1.1.1 Laktobasil Fermantasyon Gelişim Kinetiği	28
4.1.1.2 Laktokok Fermantasyon Gelişim Kinetiği	29
4.1.1.3 Maya Fermantasyon Gelişim Kinetiği	31
4.1.1.4 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Fermantasyon Gelişim Kinetiği	32
4.1.1.5 Fermantasyon Boyunca Kefir Örneklerinin pH Değişim Kinetiği ve Modeli	33
4.1.1.6 Fermantasyon Boyunca Kefir Örneklerinin Viskozite Değişim Kinetiği ve Modeli	36
4.2 Rejenerasyon Çalışması.....	36
4.2.1 Rejenerasyon Sürecinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları	37
4.2.1.1 Rejenerasyon Sürecinde Laktobasil Değişimi	37
4.2.1.2 Rejenerasyon Sürecinde Laktokok Değişimi	38
4.2.1.3 Rejenerasyon Sürecinde Maya Değişimi	39
4.2.1.4 Rejenerasyon Sürecinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Değişimi	40
4.2.2 Rejenerasyon Sürecinde pH Değişimi	41
4.2.3 Rejenerasyon Sürecinde Viskozite Değişimi	41
4.3 Depolama Çalışması	42
4.3.1 Depolama Sürecinde Mikrobiyolojik Analizler	43
4.3.1.1 Depolama Sürecinde Laktobasil Değişimi	44
4.3.1.2 Depolama Sürecinde Laktokok Değişimi	45
4.3.1.3 Depolama Sürecinde Maya Değişimi	46
4.3.1.4 Depolama Sürecinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Değişimi	47
4.3.2 Depolama Sürecinde Viskozite Değişimi	48
4.3.3 Depolama Sürecinde Renk Değişimi	49
4.3.4 Depolama Sürecinde Serum Ayrılması Değişimi	53
4.3.5 Depolama Sürecinde pH Değişimi	54
4.3.6 Depolama Sürecinde Titrasyon Asitliği Değişimi	56
4.3.7 Depolama Sürecinde Kuru Madde Değişimi	57
4.3.8 Depolama Sürecinde Duyusal Değerlendirme Sonuçlarında Değişim	58
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	64
6. KAYNAKLAR.....	67

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Geleneksel yöntem ile kefir üretimi prosesi	9
Şekil 2.2. Endüstriyel kefir üretim prosesi	10
Şekil 4.1. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki laktobasil sayısının zamana göre değişimi	28
Şekil 4.2. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki laktokok sayısının zamana göre değişimi	30
Şekil 4.3. B markası ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki maya sayısının zamana göre değişimi	31
Şekil 4.4. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki toplam aerobik sayısının zamana göre	33
Şekil 4.5. Ticari kefir ile üretilen örneklerin zamana bağlı pH değişimi.....	34
Şekil 4.6. Ticari kefir ile üretilen örneklerin zamana bağlı pH değişimi.....	34
Şekil 4.7. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki viskozitenin zamana göre değişimi	36
Şekil 4.8. Laktobasil sayım sonucu.....	37
Şekil 4.9. Laktokok sayım sonucu	38
Şekil 4.10. Maya sayım sonucu	39
Şekil 4.11. TMAB sayım sonucu	40
Şekil 4.12. Rejenerasyon çalışmasında zamana bağlı pH değişimi	41
Şekil 4.13. Rejenerasyon çalışmasında zamana bağlı viskozite değerleri	42
Şekil 4.14. Depolama süresinde kefir örneklerinin laktobasil sayım sonuçları	44
Şekil 4.15. Depolama süresinde kefir örneklerinin laktokok sayım sonuçları	45
Şekil 4.16. Depolama süresince kefir örneklerinin maya sayım sonuçları	46
Şekil 4.17. Depolama süresince kefir örneklerinin TMAB sayım sonuçları	47
Şekil 4.18. Depolama boyunca kefir örneklerinin viskozite değişimi değerleri	48
Şekil 4.19. Depolama süresi boyunca renk (L* değeri) değerleri değişimi	51
Şekil 4.20. Depolama süresi boyunca renk (a* değeri) değerleri değişimi	51
Şekil 4.21. Depolama boyunca renk (b* değeri) değerleri değişimi	52
Şekil 4.22. Depolama süresince serum ayrılması değerleri	53
Şekil 4.23. Depolama süresince kefir örneklerinin pH değişimi	55
Şekil 4.24. Depolama süresince kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri	56
Şekil 4.25. Depolama süresince kefir örneklerinin kuru madde değerleri	58
Şekil 4.26. Depolama süresince kefir örneklerinin tat-aroma puanlaması	60
Şekil 4.27. Depolama süresince kefir örneklerinin kıvam puanlaması	61
Şekil 4.28. Depolama süresince kefir örneklerinin renk-görünüş puanlaması	61
Şekil 4.29. Depolama süresince kefir örneklerinin genel beğeni puanlaması	62

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2. 1. Kefirin temel kimyasal içeriği	12
Çizelge 2. 2. Kefir mikrobiyotasında bulunan bazı mikroorganizmalar.....	13
Çizelge 3. 1. Kefir içecek örneklerinin duyuusal değerlendirme formu.....	24



TABLO LİSTESİ

Sayfa

Tablo 4.1. Fermentasyon süresince mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler	26
Tablo 4.2. pH değişimleri.....	34
Tablo 4.3. Depolama boyunca kefir örneklerinde meydana gelen mikrobiyolojik değişimler	43
Tablo 4.4. Depolama süresince kefir örneklerinin fizikokimyasal değişimi....	49
Tablo 4.5. Depolama süresince kefir örneklerinin asitlik değişimi sonuçları ..	54
Tablo 4.6. Depolama süresince kefir örneklerinin duyu analizi sonuçları....	59

FOTOĞRAF LİSTESİ

Sayfa

Fotoğraf 3.1. Kefir üretim aşaması	19
Fotoğraf 3.2. Santrifüj cihazı	21
Fotoğraf 3.3. pH metre	22
Fotoğraf 3.4. Viskozimetre cihazı	23
Fotoğraf 4.1. Laktobasil kolonilerinin MRS Agardaki görüntüsü	38
Fotoğraf 4.2. Laktokok kolonilerinin M17 Agardaki görüntüsü	39
Fotoğraf 4.3. TMAB kolonilerinin PCA besiyerindeki görüntüsü	40



KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

Ca	: Kalsiyum
CO₂	: Karbondioksit
cP	: Centipoise
dk	: Dakika
g	: Gram
gs	: gram*saniye
kob	: Koloni Oluşturan Birim
log	: Logaritma
Mg	: Magnezyum
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mPa	: Milipascal
NaOH	: Sodyum Hidroksit
R²	: Regresyon Katsayısı
sa	: Saat
UHT	: Ultra High Temperature
%	: Yüzde
g	: Yer Çekimi İvmesi
°C	: Santigrat Derece

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim boyunca bana bilgi ve tecrübeleri ile katkı sağlayan, çalışmalarımın her anında maddi ve manevi desteğini esirgemeyen danışman hocalarım Sayın Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR ve Sayın Doç. Dr. İlyas ATALAR'a teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmasını BAP-2021.09.04.1509 numaralı proje ile destekleyen Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Laboratuvar çalışmalarım sırasında bana destek sağlayan Araştırma Görevlisi Hocalarıma, arkadaşlarım Aslı YILDIRIM, Selin AKBAŞ'a ve duyuşsal analizlerime katılan panelistlere teşekkür ederim.

Her daim yanımda olan ve desteğini eksik etmeyen canım aileme, biricik arkadaşlarım Senanur KÜSKÜN ve Sebahat ŞİŞMAN'a, tez dönemim boyunca beni yalnız bırakmayan sevgili ev arkadaşım Ayfer SAY'a teşekkürlerimi sunarım.

Yüksek lisans sürecinde bana katmış olduğu bilgi ve engin tecrübeleri ile yolumu aydınlatan, her an yanımda hissettiğim, her sorunumda bana yardımcı olan, desteğini ve emeğini bir an olsun benden esirgemeyen kıymetli ablam, doktora öğrencisi Sayın Şeyma Betül ENCU'ya en içten teşekkürlerimi sunarım.

1. GİRİŞ

Gıdaları tüketirken ilk ve en temel amacımız vücudumuz için gerekli besinleri alabilmek ve metabolik ihtiyaçlarımızı karşılayabilmektir. Bazı gıda gruplarının besleyici özelliklerinin yanı sıra, sağlığa yararlı etkileri de bulunmaktadır. Bu tür gıdalara fonksiyonel gıdalar denir (Rincon-Leon, 2003).

Fonksiyonel gıdalar, vücudun temel besin (örneğin proteinler, karbonhidratlar, yağ asitleri, vitaminler ve mineraller) ihtiyaçlarını karşılayabilmesinin yanında kişinin sağlığı, fiziksel performansı, ruh hali üzerinde olumlu yönde etkisi olan kuvvetlendirilmiş, zenginleştirilmiş veya geliştirilmiş gıda bileşenleridir. Ayrıca bu gıdalar, besin diyetinin bir parçası olarak da tüketilebilmektedirler (Doyon ve Labrecque, 2008; Bigliaardi ve Galati, 2013; Akın ve Özcan, 2017).

‘Fonksiyonel gıda terimi’ ilk olarak 1980’lerin ortalarında Japonya’da kullanılmaya başlanmıştır. Yıllardan beri fonksiyonel gıda pazarı devamlı gelişmekte olup günümüzde market hacmi Amerika Birleşik Devletleri’nde 21.3 milyar doların üzerine, Avrupa’da ise 8 milyar doların üzerine çıkmıştır. Fonksiyonel gıdalardan birkaçı antik çağlardan beri bilinmektedir ve sağlığa iyi geldiği için geleneksel olarak tüketilmektedir. Fonksiyonel gıdaların bir alt grubu olan probiyotik gıdaların binlerce yıldır kullanıldığı ve sağlığa faydaları zamanla kanıtlanmıştır (Kaur ve Das 2011; Butnariu ve Sarac, 2019). Süt kaynaklı probiyotik ürünler fonksiyonel gıda pazarının %74’ünü oluşturmaktadır (Sharma vd., 2018).

Probiyotik mikroorganizmaların sağlık üzerine etkileri 19. yüzyılın başlarında Rus bilimadamı Elie Metchnikoff tarafından dikkat çekilmesiyle son yıllarda artmış ve bilimsel çalışmaların sayısı yılda 600’ün üzerine çıkmıştır. Birleşmiş Milletler Gıda Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü’ne (WHO) göre probiyotikler, yeterli miktarlarda alındığında konakçıya yarar sağlayan canlı mikroorganizmalar olarak ifade edilmektedir (Otlés ve Cagindi, 2017; Butnariu ve Sarac, 2019; Azizi vd., 2021).

Probiyotikler, gastrointestinal sistem boyunca canlı kalabilmeli, safra, mide asit sularına toleranslı olabilmeli ve bağırsak epitel hücrelerine yapışabilmelidirler (Zhao vd., 2019). Probiyotiklerin sağlığa faydalı olabilmesi için vücuda yeterli sayıda alınması gerektiği bilinmektedir. Tüketilmesi önerilen probiyotik mikroorganizma miktarı farklı çalışmalarda değişkenlik göstermektedir. Ancak genel olarak süt ürünlerinde canlı hücrelerinin önerilen minimum miktarı 10^5 - 10^7 kob/g arasında olması gerektiği bildirilmiştir (Farahmand vd., 2021).

Süt, kendine özgü aroması olan, dişi memelilerin salgılamış olduğu porselen beyazı renginde bir sıvıdır. Aynı zamanda süt insanlar tarafından ihtiyaç duyulan karbonhidrat, protein, yağ, vitamin ve mineralleri içeren dengeli bir besin kaynağıdır. Süt ürünlerinin son yıllarda en fazla tercih edilen ve yararlılığı oldukça yüksek olan fonksiyonel gıdalar olduğu rapor edilmiştir (Kryuchkova vd., 2020). Ancak taze süt, çok çabuk üreme gösteren saprofit bakteriler tarafından kontaminasyona uğraması sonucu çok çabuk bozulabilmektedir. Sütün kullanılabilirliğini, raf ömrünün uzatılabilmesi ve ekonomik değerinin yükselebilmesi için farklı işleme teknikleri uygulanır (Triwibowo vd., 2020). Süt işleme ve muhafaza tekniklerinden birisi de fermentasyondur (Akbörü, 2019). Bu teknik, yüzyıllar önce özellikle Orta Doğu'da sütü daha uzun süre muhafaza etmek ve saklamak için geliştirilen bir gıda koruma tekniğidir. Bu yöntem fermente süt ürünlerinde özellikle soğutma, pastörizasyon, sterilizasyon vb. ısı işlemler için kullanılan cihazların tedarik edilemediği bölgelerde daha çok tercih edilen bir tekniktir (Polidori vd., 2021, Savaivano vd., 2021).

Fermente süt ürünleri, insanlar tarafından tüketilen ilk 'işlenmiş' gıda ürünleri olarak bilinmektedir (Savaivano vd., 2021). Binlerce yıldır insanların diyetinde önemli bir yere sahip olan bu ürünler, buzdolabının bulunmadığı ilk yıllarda gıdaları korumak ve sütün depolama süresini uzatmak amacıyla fermente edilmiştir. Daha sonraları sütün çeşitli mikroorganizmalarla fermente edilmesi aynı zamanda sütün tat, görünüş ve diğer duyuşal özelliklerinde de değişiklikler meydana getirdiğini keşfetmişlerdir. Fermente olan süt ürünleri, aynı süt gibi protein, vitamin ve mineral bakımından yüksektir. Bununla birlikte çeşitli çok sayıda sağlık yararları da keşfedilmiştir (Buttriss, 2008; Ürkek vd., 2012). En yaygın tüketilen fermente süt örnekleri ise yoğurt, ayran ve kefir (Savaivano vd., 2021).

Günümüzde sütün besin içeriğini korumak ve raf ömrünü artırmak amacıyla fermente süt ürünlerinden biri olan kefir, yüzyıllar önce Kafkasya, Tibet ve Moğolistan'dan dünyaya yayıldığı düşünülmektedir (Irigoyen vd., 2005).

Kefir üretimi geleneksel/ev yapımı kefir ve endüstriyel kefir olarak iki şekilde yapılabilmektedir. Geleneksel üretim, doğal mikrobiyotaya sahip polisakkarit matrisi olan kefir tanelerinden üretilmektedir. Kefir danesi kısa raf ömrünün yanı sıra standart bir ürünün ticari üretimine uygun olmayan karmaşık bir yapıya sahiptir. Ayrıca kefir tanelerindeki mikrobiyotanın bileşenleri farklılık gösterebilmektedir. Bu farklılıklar kefir üretiminin standardizasyonu için sorunlara neden olabilir. Bu nedenle üretimde kefirin kalitesini korumak ve standart bir ürüne erişmek zordur. Bu standardizasyonu sağlayabilmek için endüstriyel üretimde dondurarak kurutma yöntemi (liyofilize) ile üretilmiş olan kefir starter kültürleri tercih edilmektedir (Prado vd., 2015; Gul vd., 2018; Wang vd., 2021; Yılmaz vd., 2022; Agarbatı vd., 2022). Starter kültür, fermentasyonu başlatıp yönlendiren ve bileşiminde birçok mikroorganizma bulunan kültürlerdir (Kuloğlu, 2019).

Kefir içeceği, kullanılan kefir danesinin değişken mikroflorası, kullanılan süt türü, inkübasyon sıcaklığı ve süresi, saklama koşulları nedeniyle farklı yapısal, aromatik ve duyuşsal özellik gösterebilmektedir. Özellikle de kefir danesinin hijyenik koşullarda muhafaza edilememesi ya da aktivitesinin azalması gibi durumlarda üretilen kefirlerin tat, aroma ve tekstürler özelliklerinde önemli derecede farklılıklar oluşmaktadır.

Tez kapsamında ev koşullarında kefir üretimi için ticari kefir kültürüyle üretilen ve piyasada satışa sunulan kefirler kullanılmıştır. Kefir danesi ile üretime alternatif bir yöntem geliştirmesi amacıyla fermentasyon, rejenarasyon ve depolama koşulları çalışılarak bu yöntemin uygulanabilirliği tespit edilmiştir. Ticari kefir içecekleriyle üretilen kefirlerin karakterizasyonun gerçekleştirilmesi literatürde yapılan ilk çalışma olarak yerini alacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1 Kefirin Tanımı

Kefir asidik, hafif alkollü, viskoz yapıda ve ekşi tada sahip bir fermente süt içeceğidir (Sharifi vd., 2017). Bazı kaynaklar kefir sözcüğünün Türkçe ‘keyif veren, sarhoş eden, mest eden’, ‘kef’ kelimesinden ortaya çıktığını ifade ederken bazı kaynaklar bu sözcüğün Kafkasya kökenli "en iyi yapıldı" anlamını ifade eden "keyf" sözcüğünden ileri geldiğini bildirmiştir (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003). Bu içecek farklı yerlerde kephir, kefyır, kiaphur, kefer, kepi, knapon ve kippi gibi değişik adlarla da bilinmektedir (Ahmed vd., 2013).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2020) kefiri; Fermentasyonda, kefir danesine özgü karakteristik mikroorganizmalar olan *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*’dan en az ikisini, laktozu fermente eden mayalardan *Kluyveromyces marxianus* ve etmeyen mayalardan *Saccharomyces spp.*’yi zorunlu olarak içeren bunun yanında *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Acetobacter* ve benzeri bakteri cinslerine ait türler ile farklı maya türlerini de bulundurabilen kefir danelerinin veya starter kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürününü, olarak tanımlanmaktadır.

Kefiri diğer fermente süt ürünlerinden ayıran özelliği, kefir danesindeki mikroorganizmaların laktik asit ve alkol fermentasyonlarını eş zamanlı olarak gerçekleştirebilmesidir (Akbörü, 2019). Kefir, tanelerinde bulunan çeşitli mikroorganizmalardan elde edilen laktik asit, asetaldehit, asetoin, etanol ve diğer fermentasyon yan ürünlerinin karışımı sayesinde eşsiz duyuşal özelliklere sahip, kendinden karbonatlı, ferahlatıcı özelliğe sahip fermente bir süt içeceğidir (Kök-Taş vd., 2013). Kaliteli bir kefir; ekşimsi, hafif maya tadı ve aromasını içeren, yumuşak viskoz yapı içerisinde bulundurduğu karbondioksit nedeniyle hafif köpüklü ve ferahlık hissi veren bir içecektir (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003; Arslan, 2014).

Kefir taneleri sütün fermentasyonu sırasında, biyoaktif peptitler gibi birçok fonksiyonel bileşikler, antimikrobiyal bileşikler (örneğin organik asitler, alkoller, karbon dioksitler ve bakteriyosinler) ve potansiyel prebiyotik aktiviteye sahip

heteropolisakkaritler (kefiran) oluşturur. Antihipertansif, antioksidatif, antialerjenik, antitümör, antimikrobiyal, antienflamatuar ve kolesterol düşürücü etkilerinde olduğu bilinmektedir (Nejati vd., 2020).

Kefiran *Lactobacillus kefiranofaciens* tarafından üretilen ve eşit miktarda glikoz ve galaktoz bulunduran bir heteropolisakkarittir (Prado vd., 2015; Plessas vd., 2016). Kefir tanelerinin boyutları 0,3-3,5 cm arasında değişmektedir ve tipik kimyasal bileşimi su (%89-90 w/w), lipidler (%0.2 w/w), proteinler (%3.0 w/w), şeker (%6.0 w/w) ve külden (%0.7 w/w) oluşmaktadır (Plessas vd., 2016). Karnabahara benzer, elastik yapıdaki düzensiz, beyaz-sarımtırak renktedirler (Rosa, vd., 2017). Bu taneler çeşitli mikrobiyata içeriğine sahiptir ve fermentasyon için doğal bir başlangıç kaynağıdır (Purutoğlu vd., 2020; Settani vd., 2020).

Ekzopolisakkarit (EPS) yapısındaki bu taneler, bir miktar yağ ve kazein içeren jelatinimsi bir matrikste maya, laktik asit bakterileri (LAB) veya asetik asit bakterilerinin simbiyotik ilişkisi sonucu oluşur (Güzel-Seydim vd., 2000; Yalçın ve Işık, 2017; Marques vd., 2020). Bu simbiyotik ilişki kefirin kendine has aroma ve tadının oluşumunu sağlar (Atalar, 2019). Kefirin aromasının oluşması, kendine has özelliklerini göstermesi kefir tanelerinin mikrobiyal içeriği ve kefir sütünün türüne de bağlı olmaktadır (Dertli ve Çon, 2017). Mikrobiyotalarındaki her bir tane laktik asit bakterilerini 10^8 - 10^9 kob/g, mayaları 10^7 - 10^8 kob/g ve asetik asit bakterilerini 10^5 - 10^6 kob/g içermektedir (Bengoa vd., 2018).

Kefir tanelerinin mikrobiyal yapısı farklılık gösterebilir. Mikrobiyotasındaki bu farklılıklar coğrafi kökenine, tane yetiştirme yöntemine, sanitasyon koşullarına, sütün türüne ve depolama teknikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olabilir (Garofalo vd., 2015; Gul vd., 2018).

Kefir tanelerinde daha çok *Lactobacillus* türleri baskın olmasına rağmen bazı tanelerde *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Acetobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* ve diğer bazı türlerin bulunduğu tespit edilmiştir. Ağırlıklı olarak maya türlerinin var olduğu fungal mikrobiyotaya da çeşitlilik göstermektedir ve kefir tanelerinde *Saccharomyces*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Issatchenkia* ve *Dekkera*'ya ait türlerin bulunduğu da bildirilmiştir (Dertli ve Çon, 2017).

Bazı araştırmalar, bu mikroorganizmaların tanelerin tüm iç ve dış yüzeyinde bulunduğunu ifade etse de aslında bakterilerin, tanelerin dış yüzeylerinde pek görölmediği, yalnızca yüzeye yakın fibriler matrikste bulunduğunu tespit etmişlerdir (Nejati vd., 2020). Wang vd., (2012) ise kefir danesinin bir bölümünü inceleyerek granölün dış tabakasında, laktokoklar ve mayaların bulunduğunu, tanenin iç tabakasında ise laktobasil miktarı ve mayanın çok daha fazla olduğunu tespit etmişlerdir.

Kefir danelerini saklamanın farklı yolları bulunmaktadır. Taneler 4°C'de muhafaza edildiklerinde 8 ila 10 güne kadar canlılığını sürdürebilmektedir. Liyofilizasyon veya oda sıcaklığında 36 ile 48 saat kurutma işlemi yapıldığı zaman 12 aydan 18 aya kadar dayanabilmektedir. Muhafaza edilen kefir tanelerinin tekrardan aktif olabilmeleri için sütün içerisinde birkaç kez bekletilerek yavaş yavaş yapılarını yeniden kurması sağlanır (Rosa vd., 2017). Taneler başlangıçta çok küçüktür ancak fermentasyon sırasında boyutları artış göstermektedir. Modern kefir tane üretimi, sütte sürekli ekime dayalıdır ve bu da günde %5-7 oranında biyokütle artışı sağlar. Fermentasyon biter bitmez taneler süttten elenerek alınır ve ardından taze sütün içerisine koyulur. Ancak taneler her elemekten sonra su ile durulanırsa büyümeleri yavaşlamaktadır (Schoevers ve Britz, 2003).

2.2 Kefirin Tarihçesi

Kefirin Kafkasya kökenli ve ilk üreticilerinin Osetler ve Karbadinliler olduğu bilinmesine rağmen, kefir yapımında starter olarak kullanılan kefir tanelerinin ilk olarak nerede ve nasıl oluştuğuna dair yazılı bir kaynak yoktur (Güzel-Seydim vd., 2021). Ancak en eski kaynakların bazılarında, Kafkas halkı deri keselerde taşınan taze sütün ara sıra mayalanarak efervesan bir içeceğe dönüştüğu yer almaktadır (Shen vd., 2018). Kesedeki fermente süt alınıp yerine tekrar taze süt ekleyerek fermentasyon işlemini birkaç kez yaptıklarında kesede süngerimsi yapılar halinde protein pıhtılarının oluştuğunu ve bu pıhtıların alınıp kurutulma işlemleri tamamlandıktan sonra oluşan küçük öbeklerin kefir danesi olarak isimlendirildiği ifade edilmektedir (Nale, 2013).

Kefir, Kafkasya'da nesilden nesile aktarılan ve bir aile yadigarı olarak kabul edilen fermente süt içeceğidir. İlk olarak keçi ve koyunların sütünden, daha sonra dünyada yaygın olarak kullanılan inek sütünden yapılmaya başlanmıştır (Keskin ve

Güneş, 2021). İnek sütünde farklı olarak bazı hayvan sütlerinden (keçi, koyun, kısırak ve manda), bitkisel içeceklerden (soya, yer fıstığı, pirinç, hindistan cevizi, fındık ve badem), bitkisel içeceklerin hayvansal sütlerle birlikte karışımlarından ve peynir altı suyundan kefir üretimi gerçekleştirilmektedir (Akan, 2020).

Kefirin üretim metodu çok uzun süre gizli tutulmuştur. Daha sonraları Rus bir bilim adamının kefirini incelemesi sonucunda kefirin yoğurttan daha fazla yararlı bakteri içerdiğini keşfetmiş, bu sayede de kefir üretimi ve tüketimi çoğalmıştır. Rusya'da kefir ile alakalı yayınlanmış olan bir kitabın Almanca 'ya çevrilmesi ile kefir, Avrupa'da da insanlar tarafından ilgi görmeye başlamıştır (Sarica, 2019).

Endüstriyel seviyede ilk kefir üretimi 1930'ların başında Rusya'da yapılmış ve günümüzde kefir üretimi için uygulanan metot yine bir Rus araştırma enstitüsü tarafından geliştirilmiştir. Türkiye'de endüstriyel kefir üretimi ilk olarak 1980'li yılların ortalarında başlamıştır. Üretimin dalgalı bir seyir izlediği ancak 2004 yılından sonra kefir üretimi ve tüketimi durmadan artmaya devam ettiği görülmüştür (Akan, 2020).

Kefir tüketimi, mikroorganizmalar ve metabolitleri tarafından sağlandığı varsayılan sağlık koşullarına iyi gelmesi ve sağlığı koruması nedeniyle Rusya'nın Kafkas Dağları, Avrupa, Asya, Güney ve Kuzey Amerika dahil olmak üzere birçok ülkede yaygın olarak tüketilmektedir (Gut vd., 2019; Atalar, 2019). Tarih boyunca Kafkas halkının uzun ömürlü yaşamasının sırrının da kefir gibi fermente süt ürünlerini tüketmelerinden ileri geldiği öne sürülmüştür (Güzel-Seydim vd., 2021). Tüketicilerin sağlığı koruyucu fonksiyonel gıda ürünlerine olan talebi sonucunda kefir tüketimi bu yüzyılın başından itibaren sürekli olarak artmıştır (Akan, 2020).

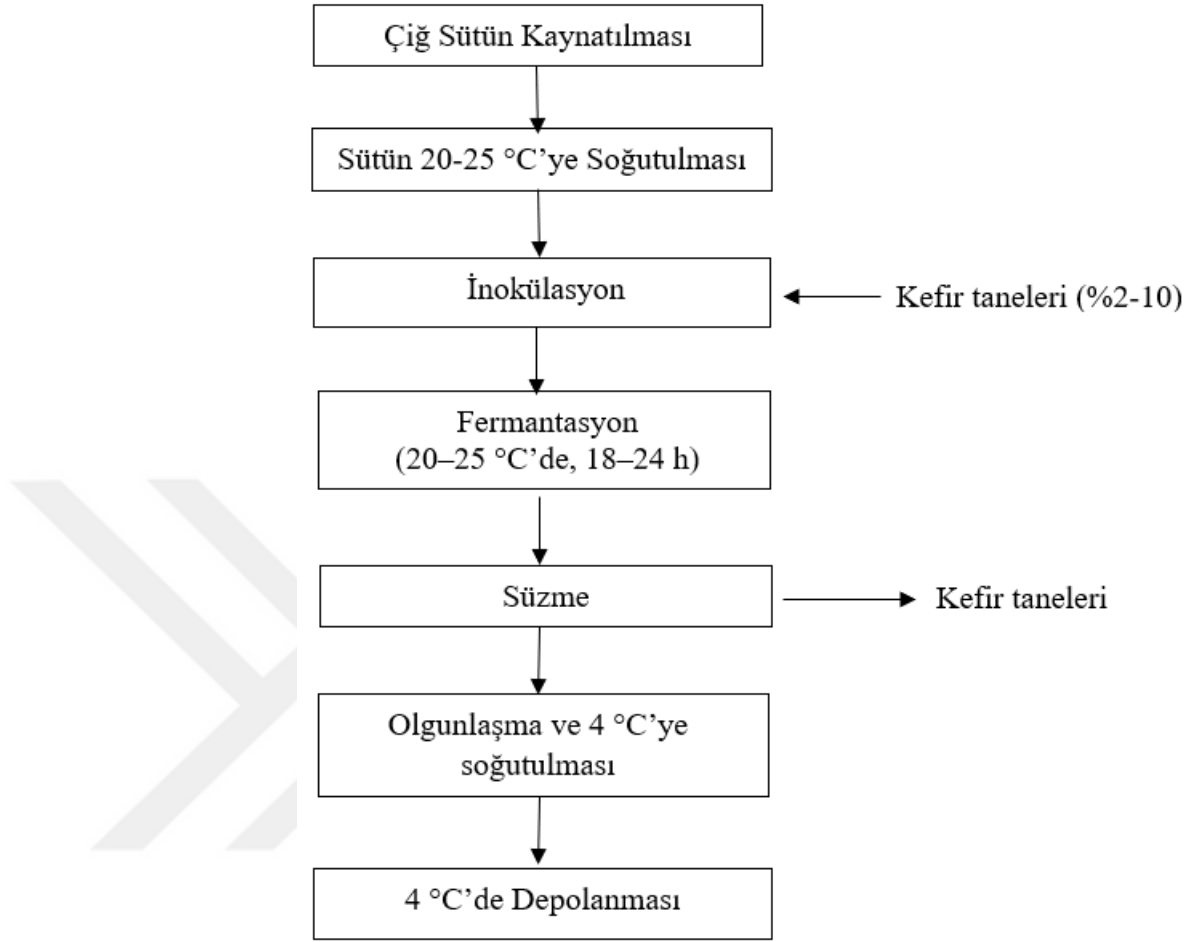
2.3 Kefir Üretimi

Kefir üretiminde yaygın olarak kullanılan iki yöntem vardır. Birincisi, pastörize süte ilave edilen doğal kefir danelerinin kullanıldığı geleneksel yöntemdir. İkinci yöntem ise pastörize süte starter kültürlerin eklendiği endüstriyel yöntemdir (Güzel-Seydim vd., 2021). Günümüzde geleneksel kefir, yetişkinler için hafif (light) kefir ve çocuklar için meyveli kefir olarak mevcuttur. Ticari ölçekte kefir, kefir tanelerinin mikrobiyal bileşiminin hızlı bir şekilde dondurulması ve

daha sonra -30°C de vakum süblimasyon kurutma şekli olan liyofilize starter kültürlerden üretilmesidir (Nale vd., 2018).

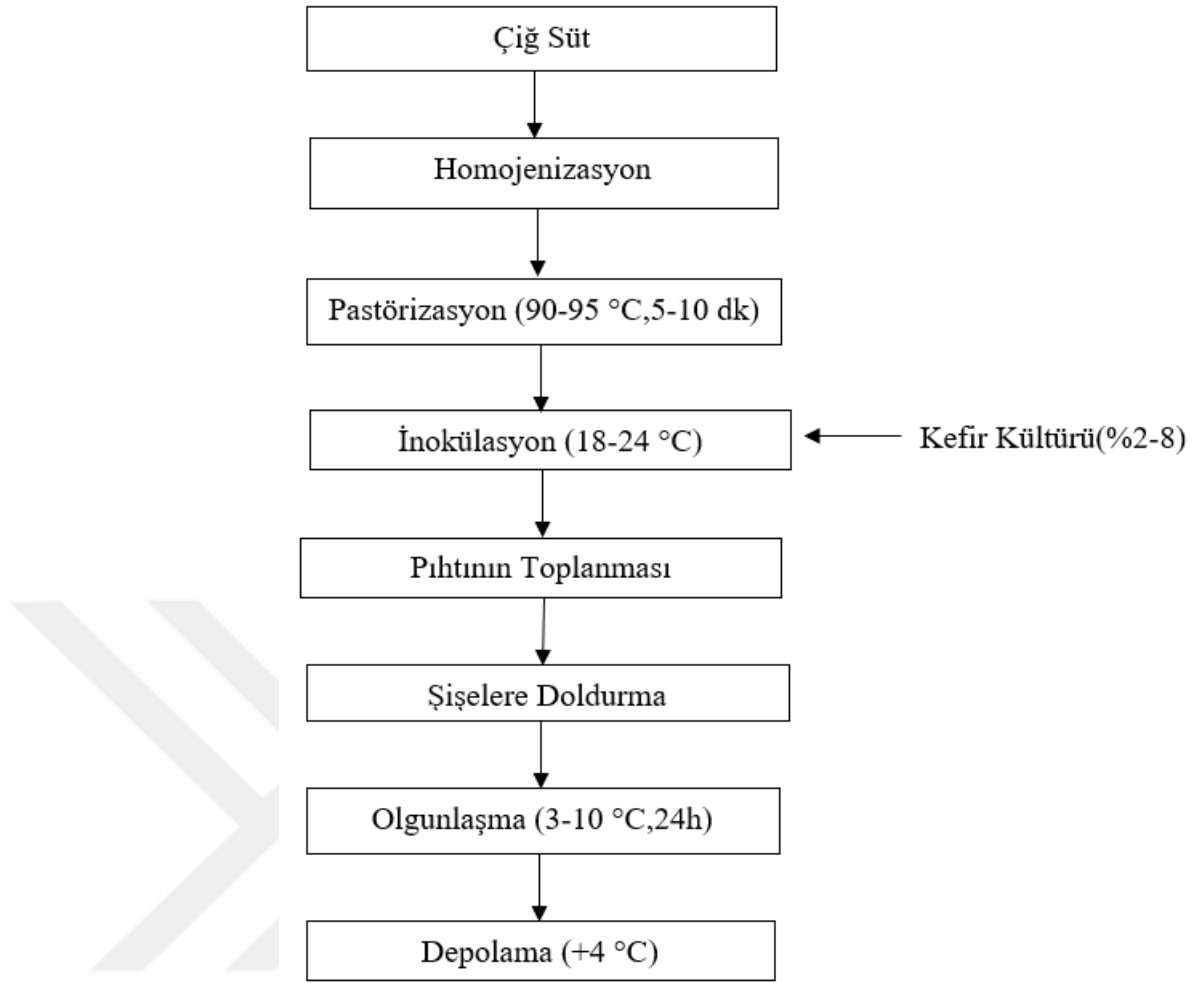
Geleneksel kefir, pastörize sütün kefir taneleri ile fermantasyonu sonucu üretilen ve sağlığa yararlı özellikleri nedeniyle popülerlik kazanmış fermente bir süt ürünüdür. Geleneksel kefirin immünomodülasyon, sindirim sistemini iyileştirme, antimutajenik, antikanserojenik ve antimikrobiyal özellikleri gibi birden çok sağlık yararları bulunmaktadır (Hikmetoğlu vd., 2020).

Geleneksel kefir üretim yöntemi, kefir tanelerinin doğrudan süte ilavesiyle gerçekleşir. Çiğ süt kaynatıldıktan sonra 20-25°C'ye kadar soğutulur ve %2-10 oranında kefir danesi inoküle edilir. Daha sonra 20-25°C 'de 18-24 saat boyunca pH 4,6 'ya kadar fermente edilir; kefir fermantasyonu sırasında laktik asit, etanol ve asetik asit fermantasyonu meydana gelir. Fermantasyon işleminin ardından taneler bir elek yardımıyla süzülerek süttten ayrılır. Daha sonra oda sıcaklığında kurutulup bir sonraki inokülasyon işleminde kullanılmak üzere soğukta muhafaza edilir. Üretilen kefir ise tanelerinden uzaklaştırıldıktan hemen sonra veya başka bir zaman tüketilmek üzere soğukta muhafaza edilir. Soğutma aşaması sırasında, alkol fermantasyonu CO₂, etanol ve B vitamini kompleksinin birikmesine yol açar. Bu olgunlaşma aşaması, laktoz içeriğini azaltarak ürünü laktoz intoleransı ve diyabeti olan bireyler tarafından tüketim için arzu edilir hale getirmiş olur (Otles ve Cagindi, 2003; Farnworth, 2005; Rosa vd., 2017; Hikmetoğlu vd., 2020). Kefirin geleneksel süreci Şekil 2.1'de gösterilmiştir (Otles ve Cagindi, 2003).



Şekil 2.1. Geleneksel yöntem ile kefir üretimi prosesi

Kefir üretiminin endüstriyel sürecinde birçok yöntem kullanılmasına rağmen hepsi aynı prensibe dayanmaktadır. İlk işlem olarak süt homojenize edilir. Ardından 90-95°C'de 5-10 dakika ısıtma işlemi uygulanır. Sütün sıcaklığı 18-24°C'ye kadar soğutulunca sütün içerisine %2-10 oranında kefir starter kültürü ilave edilir. 18-24 saat fermantasyona bırakılır ve pH 4.6'da sonlandırılır. Oluşan pıhtılar elekten geçirilir sonra da 3-10°C'de 24 saatlik olgunlaşmanın ardından 4°C'de depolanır (Terzi, 2007; Leite vd., 2013; Erdoğan, 2016). Kefirin endüstriyel süreci Şekil 2.2'de gösterilmiştir (Terzi, 2007).



Şekil 2.2. Endüstriyel kefir üretim prosesi

Doğal kefir daneleri çok çeşitli mikroorganizmalara sahipken, endüstriyel kefir üretimi için kefir starter kültürleri sınırlı sayıda mikroorganizma içermektedir. Ayrıca kefir starter kültürleri, kefir tanelerinin karakteristik mikroorganizmalarını içermeyebilir (Hikmetoğlu vd., 2020). Ancak kefir danesi kullanarak standart bir kefir elde edilmesi endüstriyel üretimde çok zordur bu yüzden tüm dünyada kefir üretimi yapan markalar kefir danesi yerine starter kültür tercih etmektedir (Leite vd., 2013).

Günümüzde kefir danelerinden veya dondurarak kurutulmuş laktik asit bakterileri ve kefir mayalarını bulunduran starter kültürlerden izole edilmiş mikroorganizmalar kefir üretiminde kullanılmaktadır (Rosa vd., 2017). Starter kültürlerin; sıvı, liyofilize ve dondurulmuş kültürler olmak üzere farklı çeşitleri bulunmaktadır. En yaygın olarak kullanılanı liyofilize (DVS, direct-vat-set) starter kültürüdür (Erdoğan, 2016; Sarıca, 2019).

Kefirin, saklama süresi boyunca tadına ve aromasına etki eden mikrobiyal metabolitler değişiklik gösterebilmektedir. Ürün stabilitesini artırmak, su içeriğini, nakliye ve depolama maliyetini azaltmak için kefir içecekleri kurutularak kefir tozu elde edilebilir. Kefir tozları, raf ömrünün uzatılmasının yanı sıra depolaması, işlenmesi ve taşıma kolaylığı sağlaması nedeniyle önem kazanmıştır. Gıda tozu üretimi için en yaygın yöntemler püskürterek kurutma ve dondurarak kurutma teknikleridir (Tontul vd., 2021).

Püskürterek kurutma, düşük maliyetli olması, kısa sürede etkin kurutma sağlaması ve yüksek nem giderme oranı nedeniyle süt tozu endüstrisinde kullanılan en yaygın teknolojidir. Ancak püskürterek kurutma termal bir işlem olduğu için mikroorganizmaların canlılığında bazı azalmalara neden olabilmektedir. Bakteri sayılarının azalmasının yanı sıra, kurutma işlemi sırasında uçucu bileşiklerde de kayıplar meydana gelmektedir (Atalar ve Dervişoğlu, 2015).

Dondurarak kurutma, tozların kalite özellikleri göz önüne alındığında en iyi kurutma yöntemi olarak bilinir. Dondurarak kurutulmuş tozların besin ve aroma özellikleri diğer kurutma yöntemlerine göre daha yüksektir. Ancak dondurarak kurutma uygulamasının yüksek maliyeti, bu teknolojinin endüstride kullanımını kısıtlamaktadır (Atalar ve Dervişoğlu, 2015).

Endüstriyel metotla üretilmiş olan kefirin, geleneksel metotla üretilen kefire nazaran daha kıvamlı ve kremsi, pürüzsüz bir yapıya sahip olduğu bildirilmiştir (Arslan, 2015). Geleneksel olarak üretilen kefirin de ticari kefir içeceklerine kıyasla daha yüksek mikrobiyal çeşitliliğe sahip olduğu rapor edilmiştir (Biçer vd., 2021).

Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde su tutma kapasitesinin daha fazla olduğu ancak titrasyon asitliğinin daha az olduğu belirlenmiştir. Kefir danesi ile üretilmiş olan kefirin raf ömrü 3-12 gün arasında değişirken, ticari starter kültürü kullanılarak üretilmiş olan kefirin raf ömrü süresinin 28 güne kadar çıktığı tespit edilmiştir. Endüstriyel üretimde bazı starter kültürlerin florasında mayalar çok tercih edilmemektedir. Bunun nedeni ise mayaların açığa çıkarmış olduğu CO₂ sonucunda kefir ambalajında oluşan deformasyonlar ve bu yüzden tüketici kişiler tarafından bozulmuş bir ürün olduğu algısı yaratmasıdır (Arslan, 2015; Akbörü, 2019).

2.4 Kefirin Kimyasal, Fiziksel ve Mikrobiyolojik Özellikleri

Kefirin kimyasal bileşimi insan diyeti için besinsel açıdan elzem olan yağ, protein, karbonhidratlar, vitamin ve mineraller içermektedir (Çizelge 2.1) (Khaze Hagh, 2018). Ancak bu kimyasal bileşim sütün çeşidine, kullanılan starter kültüre, kefirin üretim teknolojisine göre değişkenlik gösterebilmektedir. Kefir tipik olarak %87,5 su, 3,5 yağ, %3,3 protein ve %4,0 laktoz içermektedir (Ahmed, 2013).

Fermantasyon işlemi esnasında laktik asit, asetik asit, pirüvik asit, hippürik asit, propiyonik asit, bütirik asit, diasetil ve asetaldehit oluşmaktadır. Oluşan bu asitler kefirin kendine özgü tat ve aromasına katkı sağlamaktadır (Arslan, 2015). L (+)-laktik asit, fermantasyonun ardından kefirde en çok bulunan organik asittir (Farnworth, 2005). Kefirin pH'ı 4.2 ile 4.6 arasında değişim göstermektedir (Otlés ve Cagindi, 2003).

Çizelge 2. 1. Kefirin temel kimyasal içeriği

Bileşen	Değer	Birim	Bileşen	Değer	Birim
Su	87.5	mL	Vitaminler		
Protein	3.3	g	A	0.06	g
Yağ	3.5	g	B ₁	0.04	g
Laktoz	4.0	g	B ₂	0.17	g
Enerji	65	kcal	B ₆	0.05	g
Süt Asidi	0.8	g	B ₁₂	0.5	g
Etil Alkol	0.9	g	Karoten	0.02	g
Kolesterol	13	mg	Niasin	0.09	g
Esansiyel Aminoasitler			C	1	g
Triptofan	0.05	g	D	0.08	g
Fenilalaninin+ Tirozin	0.35	g	E	0.11	g
Lösin	0.34	g	Mineraller		
İsolösin	0.21	g	Kalsiyum	0.12	g

Treonin	0.17	g	Fosfor	0.10	g
Metionin+Sistin	0.12	g	Magnezyum	0.12	g
Lisin	0.27	g	Potasyum	0.15	g
Valin	0.22	g	Sodyum	0.05	g
İz Elementler			Klorid	0.10	g
Demir	0.05	mg			
Bakır	12	µg	Manganez	5	µg
Molibden	5.5	µg	Çinko	0.36	mg

Kefir danesine özgü ana bakteriyel polisakkarit ‘kefiran’ olarak bilinir. Çalışmalar, kefirde ekzopolisakkarit üretiminden sorumlu bakteri türlerinin *Lactobacillus kefiranofaciens*, *L. kefir*, *L. kefirgranum* ve *L. parakefir* olduğunu göstermiştir. Bazı Laktik asit bakterileri; ekzopolisakkaritler ve biyoaktif peptitler üretme yeteneğine sahiptir. Üretilen bu ekzopolisakkaritler, diğer polisakkaritler gibi stabilizatör, viskoziteyi artırıcı, yapı, tekstür düzenleyici ve emülgatör görevi görebilmektedir (Milci ve Yaygın, 2005; Krisnaningsih vd., 2019).

Mayalar (*Kluyveromyces*, *Candida*, *Saccharomyces* ve *Pichia*), laktik asit bakterileri (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*) ve nadiren asetik asit bakterileri dahil olmak üzere simbiyotik ilişkileri paylaşan çok çeşitli mikroorganizmalar (Çizelge 2.2) (Ganatsios vd., 2021) kefir mikrobiyotasından izole edilmiştir (Plessas vd., 2016).

Çizelge 2. 2. Kefir mikrobiyotasında bulunan bazı mikroorganizmalar

<i>Lactobacillus</i> Türleri	<i>Lactococcus</i> Türleri	Mayalar
<i>Furfurilactobacillus rossiae</i>	<i>L. cremoris</i>	<i>Kazachstania aquatica</i>
<i>L. acidophilus</i>	<i>L. garvieae</i>	<i>Dekkera anomala</i>
<i>L. amylovorus</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i>	<i>Hanseniaspora uvarum</i>

<i>L. bulgaricus</i>	<i>L. lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Kluyveromyces lactis</i>
<i>Lactocaseibacillus casei</i>	Streptococcus Türleri	<i>Pichia fermentans</i>
<i>L. delbrueckii</i> subsp.	<i>S. durans</i>	<i>Pichia membranifaciens</i>
<i>L. helveticus</i>	<i>S. faecalis</i>	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
<i>Lentilactobacillus kefir</i>	<i>S. thermophilus</i>	<i>Kluyveromyces marxianus</i>
<i>L. mesenteroides</i>	Asetik Asit Bakterileri	Diğer Mikroorganizmalar
<i>Lentilactobacillus parakefiri</i>	<i>Acetobacter aceti</i>	<i>Enterococcus</i> sp.
<i>L. kitasatonis</i>	<i>A. fabarum</i>	<i>Leuconostoc mesenteroides</i>
<i>Lactiplantibacillus plantarum</i> subsp. <i>plantarum</i>	<i>A. genera</i>	<i>Leuconostoc pseudomesenteroides</i>
<i>Levilactobacillus brevis</i>	<i>A. lovaniensis</i>	<i>Pediococcus halophilus</i>

2.5 Kefirin Sağlığa Yararları

Fermente süt ürünlerinin tüketimi yüzyıllardır insanlık tarafından bilinmekte olup son on yılda çeşitli gıda ürünleri üzerine yapılan çalışmalarda sağlığa faydalarına yönelik arayışlar giderek artmıştır. Fermente süt ürünleri arasında probiyotik özelliği olan kefir; yoğun mikroorganizma içeren bir süt ürünüdür. Kefir, *Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* gibi doğal probiyotikler ile birden çok laktik asit bakterisi ve maya içermektedir. Kan basıncını düşürme, bağışıklık sistemini düzenleme, antialerjik, antitümör, antimikrobiyal ve antienflamatuar etkiler gibi sağlık yararları ile ön plana çıkmıştır (Güzel-Seydim vd., 2011; Tomar vd., 2017; Tenorio-Salgado vd., 2021).

Yapılan araştırmalar sonucunda sağlığın ve hastalıkların mikrobiyomla olan bağlantısına dair yeni bilgiler bulundukça bu ilişkinin önemi gittikçe artmaya başlamıştır. Bunun yanında, ortalama yaşam suresinin uzamasıyla beraber, ‘Nasıl sağlıklı oluruz?’ sorusu artık ‘Nasıl sağlıklı yaşlanırsınız?’ düşncesine bırakmıştır. Tüketiciler de sağlıklı yaşlanmak ve refah seviyelerini artıracak fonksiyonel özelliklere sahip gıdaları tercih etmeye zen göstermeye başlamıştır (Gündüz, 2017; Ganatsios vd., 2021).

Geçmiş yıllarda kefir, tüberküloz, kanser ve mide-bağırsak rahatsızlıkları dahil olmak üzere modern tıbbi tedavilerin mümkün olmadığı birçok hastalığın tedavisi için kullanılmıştır. Son yıllarda ise doğal bir içecek olarak kefir ile ilişkili biyoaktiviteler üzerine çok sayıda çalışma rapor edilmiştir. Bu sağlık yararları, probiyotik mikroorganizmaların varlığına ve fermentasyon sırasında açığa çıkan biyoaktif bileşiklere bağlı olduğu bildirilmiştir (Azizi vd., 2021). Yapılan araştırmalarda kefir tüketiminin, bağırsak mikrobiyotasını dengelerken aynı zamanda kolondaki bifidobakterilerin sayısında ve glisemik kontrolde bir artış sağlama potansiyelinin yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunların sonucunda da kabızlığı, ishali azalttığı, bağırsak geçirgenliğini iyileştirmeye yardımcı olduğu ve bağışıklık sistemini düzenlediği görülmüştür (Egea vd., 2022).

Kefirin, ayrıca *Salmonella* gibi patojen bakterilere karşı da antibakteriyel özellik gösterdiği görülmüştür (Gut vd., 2019). Arjantin’de *Salmonella* Enteritidis için yapılan bir çalışmada; nehirde alınımsı olan bir örnekten 53 *Salmonella* Enteritidis suşu 4 ve 22°C’de deneysel olarak kefire ilave edilmiştir. Bu kefir rneğinde *Salmonella* Enteritidis’in 4°C’de 1 günde ve 22°C’de ise 18 saatte canlılığını tümüyle kaybettiği saptanmıştır (Anselmo vd., 2001).

Kefirin mide ve pankreas gibi bazı organların salgısını artırmasının yanında iştahsızlığa ve uykusuzluğa da iyi geldiği görülmüştür (Peluzio vd., 2021). İermiş olduğu esansiyel amino asitlerden triptofanın yanında Mg ve Ca mineralleri de bulundurması sinir sistemini rahatlatmasında etkili rol oynamasına katkı sağlamaktadır. Kefir, yüksek miktarda orotik asit içermesiyle kolesterolün biyosentezini engellemesinde, karaciğeri korumasında, nükleik asitlerin sentezinde ve proteinlerden yararlanmasında önemli bir role sahiptir (Flis ve Molik, 2021). Ayrıca kefirin tüketimiyle kanda yüksek miktarda orotik asit tespit edilmiştir. Bu

da ieeğini bağırsaklarda çok iyi emildiğini göstermektedir (Karatepe ve Yalçın, 2014).

2.6 Kefirin Fermantasyonu zerine Etki Eden Parametreler

Kefir tanelerinin mikrobiyotası, iklim koşullarına bağlı olarak kefir tanelerinin coğrafi kökenine, fermantasyon işleminde kullanılan substrata ve kültür muhafaza yöntemine (fermentasyon süresi, sıcaklık, çalkalama derecesi ve kefir tanelerinin substrata oranı) bağlı olarak da farklılık gösterebilmektedir (Azizi vd., 2021).

Aşçı-Arslan (2015), yapmış olduğu çalışmada 20°C ve 25°C olmak üzere iki farklı inkübasyon sıcaklık koşulunun kefir üretimindeki etkisini gözlemlemiştir. Üretilen kefir örneklerinde titrasyon asitliği sonuçlarında inkübasyon sıcaklığının etkili olduğunu ve 25°C’de inkübe edilen örneğin daha fazla titrasyon asitliği gösterdiği sonucuna varmıştır. Viskozite bakımından en yüksek değerlere, 25°C’lik inkübasyon sıcaklığında üretilen örneklerin sahip olduğunu tespit etmiştir. Farklı sıcaklıklarda inkübasyonu sağlanan kefir örneklerinin sertlik, yapışkanlık ve serum ayrılması değerlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılığın olduğunu bildirmiştir. Inkübasyon sıcaklığının 25°C olduğu kefir örneklerinde sertlik ve yapışkanlık değerlerinin, 20°C’de üretilmiş olan kefir örneklerinden daha fazla, serum ayrılması değerlerinin ise daha düşük olduğunu saptamıştır. Duyusal zellikleri bakımından ise 25°C’de inkübasyonu sağlanan kefir örneğinin, diğer örneklerle göre daha çok tercih edildiği ancak 25°C’de üretilmiş olan kefir örneklerindeki laktobasil, asetik asit bakterisi, lökonostok ve maya sayılarının, 20°C’de üretilmiş olan kefir örneklerine kıyasla daha düşük olduğunu saptamıştır.

Bensmira vd. (2010) süte uygulanan homojenizasyon basıncı (15, 17, 19 ve 21 MPa) ve inkübasyon sıcaklığının (20, 24 ve 28°C) kefirin reolojik özelliklerine ve kefirdeki ekzopolisakkarit (EPS) retimi üzerine olan etkisini incelemiştir. Bu alışma ile inkübasyon sıcaklığının kefirin reolojik özelliklerine ve kefirde EPS retiminde etkili olduğunu ancak süte uygulanan homojenizasyon basıncının EPS retiminde herhangi bir etkisinin olmadığını tespit etmiştir.

Dimitreli ve Antoniou’nun (2011) inkübasyon sıcaklığının (20, 25 ve 30°C) kefirin reolojik özellikleri üzerindeki etkisini incelemiştir. Yapılan çalışmada

inkübasyon sıcaklığının viskozite değerlerine etkisinin, kefirdeki polisakkarit yapıya (kefiran) bağlı olabileceği bildirilmiştir. Araştırmacılar 25°C’de üretilmiş olan örneklerde, kefiran miktarının en fazla olduğunu, dolayısıyla da kefirde görünür viskozite değerlerinin daha yüksek çıktığını tespit etmiştir.

Tribiwobo vd. (2019) kefir fermentasyon süresini 18, 21 ve 24 saat olarak belirlemiştir. Kefir tanelerini ise %3, %5 ve %7 olmak üzere üç farklı konstrasyonda 1 L’lik inek sütüne inoküle etmiştir. Bu parametrelerden laktik asit seviyesi, optimum protein ve toplam laktik asit bakteri miktarını %5 inokülasyon oranında ve 24 saatlik fermentasyon süresi koşullarında uygun bulmuştur.

Bensmira ve Jiang (2012) farklı inkübasyon sürelerinde gözlenen değişimleri incelemiştir. Çalışmada, fermentasyon süresinin kefirde EPS (ekzopolisakkarit) miktarı ile doğru orantılı şekilde arttığını ve bu yüzden kefirin su tutma kapasitesinin de arttığını tespit etmiştir. Kefir örneklerinde ayrıca fermentasyon süresi uzadıkça pH değerinin düştüğünü ve bu düşüşün ise kazein partiküllerinin sineresise karşı direncinin artmasına neden olduğu belirtilmiştir.

Irigoyen vd. (2005) kefirin depolama sırasında mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşal parametrelerindeki değişiklikleri araştırmıştır. Kefirler % 1 ve % 5 oranlarında inoküle edilmiş ve inokülasyondan 24 saat sonra $5 \pm 1^{\circ}\text{C}$ ’de 28 gün boyunca depo edilmiştir. Süte inoküle edilmiş olan kefir danesi miktarının, pH değerini etkilediği tespit edilmiş ve %1 oranında ilave edilen örneklerde pH değerlerinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Farklı oranlarda kefir danesi kullanımının kefir örneklerinde toplam kuru madde ve yağ içeriğine herhangi bir etkisi bulunmadığı tespit edilmiştir.

Kefir fermentasyon çalışmaları dane ve kültürden üretilen kefirlerde bulunmaktadır. Bu çalışmalar kefirin üretim yöntemlerinin, bileşiminin ve fermentasyon koşullarının kefir özellikleri üzerinde değişimlere yol açtığını göstermektedir. Literatürde ticari kefir içeceklerinin üretim kaynağı olarak kullanıldığı çalışmaya rastlanmamıştır. Tez kapsamında bu yöntemle üretilecek kefirlerin fermentasyon sürecinde meydana gelen değişimi literatürde ilk çalışmaya olacaktır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Farklı iki markaya ait piyasada en fazla tercih edilen ticari sade kefir içecekleri ve tam yağlı UHT sütleri Bolu İlinde bulunan bir zincir marketten satın alınmıştır. Satın alınan kefirler A marka ve B marka şeklinde kodlanmıştır. A marka kefirin 100 mL'sinde 2.3 g yağ, 3.2 g karbonhidrat, 2.7 g protein içeriğine sahipken; B marka kefirin 100 mL'sinde 2.4 g karbonhidrat, 2.5 g yağ ve 2.8 g protein bulunmaktadır. UHT sütün 100 mL'sinde 3.1 g yağ, 4.7 g karbonhidrat, 3 g protein içermektedir.

3.2 Yöntem

3.2.1 Kefir Üretimi

Kefir üretimi ticari kefir içeceği ile gerçekleştirilmiştir. Üretim Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü Mikrobiyoloji Araştırma laboratuvarında yapılmıştır.

Ticari kefir ile kefir üretimi: UHT süte %5 oranında farklı iki marka kefir içecekleri inoküle edildikten sonra oda sıcaklığında $25\pm 1^{\circ}\text{C}$ yaklaşık 24 ± 1 saat boyunca bekletilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Elde edilen kefir şişelere doldurulup buzdolabı koşullarında 28 gün boyunca 4°C 'de depolanmıştır.

3.2.2 Fermantasyon Sürecinin Takibi

Fermantasyon süreci boyunca kefir örneklerinin mikrobiyel gelişim kinetiği, viskozite ve pH takibi yapılmıştır. Her saat başı pH ölçülmüştür. Mikrobiyal gelişim kinetik analizi için mikrobiyel sayım fermantasyon sırasında her 5 saatte bir yapılmıştır.

Asidifikasyon oranı pH'ın (dpH/DT) zamana bağlı olarak değişimi ile hesaplanmıştır. İnkübasyonun sonunda t_{max} (h), V_{max} 'a ulaşıldığı zaman; $t_{\text{pH}5.0}$, pH 5.0'a ulaşma süresi; t_f (sa), fermantasyonu tamamlama süresi olarak ifade edilmiştir. İnkübasyondan sonra kefir örnekleri (Şekil 3.1.) ilk gün analiz edilene kadar bir gün boyunca 4°C 'de depolanmıştır (Atalar, 2019).



Fotoğraf 3.1. Kefir üretim aşaması

3.2.3 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik ekim için % 0.85'lik fizyolojik tuzlu su ile uygun desimal seri dilüsyonlar (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8}) hazırlanmıştır (Türk Gıda Kodeksi-Fermente Süt Ürünleri Tebliği, 2009). Laktobasil sayımı 121°C 'de 15 dk sterilize edilmiş de Man Rogasa Sharp (MRS, Merck, Almanya) agar besiyerinde, dökme kültür sayım yöntemi ile yapılmıştır. İnkübasyon, 30°C 'de 72 saat anaerobik koşullarda gerçekleştirilmiştir (Irigoyen vd, 2005). Anaerobik ortam Anaerocult A ile sağlanmıştır.

Laktokok sayımında M17 agar (Merck, Almanya) besiyeri 121°C 'de 15 dk sterilize edilerek kullanılmış ve ekimler dökme kültür sayım yöntemine göre yapılmıştır. İnkübasyon 30°C 'de 72 saat boyunca anaerobik koşullarda gerçekleştirilmiş ve inkübasyon sonunda besiyerinde gelişen tipik koloniler sayılmıştır (Irigoyen vd., 2005). Anaerobik ortam Anaerocult A ile sağlanmıştır.

Maya sayımında Yeast Extract Glucose Chloramphenicol agar (YGC, Merck, Almanya), besiyeri kullanılmıştır. Besiyeri 121°C 'de 15 dk sterilize edilmiş ve katılaştıktan sonra yayma kültür yöntemi ile ekim yapılmıştır. Petri kapları, aerobik koşullarda 25°C 'de 5 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır (Witthuhn vd., 2005).

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı (TMAB) Ebner vd. (2015), yöntemine göre yapılmıştır. Sayımda Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) besiyerine yayma kültür yöntemi ile ekim yapılarak aerobik koşullarda 30°C 'de 2 gün boyunca inkübasyona bırakılmıştır.

3.2.4 Rejenerasyon Çalışması

Rejenerasyon çalışması Aydemir (2020)'in kullandığı yöntem modifiye edilerek yapılmıştır. Çalışma ticari marka kefirleri kullanılarak üretilen kefirlerden 4 gün boyunca art arda pasajlama yapılarak tamamlanmıştır. Bu amaçla her pasajlama sonucunda üretilen kefirlerin pH, viskozite ve mikrobiyolojik analizleri yapılmıştır. Böylelikle ev tipi kefir üretiminde klasik mayalama metodunun devamlılığı incelenmiştir.

3.2.5 Kefirin Depolanma Sürecinde Yapılan Analizler

Üretilen kefir içecekleri buzdolabı koşullarında (4°C) 1.gün, 7.gün, 14.gün, 21.gün ve 28.gün olmak üzere 4 hafta boyunca depolanmıştır. Bu süre içerisinde yapılan analizler alt başlıklar halinde verilmiştir.

3.2.5.1 Serum Ayrılması

Kefir örneklerinin serum ayrılmasının belirlenmesi için ilk olarak boş santrifüj tüpleri tartılmıştır. Daha sonra 25 g kefir örneğini santrifüj tüpüne aldıktan sonra, 4°C'de 1250 g'de 10 dakika boyunca santrifüj (Sigma 2-16 KC, Almanya) (Şekil 3.2) işlemi gerçekleştirilmiştir. Santrifüj edilen tüplerin süpernatant kısmı dökülmüş ve içerisinde pelet kalan santrifüj tüpleri tartılmıştır (son tartım). Tartım sonuçlarına ait değerler aşağıda verilen denkleme yerleştirilerek (3.1) hesap edilmiştir (Sodini vd., 2005).

$$\text{Serum Ayrılması (\%)} = \frac{\text{son tartım} - \text{santrifüj tüpünün ağırlığı}}{\text{örnek miktarı}} \times 100 \quad (3.1)$$



Fotoğraf 3.2. Santrifüj cihazı

3.2.5.2 Titrasyon Asitliği Tayini

Kefir örneklerinin titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle laktik asit cinsinden % olarak belirlenmiştir (Kurt vd., 1993). Örnekten 10-15 g tartılmış ve ardından 1 mL etil alkolde hazırlanmış %1'lik fenolftalein indikatörü ilave edilmiştir. Ardından 0,1 N NaOH çözeltisi ile hafif pembe renk oluşuncaya kadar titre edilmiştir. Harcanmış olan alkali miktarından kefir örneklerinin % asitlik değeri (3.2) aşağıda verilen denklem kullanılarak hesap edilmiştir.

$$\text{Süt asidi (\%)} = \frac{V \times E \times F \times 100}{M} \quad (3.2)$$

V= Harcanan 0.1 N NaOH hacmi (mL)

E= 1 mL 0.1 N NaOH'in nötrlediği asit miktarı (laktik asit için 0.009 g)

F= NaOH çözeltisinin faktörü

M=Titre edilen örnek miktarı (g)

3.2.5.3 Kuru madde

Kefir örneklerinin kuru maddesi standart gravimetrik yöntem ile tespit edilmiştir (Kurt vd., 1993). Boş metal kurutma kapları, 105±1°C'lik etüvde en az 30 dakika bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan kurutma kapları desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına ulaşana kadar soğutulup ilk tartım işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Daha sonra yaklaşık 3 g kefir örnekleri alınarak bu kaplara ilave edilmiş ve tekrar tartılmıştır. Kefir örnekleri 105±1°C'lik etüvde (ST 120, Şimşek Labortechnik) sabit ağırlığa (<0.5 mg) gelinceye kadar kurutulmuştur. Kuruyan bu kefir örnekleri desikatöre alınmıştır ve oda sıcaklığına ulaştıktan sonra, son tartım işlemi gerçekleştirilmiştir. Kurumadde sonuçları için aşağıda verilmiş olan denklem (3.3) kullanılmıştır.

$$\text{Kurumadde (\%)} = \frac{G_3 - G_1}{G_2 - G_1} \times 100 \quad (3.3)$$

G1= Boş metal kabın kütlesi (dara), g

G2= Örnek ile kabın kütlesi, g

G3= Kurutulmuş örnek ile kabın kütlesi, g

3.2.5.4 pH Analizi

Kefir örneklerinin pH değerleri dijital pH metre (*Orion Star A211*, Waltham, MA, ABD) kullanılarak 15°C'de ölçülmüştür (Şekil 3.4).



Fotoğraf 3.3. pH metre

3.2.5.5 Viskozite Analizi

Kefir örnekleri viskozimetre cihazı (AND Vibro Viscometer SV-10, Japonya) kullanılarak 15°C'de iki tekerrürlü olarak analiz edilmiştir (Şekil 3.5.). Her ölçüm viskozimetre ile 15 saniye aralıklarla 2 dakika boyunca toplamda 9 kez (0., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. saniye) yapılmıştır. Bu ölçümlerin ortalaması alınarak mPa.s cinsinden ifade edilmiştir. Fermentasyon aşamasında viskozite pıhtı

kırılmadan ölçülmüşken depolama boyunca yapılan analizlerde karıştırma işlemi yapılmıştır.



Fotoğraf 3.4. Viskozimetre cihazı

3.2.5.6 Renk Analizi

Kefir örnekleri CIE (International Commission on Illumination) Minolta CR-400 (Osaka, Japonya) renk tayin cihazı ile ölçülmüştür. Bir miktar örnek alınarak cihazın cam örnek kabına ilave edilmiş ve örneklerin L^* , a^* , ve b^* değerleri okunmuştur. L^* ; parlaklığını, a^* ; kırmızılık-yeşilliğini, b^* ; sarılık-maviliğini ifade etmektedir.

3.2.5.7 Mikrobiyolojik Analizler

Mikrobiyolojik analiz için 3.2.3. başlık altında yapılan yöntemler tekrarlanmıştır.

3.2.5.8 Duyusal Analizler

Üretilmiş olan kefir örnekleri 1., 7., 14., 21. ve 28. günlerinde tat, aroma, kıvam, renk ve genel beğeni özellikleri Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve lisansüstü öğrencilerinden oluşan, eğitimli 10 panelist tarafından Çizelge 3.1’de verilen hedonik test skalası ile değerlendirilmiştir (Tomar, 2015).

Çizelge 3. 1. Kefir içecek örneklerinin duyuusal değerlendirme formu

Duyusal Değerlendirme Formu

Panelistin Adı-soyadı:

Tarih:

— Size verilen kefir örneklerini tat-hoş koku, kıvam, renk ve genel beğeni yönünden değerlendiriniz.

— Ürünlerin sizde bıraktığı etkiye göre 1 ile 9 arasında bir puan veriniz. 1-3 (çok kötü / Kabul edilemez), 4-5 (orta), 6-7 (iyi), 8-9 (çok iyi)

Kefir; hafif ekşimsi, köpüklü, alkollü ve ayran-yoğurt arası bir kıvama sahip fermentasyon sonucu oluşan bir süt ürünüdür.

<u>Özellikler</u>	<u>Puan</u>
<u>Tat-Aroma</u>	
Hafif ekşimsi, köpüklü ve hafif alkollü, asitli, ferahlatıcı	8-9
Hafif ekşimsi, köpüklü ve hafif alkollü, asitli	6-7
Baskın ekşimsi, köpüklü ve yoğun alkollü	4-5
Baskın ekşimsi, mayamsı, küfümsü veya sabunsu tat (yabancı tat)	1-3
<u>Kıvam</u>	
Akıcı, homojen, pütürsüz yapı	8-9
Akıcı ve homojen	6-7
Akıcı ve pütürlü	4-5
Pütürlü, duru ve/veya dipte tortu oluşturmuş	1-3
<u>Renk</u>	
Süt renginde, köpüklü yapı, temiz ve homojen, serum ayrılması olmamış	8-9
Süt renginde, köpüklü yapı, temiz ve homojen	6-7
Süt renginde, köpüksüz yapı, temiz ve homojen	4-5
Mat renk, köpüksüz yapı, pütürlü yapı, serum ayrılması	1-3

Örnek Kodu	Tat-Aroma	Kıvam	Renk	Genel Beğeni
KA				
KB				
KC				
KD				

3.2.5.9 İstatistiksel Analizler

Kefir içecekleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Verilerin normalliği Shapiro Wilk testiyle gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılması durumunda tek yönlü ANOVA testiyle, fark çıkması durumunda Tukey Post Hoc testi ile analiz edilmiştir. Normal dağılmaması durumunda ise Kruskal Wallis testiyle analiz edilmiş ancak fark çıkması durumunda Mann Whitney U ikili karşılaştırma testleri uygulanmıştır (Devore ve Peck, 1993). İstatistik analizleri için SPSS 23.0 (IBM, SPSS Statistics 23) programı kullanılmıştır.

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Fermantasyon Sürecinin Takibi

Fermantasyon süreci boyunca mikrobiyel gelişim kinetiği, viskozite ve pH takibi yapılmıştır.

4.1.1 Mikrobiyel Gelişim Kinetiği

Mikrobiyel gelişim kinetik analizi için fermantasyon sırasında her 5 saatte bir laktobasil laktokok, toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya sayımı yapılmıştır. Bu amaçla kefir örneklerinden steril ortamda 10 mL alınmış ve 90 mL olan fizyolojik tuzlu su (%0.85'lik) içerisinde seyreltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Daha sonra 10^{-1} 'den 10^{-9} 'a kadar uygun seri dilüsyonları hazırlanmıştır. Maya ve toplam bakteri sayımı için her bir dilüsyondan 0,1 mL alınmış ve yayma plak yöntemi ile Petrilere ekimi yapılmıştır. Laktik asit bakterileri için ise Dökme plak yöntemiyle her bir dilüsyondan 1 mL alınarak steril boş petrilere ekim yapılmıştır. Örneklerin mikrobiyal sayım sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir.

Tablo 4.1. Fermentasyon süresince mikroorganizma sayılarında meydana gelen değişimler

Fermantasyon Süresi Boyunca Mikrobiyel Değişim		
Laktobasil Sayısı	A Markası	B Markası
Orijinal Kefir İçeceği	7.68±0.03	7.62±0.04
0. saat	6.30±0.00 ^c	6.63±0.04 ^c
5. saat	6.98±0.04 ^b	6.66±0.05 ^c
10. saat	7.02±0.03 ^b	7.11±0.00 ^b
15. saat	7.16±0.06 ^a	7.13±0.02 ^b
20. saat	7.24±0.08 ^a	7.39±0.03 ^a
25. saat	7.28±0.06 ^a	7.42±0.02 ^a

Laktokok Sayısı	A Markası	B Markası
Orijinal Kefir İçeceği	8.32±0.03	8.04±0.02

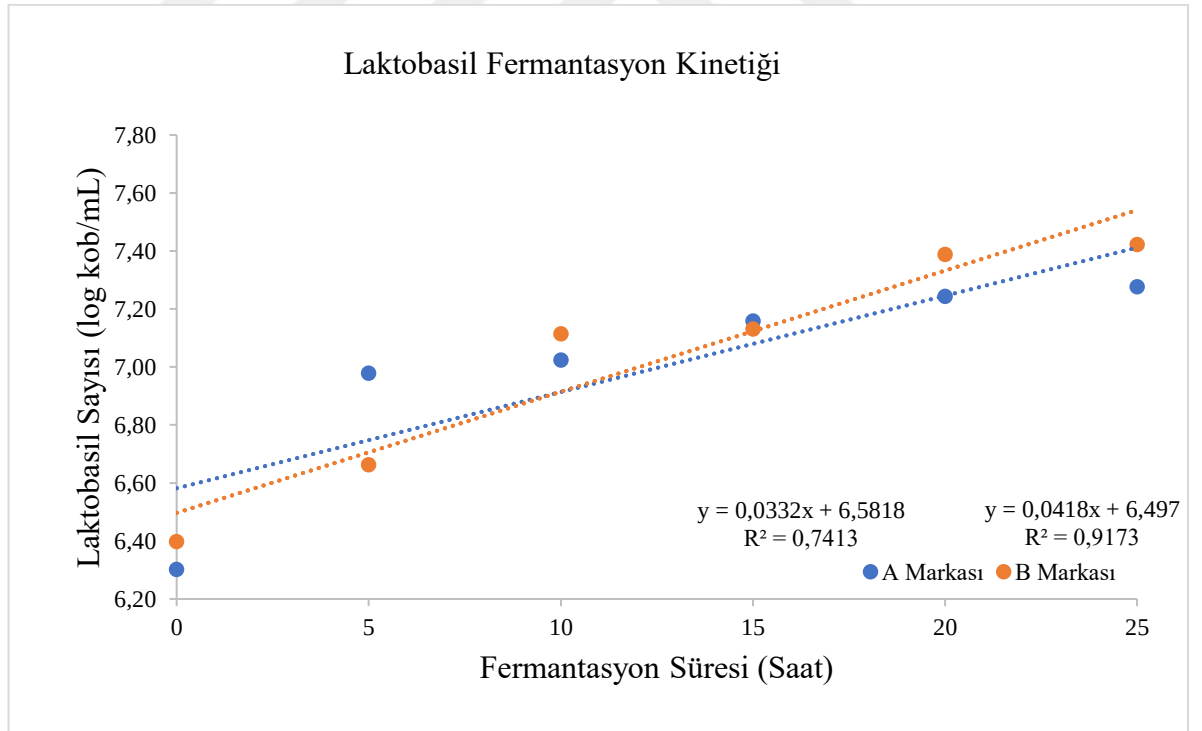
0. saat	6.23±0.16 ^e	6.36±0.03 ^e
5. saat	6.68±0.04 ^d	6.48±0.03 ^d
10. saat	7.21±0.13 ^c	7.34±0.05 ^c
15. saat	7.29±0.01 ^{bc}	7.44±0.01 ^b
20. saat	7.49±0.04 ^{ab}	7.4±0.01 ^b
25. saat	7.56±0.06 ^a	7.59±0.02 ^a
Maya Sayısı	A Markası	B Markası
Orijinal Kefir İçeceği	1.36±0.00	4.28±0.11
0. saat	TE	2.99±0.02 ^c
5. saat	TE	2.90±0.08 ^c
10. saat	TE	4.04±0.06 ^a
15. saat	TE	3.99±0.13 ^{ab}
20. saat	TE	4.16±0.17 ^a
25. saat	TE	3.78±0.10 ^b
TMAB Sayısı	A Markası	B Markası
Orijinal Kefir İçeceği	6.90±0.08	6.53±0.03
0. saat	5.60±0.11 ^e	5.63±0.04 ^c
5. saat	6.04±0.06 ^d	6.04±0.37 ^c
10. saat	6.41±0.15 ^c	7.29±0.02 ^b
15. saat	7.48±0.09 ^b	7.55±0.09 ^{ab}
20. saat	7.66±0.06 ^b	7.74±0.01 ^a
25. saat	7.90±0.01 ^a	7.90±0.20 ^a

*TE: Tespit edilememiştir.

4.1.1.1 Laktobasil Fermentasyon Gelişim Kinetiği

Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca laktobasil sayısındaki değişimleri Şekil 4.1'de gösterilmiştir. Grafiklerinden görüldüğü üzere B markasından elde edilen kefirlerin A markasından elde edilen kefiirlere kıyasla daha yüksek düzeyde doğrusal modele uygun olduğu ve A ve B markalarının kefirleri kullanılarak üretilen kefirlerin R^2 değerlerinin sırasıyla 0.7413 ve 0.9173 olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon başlangıcında A markasından üretilen kefir içeceklerinin 0. saatte 6.3 log kob/mL olan laktobasil sayısı 25 saatlik inkübasyon süresi sonunda 7.28 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Laktobasil sayısındaki artış 15. saate kadar önemli bulunmuş olup ($p<0.05$) 15. saatten sonra artış miktarı anlamlı bulunmamıştır.

B markasında ise inokülasyondan hemen sonra 6.4 log kob/mL olan laktobasil sayısı inkübasyon sonunda 7.42 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Laktobasil sayısındaki artış A markasından farklı olarak 20. saate kadar önemli bulunmuş olup ($p<0.05$) 20. saatten sonra artış miktarı anlamlı bulunmamıştır.



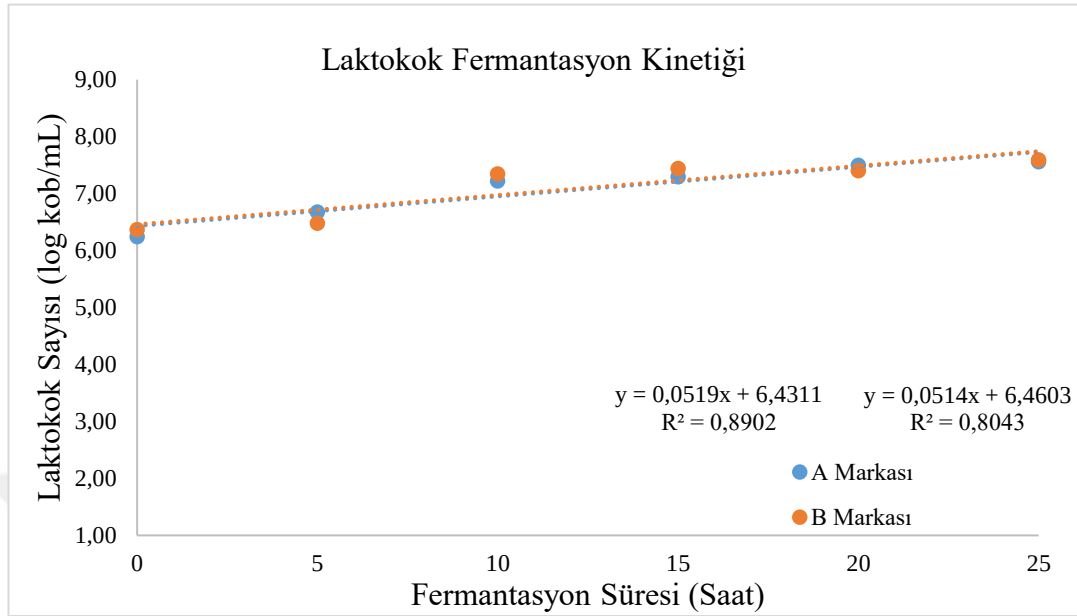
Şekil 4.1. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki laktobasil sayısının zamana göre değişimi

Oh vd. (2013), maltotrioz, fruktooligosakkarit (FOS), galaktooligosakkarit (GOS) ve izomaltooligosakkarit (IMO) gibi farklı ticari oligosakkaritlerin kefirin fermentasyon özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada 1, 6, 12 ve 14 saatlik zaman dilimlerinde laktobasil sayımı yapılmıştır. Fermentasyonun 1. saati sonunda laktobasil sayılarının 5.63 ± 0.13 ile 5.87 ± 0.11 log kob/mL arasında değiştiği saptanmıştır. Çalışmada laktobasil sayısının fermentasyon süresince 12 saate kadar kademeli olarak arttığını daha sonra 9.96 ± 0.02 ile 10.09 ± 0.04 log kob/mL aralığında durağan faza ulaştığı bildirilmiştir. Hikmetoğlu vd. (2020), geleneksel kefir üretimi yaptıkları çalışmalarında fermentasyonun 0. saatinde *Lactobacillus* spp. tespit edememiştir. Ancak 12 saat içinde 5.33 log kob/mL'ye yükselmiştir. Fermentasyon işleminin sonunda ise *Lactobacillus* spp. 7.63 log kob/mL olarak bildirilmiştir. Kim vd. (2018), yapmış oldukları bir çalışmada üretmiş oldukları kefir örneklerinin fermentasyonu sırasında laktobasil sayımının 7 log kob/mL'den 9 log kob/mL'ye yükseldiğini tespit etmiştir. Garofalo vd. (2020), Bosna Hersek'te farklı kefir taneleri kullanılarak kefir üretimi yapmıştır. Laktobasil sayım sonuçları fermentasyon boyunca en fazla 8.75 log kob/mL olarak saptanmıştır. Erdoğan vd. (2019), kefir danesi ve starter kültür kullanarak kefir üretimi yapmıştır. *Lactobacillus* sayım sonucu kefir danesi kullanılarak üretilen kefirlerde 10.54 kob/mL iken starter kültür ile üretilmiş olan kefirlerde 8.40 kob/mL olduğunu belirlemiştir. Guangsen vd. (2021), yapmış oldukları bir çalışmada üretmiş oldukları kefir örneklerinin fermentasyon süresince en yüksek laktobasil sayısını 8.75 log kob/mL olarak tespit etmiştir.

4.1.1.2 Laktokok Fermentasyon Gelişim Kinetiği

Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca laktokok sayısındaki değişimleri Şekil 4.2'de gösterilmiştir. Şekil 4.2'de görüldüğü üzere A ve B firmasından elde edilen kefirlerin yüksek düzeyde doğrusal modele uygun olduğu ve R^2 değerlerinin sırasıyla 0.8902 ve 0.8043 olduğu belirlenmiştir. Fermentasyon başlangıcında A firmasından üretilen kefir içeceklerinin 6.23 log kob/mL olan laktokok sayısı 25 saatlik inkübasyon süresi sonunda 7.56 log kob/mL olarak belirlenmiştir. B markasında ise inokülasyondan hemen sonra 6.36 log kob/mL olan laktokok sayısı inkübasyon sonunda 7.59 log kob/mL olarak belirlenmiştir. A ve B markasından

elde edilen kefirlerde laktokok sayısı fermentasyonun 25. saatine kadar önemli düzeyde artış göstermiştir ($p<0.05$).

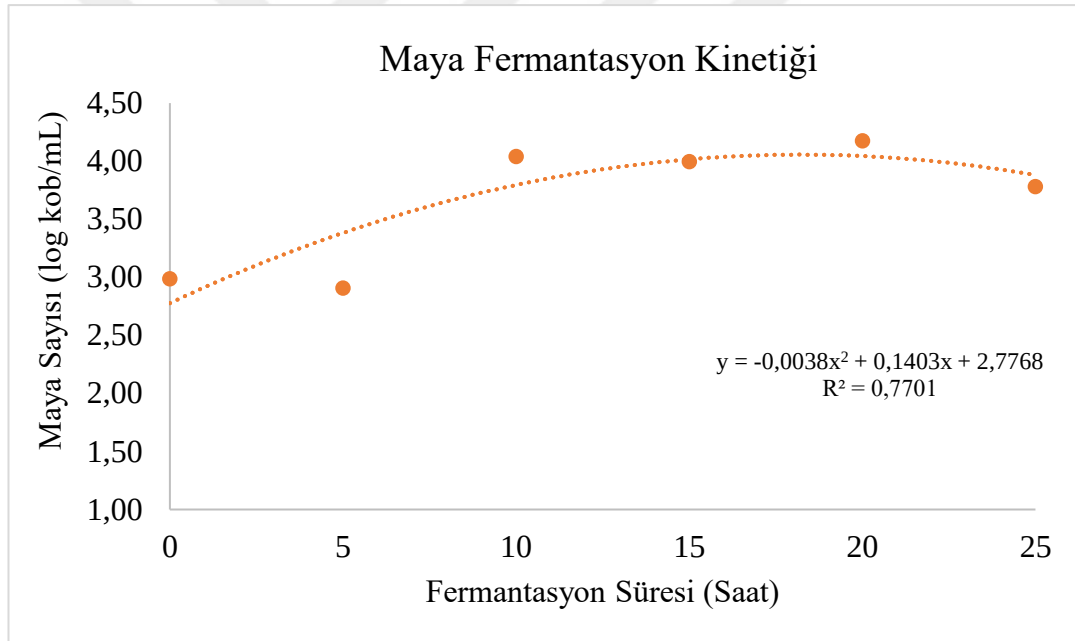


Şekil 4.2. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki laktokok sayısının zamana göre değişimi

Hikmetoğlu vd. (2020), geleneksel kefir üretimi yaptıkları çalışmalarında fermentasyonun 0. saatinde örneklerde *Lactococcus* spp. tespit edilememiştir. *Lactococcus* spp. sayısı fermentasyon sırasında artmış ve depolama sonunda 9.27 log kob/mL'ye ulaşmıştır. Leite vd. (2013), Brezilya orjinli kefir daneleri kullanarak üretmiş oldukları kefir örneklerinin fermentasyon sürecindeki mikrobiyolojik değişimlerini araştırmıştır. Laktokok sayısının 12 saatlik fermentasyon sonunda 4 log birim arttığını ($p<0.05$) ve 18 saat içinde maksimum değerlere (10 log kob/mL) ulaştığını tespit etmiştir. Yatık (2021), yapmış olduğu bir çalışmada farklı kefir taneleri kullanarak geleneksel yöntemle kefir üretmiştir. Üretimde inkübasyon süresi 24 saat sürmüştür ve her iki saatte laktokok sayımı yapılmıştır. Laktokok sonuçlarının 3.06 ± 0.19 ile 8.29 ± 0.17 log kob/mL arasında zamana bağlı olarak arttığını ve inkübasyonun 20. saatinde en yüksek canlı hücre sayısına ulaştığı (8.76 ± 0.18 log kob/mL) tespit edilmiştir. Atalar (2019), inek sütü ve inek /findık sütü karışımı ile ticari starter kültür kullanılarak üretilmiş olduğu kefir örneklerinde fermentasyon sonunda *Lactococcus* bakteri sayım sonucunu 9.5 kob/mL olarak saptamıştır.

4.1.1.3 Maya Fermentasyon Gelişim Kinetiği

Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca maya sayısındaki değişimleri Şekil 4.3'te gösterilmiştir. A markasından elde edilen kefirlerde maya gelişimi gözlemlenmezken B markasından üretilen kefirlerin maya değişimleri polinomiyal modele uygun bulunmuş ancak regresyon katsayısı ($R^2=0.7701$) düşük tespit edilmiştir. B markasında inokülasyondan hemen sonra 2.99 log kob/mL olan maya sayısı inkübasyon sonunda 3.78 log kob/mL olarak belirlenmiş olup meydana gelen artış anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Maya sayısında 20. saatten sonra azalma gözlemlenmiştir. Meydana gelen azalışın besin maddelerine karşı meydana gelen rekabetten kaynaklanabileceği düşünülmektedir.



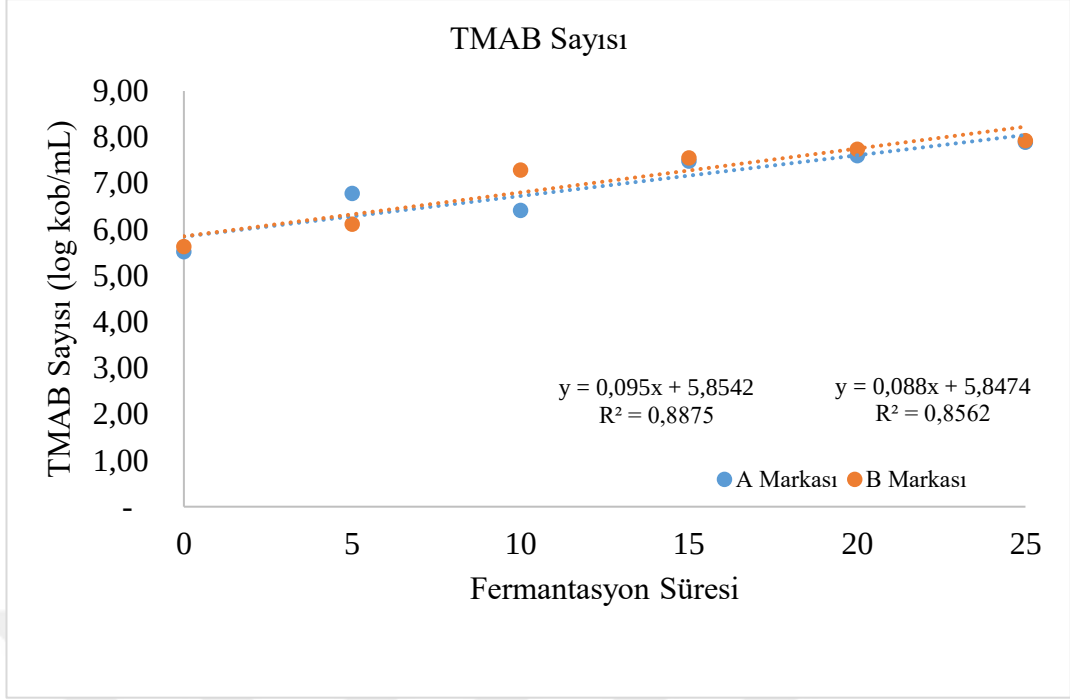
Şekil 4.3. B markası ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki maya sayısının zamana göre değişimi

Oh vd. (2013), maltotrioz, fruktooligosakkarit (FOS), galaktooligosakkarit (GOS) ve izomalttooligosakkarit (IMO) gibi farklı ticari oligosakkaritlerin kefirin fermentasyon özellikleri üzerindeki etkilerini araştırmıştır. Çalışmada 1, 6, 12 ve 14 saatlik zaman dilimlerinde maya sayımı yapmıştır. Maya sayımlarından elde edilen sonuçlarda maya sayısının fermentasyon sırasında kademeli olarak arttığı ve

laktik asit bakterilerinden farklı olarak fermantasyon sonuna kadar durağan faza geçmediği gözlemlenmiştir. Hikmetoğlu vd. (2020), geleneksel kefir üretimi yaptıkları çalışmalarında fermantasyon süresince yaklaşık olarak maya sayısının 5 log kob/mL olarak bildirmiştir. Kim vd. (2018), yapmış oldukları bir çalışmada üretmiş oldukları kefir örneklerinin maya sayısının fermentasyon sonunda 7.1 log kob/mL olduğunu tespit etmiştir. Leite vd. (2013), Brezilya orijinli kefir danesi kullanarak üretmiş oldukları kefir örneklerinin fermantasyon sürecindeki maya sayım sonuçlarının 12 saate kadar arttığını ve fermantasyon süresi boyunca yaklaşık 6 log birimde sabit kaldığını bildirmiştir. Yatik (2021), yapmış olduğu bir çalışmada en yüksek maya sayım değerinin fermantasyonun 18. saatinde 6.84 log kob/mL olarak saptamıştır. Atalar ve Dervişoğlu (2015) kefir danesi ile üretilmiş olan kefir örneklerinde maya sayısı 4.54-5.89 log kob/mL arasında değiştiğini tespit etmiştir. Püskürterek kurutma yöntemi ile toz haline gelmiş kefir tanelerinde mayaya rastlanmamıştır. Mayaların laktozu fermente etmesi sonucu oluşan CO₂ oluşması, market raflarındaki kefir ambalajlarında bombaja sebebiyet vermesi, üründe alkolün artışı gibi birçok nedenden dolayı bazı markaların kullanmış oldukları starter kültürlerde maya bulunmamaktadır (Güzel-Seydim vd., 2009). A markasında orjinal kefir içeceğiinde maya sayısı 1.36 log kob/mL olarak tespit edilmiş, fermentasyon boyunca canlılık gözlemlenmemiştir.

4.1.1.4 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Fermentasyon Gelişim Kinetiği

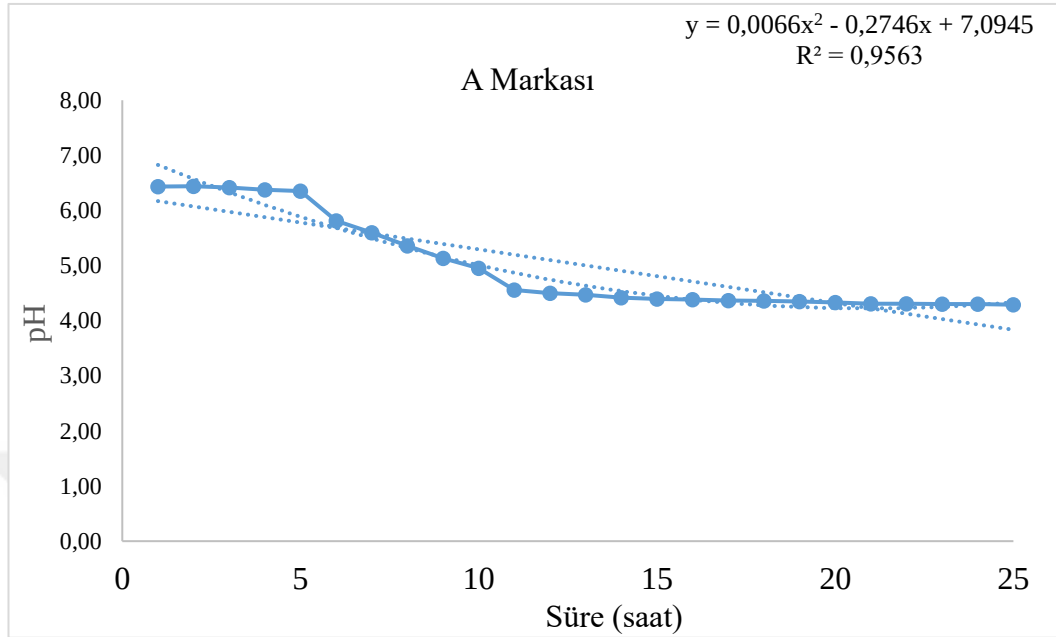
Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca TMAB sayısındaki değişimleri Şekil 4.4'te gösterilmiştir. Grafiklerinden görüldüğü üzere A ve B markalarından elde edilen kefirlerin doğrusal modele uygun olduğu ve R^2 değerlerinin sırasıyla 0.8875 ve 0.8562 olduğu belirlenmiştir. Fermantasyon başlangıcında A markasından üretilen kefir içeceklerinin 5.60 log kob/mL olan TMAB sayısı, 25 saatlik inkübasyon süresi sonunda 7.9 log kob/mL olarak belirlenmiş bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). B markasında ise inokülasyondan hemen sonra 5.63 log kob/mL olan TMAB sayısı, inkübasyon sonunda 7.9 log kob/mL olarak belirlenmiş bu artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki markada da fermentasyon boyunca TMAB gelişimi benzer tespit edilmiştir.



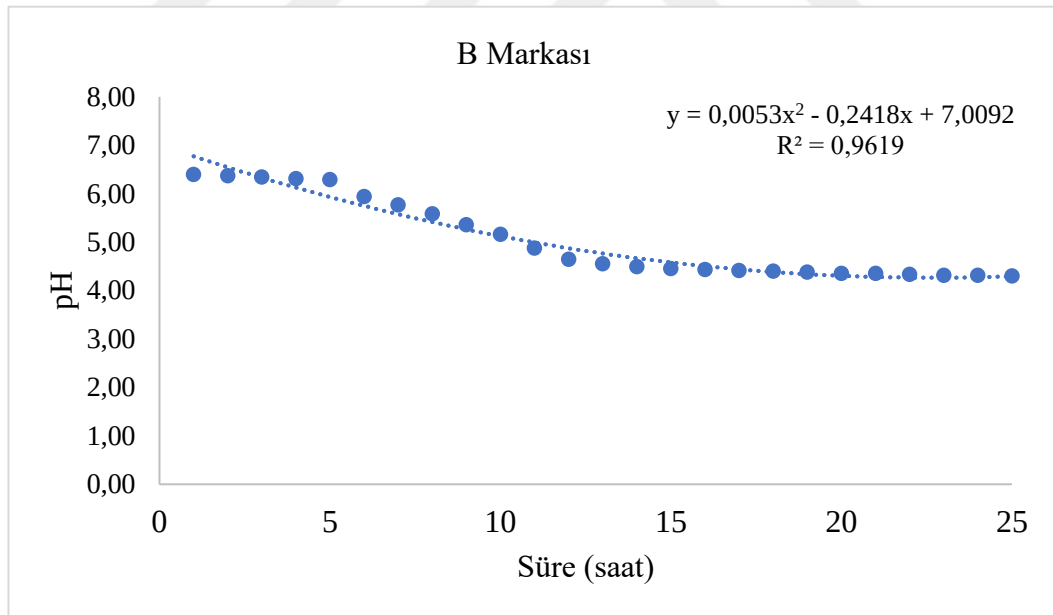
Şekil 4.4. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki toplam aerobik sayısının zamana göre

4.1.1.5 Fermantasyon Boyunca Kefir Örneklerinin pH Değişim Kinetiği ve Modeli

Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca pH değişimlerini gösteren grafikler Şekil 4.5 ve Şekil 4.6'da gösterilmiştir. Saat başı yapılan ölçümler sonucunda elde edilen grafiğin polinomial modele uygun olduğu tespit edilmiştir. Fermantasyon amacıyla kullanılan orijinal ticari kefir içeceklerinin pH değerleri A ve B markaları için sırasıyla 4.22 ve 4.30 olarak bulunmuştur. İnokülasyon başında her iki ticari markadan üretilen kefirlerin 6.44 olan pH değerleri 25 saatlik inkübasyon sonucunda her iki kefir örneklerinde 4.28'e düşüş göstermiş elde edilen değerler orijinal kefir pH değerlerine yakın bulunmuştur.



Şekil 4.5. Ticari kefir ile üretilen örneklerin zamana bağlı pH değişimi



Şekil 4.6. Ticari kefir ile üretilen örneklerin zamana bağlı pH değişimi

Kefir örneklerinin inkübasyon boyunca pH değişimleri vasıtasıyla hesaplanan V_{max} , T_{max} (saat) ve $T_{pH4,5}$ değerleri Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Tablo 4.2. pH değişimleri

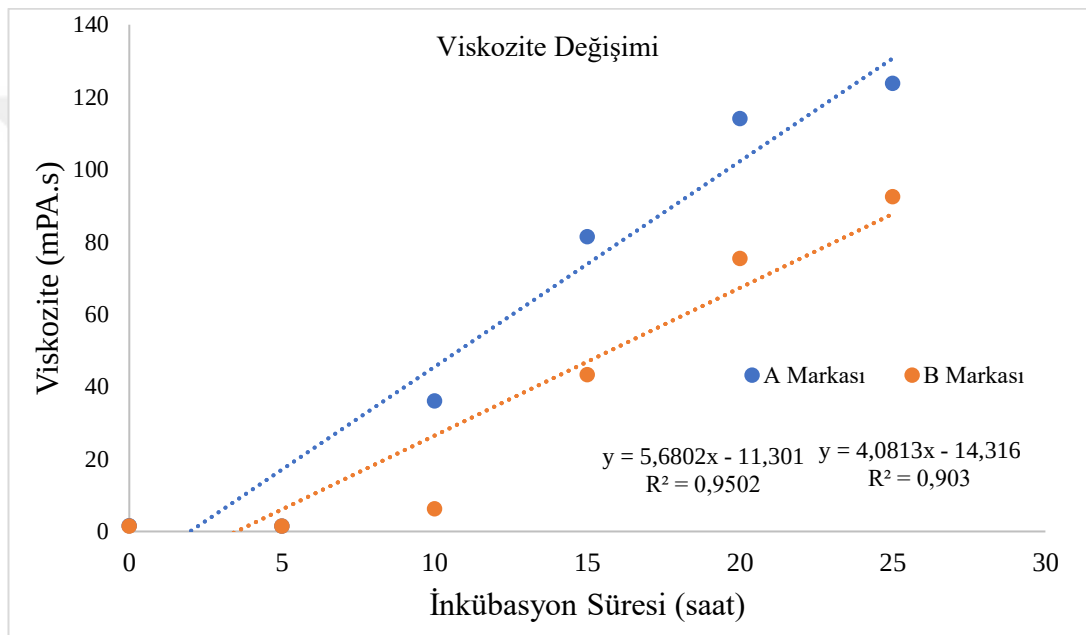
Kefir Örnekleri	V _{max}	T _{max} (sa)	T _{pH 4.5}
A Markası	9.08	5	11
B Markası	5.83	5	13

pH değerlerinde azalmanın en fazla olduğu süre her iki ticari marka için 5 saat olarak tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin pH 4.5'e erişme süreleri A markası için 11 saatken B markası için 13 saat olarak tespit edilmiştir. V_{max} değerleri A ve B markaları için sırasıyla 9.08 ve 5.83 olarak tespit edilmiştir.

Alves vd. (2021), Arjantin kefir tanelerini kullanarak ultra yüksek sıcaklıkta pastörize (UHT) yarı yağsız inek sütünün fermantasyonu ile geleneksel yöntemlerle üretilen kefirin karakteristik özelliklerini incelemiştir. Kefir fermantasyonunu 20±1°C'de gerçekleştirilmiş ve stabilize bir pH değerine ulaşana kadar her 2 saatte bir kefir örneklerini ölçülmüştür. Kefirin pH değeri 24 saat sonunda ortalama 4,5±0,1 değerine ulaşmış, 42 saat sonunda ise ortalama pH değerinin 3.9±0.1'de sabitlendiği görülmüştür. Atalar (2019), kefir içeceğinin fındık yağı atık ürünü olan fındık posasından elde etmiş olduğu fındık sütü ile zenginleştirdiği çalışmasında üç kinetik parametresini (V_{maks}, T_{maks}, T_{pH 5.0}) ölçerek fermantasyon kinetiğini gözlemlemiştir. Kefir örneklerinin maksimum asitlenme oranlarını (V_{max}) dakikada 1.85 ile 1.75×10⁻³ pH birimi arasında elde etmiştir. Maksimum asitleşme hızına ulaşma süresini (T_{max}) 12 saat, T_{pH 5.0} ulaşma süresini ise 14 saat olarak bulmuştur. Şatır ve Güzel-Seydim (2016), Saanen, Kıl keçisi ve inek sütünden kefir üretiminin kompozisyonunu araştırmıştır. Kefir fermantasyonu 25°C'de yaklaşık 20 saat sürmüştür. Kefir örneklerinin fermantasyon süresince pH değerleri 4.54 ile 4.59 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Baars vd. (2023), çiğ süt ile üretilmiş olan kefirin mikrobiyota ve peptidomik bileşimini karakterize etmeyi ve gıda alerjisi için çiğ süt kefirinin potansiyel anti-alerjik etkilerini araştırmıştır. Kefir örneklerinin 28°C'de 24 saat süren fermantasyonu boyunca her 1 ile 3 saatlik aralıklarla pH değerini ölçmüştür. Fermantasyonun birinci saati boyunca yavaş bir pH düşüşü gerçekleşmiş ve ardından 24 saatlik zaman diliminde ise pH 4.3'e hızlı bir düşüşü olmuştur. Hecer vd. (2019), yapmış oldukları bir çalışmada kefir örneklerinin fermantasyonu boyunca 25°C'de 18., 24. ve 48. saatte pH ölçümü yapmıştır. Ölçüm sonuçları sırasıyla 4.85-4.85 ve 4.30 olarak bulunmuştur.

4.1.1.6 Fermantasyon Boyunca Kefir Örneklerinin Viskozite Değişim Kinetiği ve Modeli

Ticari kefir içeceklerin starter kültür olarak kullanılmasıyla elde edilen kefir örneklerinin inkübasyon süresi boyunca viskozite değişimleri Şekil 4.7’de gösterilmiştir. Fermantasyon başlangıcında A markasından üretilen kefir içeceklerinin 1.58 mPa.s olan viskozite değeri 25 saatlik inkübasyon süresi sonunda 123.79 mPa.s olarak belirlenmiştir. B markasında ise inokülasyondan hemen sonra 1.44 mPa.s olan viskozite değeri inkübasyon sonunda 92.49 mPa.s olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Ticari kefir ile üretilen kefirlerdeki viskozitenin zamana göre değişimi

Şekil 4.7’de görüldüğü üzere A ve B markasından elde edilen kefirlerin viskozite değişimlerinin yüksek düzeyde doğrusal modele uygun olduğu ve R^2 değerlerinin sırasıyla 0.9502 ve 0.903 olduğu belirlenmiştir.

Görgün (2022), yapmış olduğu bir çalışmada kestane sütü ile zenginleştirerek kefir üretimi gerçekleştirmiştir. Fermantasyonu 20°C’de 18-20 saat süren kefir örneklerinin viskozite değerleri 0.75 ile 140.19 gs arasında değişkenlik gösterdiğini saptamıştır.

4.2 Rejenerasyon Çalışması

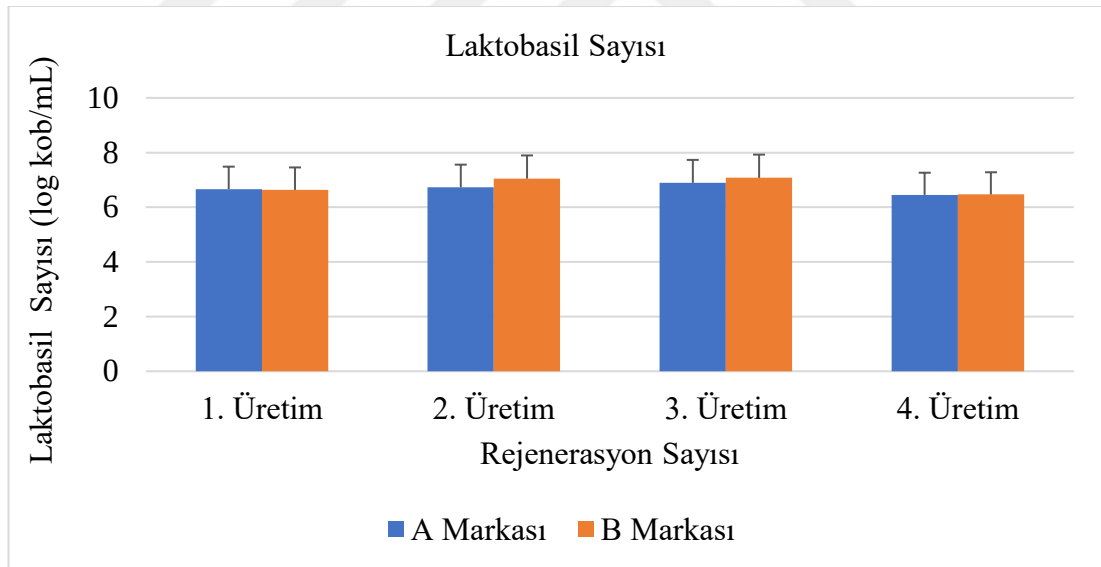
Rejenerasyon çalışmasında, kefir fermantasyonu için UHT sütlere eklenilmek üzere iki farklı ticari kefir içeceği starter kültür görevi görmüştür. Ticari kefirler

ayrı ayrı sütlere inoküle edilerek ilk üretimi sağlanmıştır. Kefir üretimine dört gün boyunca devam edilmiştir. Her gün starter olarak bir önceki gün üretilmiş olan kefir örneklerinden alınarak (%5 h/h) pasajlama yoluyla yapılmıştır. Dört gün boyunca örneklerin mikrobiyolojik analizleri, pH ve viskozite ölçümleri yapılmıştır.

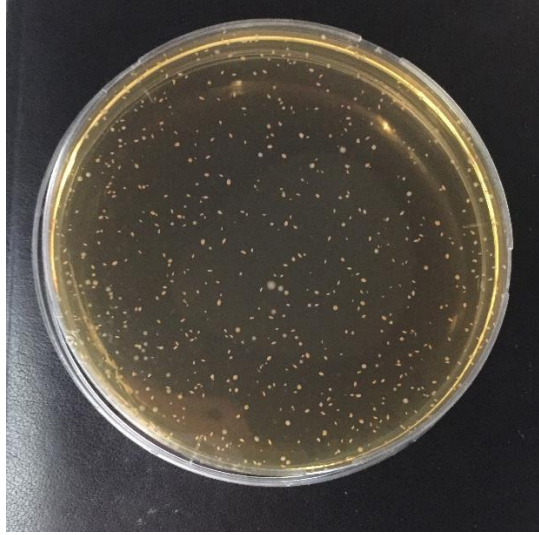
4.2.1 Rejenerasyon Sürecinde Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

4.2.1.1 Rejenerasyon Sürecinde Laktobasil Değişimi

Rejenerasyon çalışmasında örneklerin 4 gün boyunca laktobasil sayım sonuçları Şekil 4.8’de verilmiştir (Fotoğraf 4.1). İlk rejenerasyon için A markasından üretilen kefir içeceklerinin 6.61 log kob/mL olan toplam laktobasil sayısı 4. rejenerasyon sonunda 6.45 log kob/mL olarak belirlenmiştir. B markasında ise ilk rejenerasyondan sonra 6.63 log kob/mL olan laktobasil sayısı 4. rejenerasyon sonunda 6.46 log kob/mL olarak belirlenmiş fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$)



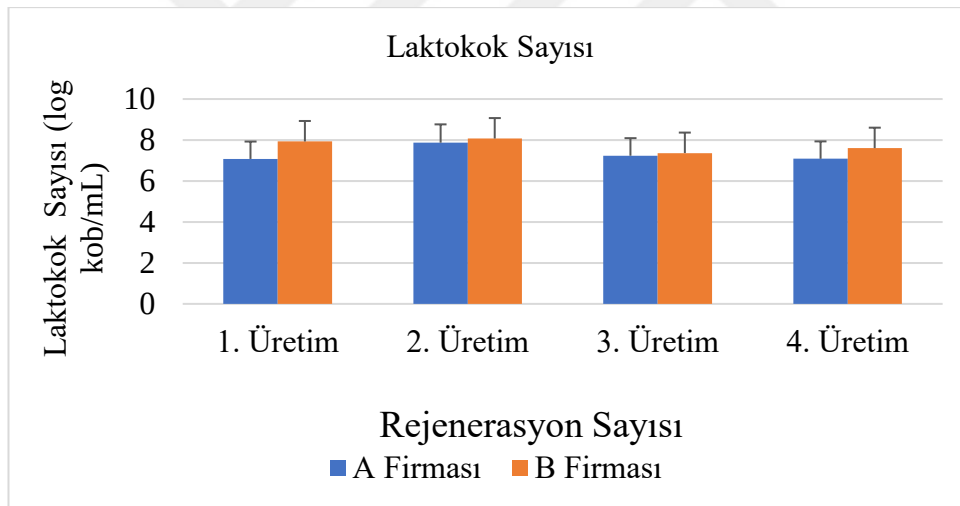
Şekil 4.8. Laktobasil sayım sonucu



Fotoğraf 4.1. Laktobasil kolonilerinin MRS Agardaki görüntüsü

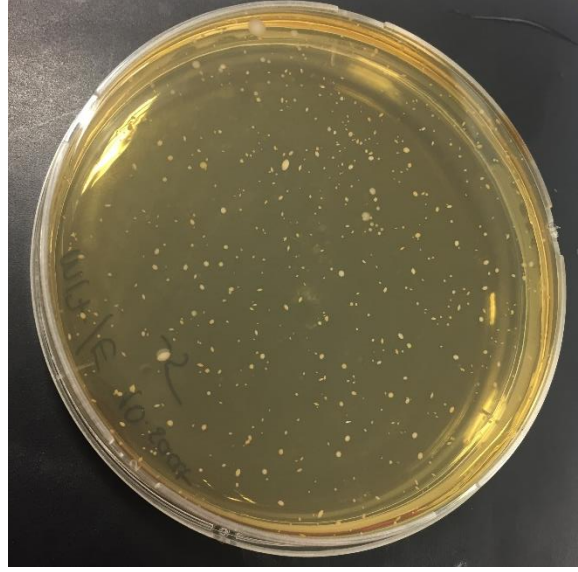
4.2.1.2 Rejenerasyon Sürecinde Laktokok Değişimi

Rejenerasyon çalışmasında örneklerin 4 gün boyunca laktokok sayım sonuçları Şekil 4.9’da verilmiştir (Fotoğraf 4.2).



Şekil 4.9. Laktokok sayım sonucu

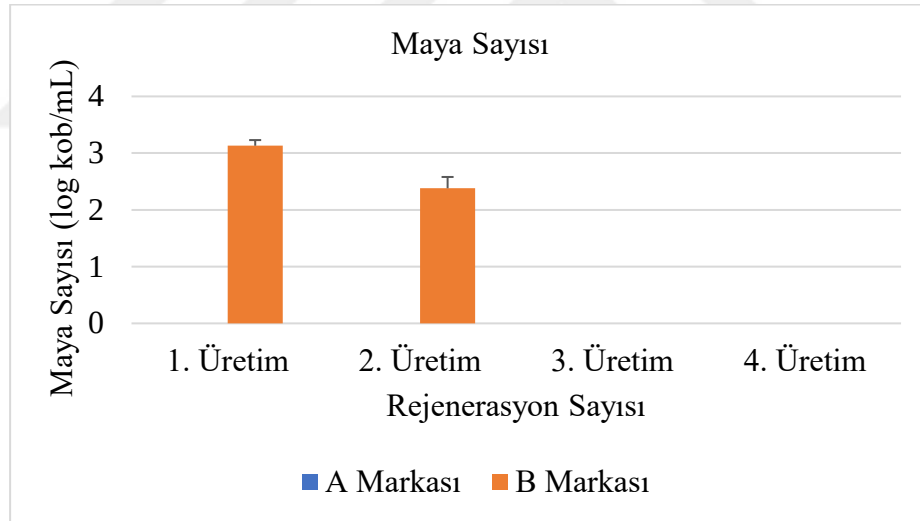
İlk rejenerasyon için A markasından üretilen kefir içeceklerinin 7.07 log kob/mL olan toplam laktokok sayısı 4.rejenerasyon sonunda 7.08 log kob/mL olarak belirlenmiştir. B markasında ise ilk rejenerasyondan sonra 7.92 log kob/mL olan laktokok sayısı 4.rejenerasyon sonunda 7.6 log kob/mL olarak belirlenmiş, fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$)



Fotoğraf 4.2. Laktokok kolonilerinin M17 Agardaki görüntüsü

4.2.1.3 Rejenerasyon Sürecinde Maya Değişimi

Rejenerasyon çalışmasında örneklerin 4 gün boyunca maya sayım sonuçları Şekil 4.10'da verilmiştir.

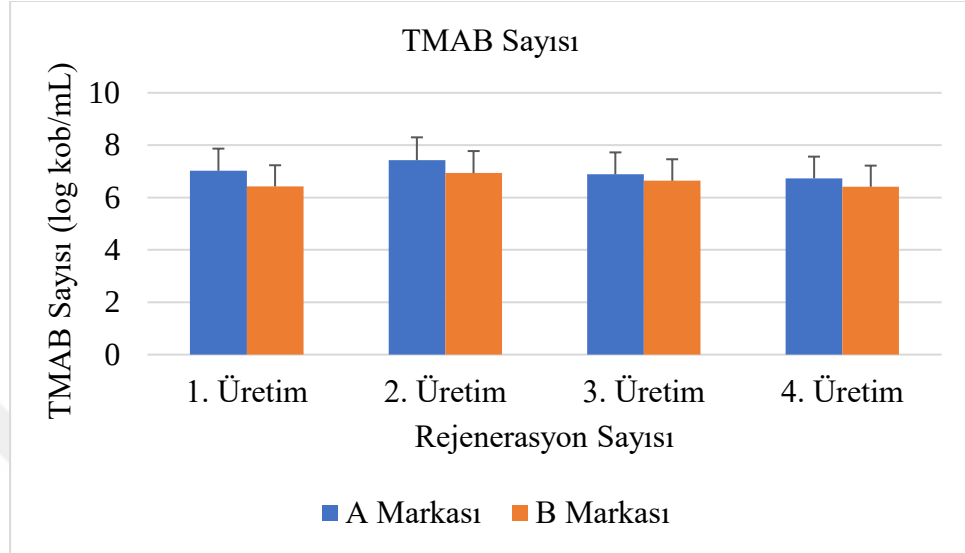


Şekil 4.10. Maya sayım sonucu

Şekil 10'da görüldüğü üzere A markasında maya gelişimi gözlemlenmezken, B markasında rejenerasyon çalışmasının yalnızca ilk iki rejenerasyonda maya varlığı tespit edilmiştir. B markasından üretilen kefirlerde ilk rejenerasyondan sonra 3.13 log kob/mL olan maya sayısı ikinci rejenerasyon sonunda 2.38 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Mayaların gelişme koşulları laktik asit bakterilerine kıyasla daha hassas olduğundan rejenerasyon koşullarında aktivitelerini kaybettikleri gözlemlenmiştir.

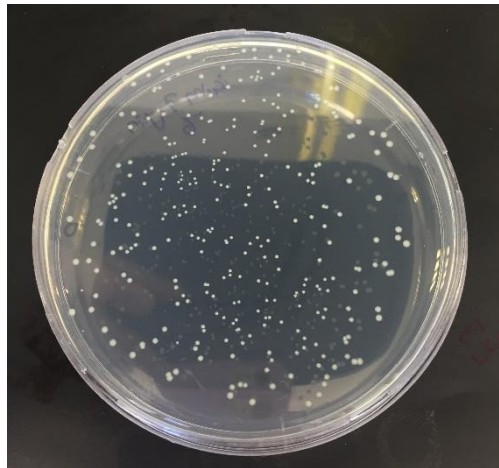
4.2.1.4 Rejenerasyon Sürecinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Değişimi

Rejenerasyon çalışması örneklerin 4 gün boyunca toplam bakteri sayım sonuçları Şekil 4.11’de verilmiştir (Fotoğraf 4.3).



Şekil 4.11. TMAB sayım sonucu

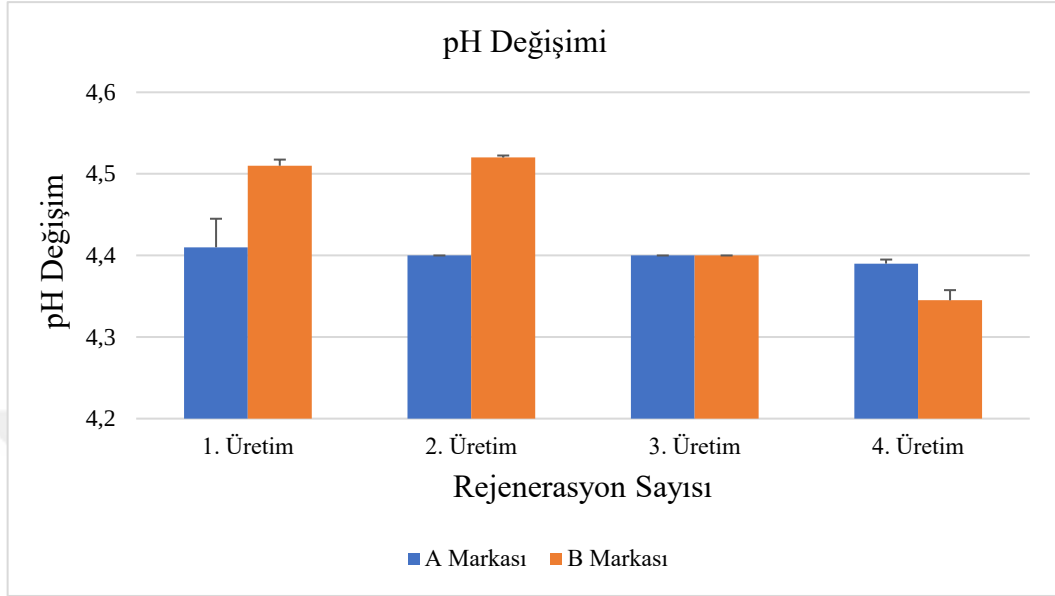
İlk rejenerasyon için A markasından üretilen kefir içeceklerinin 7.02 log kob/mL olan toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 4. rejenerasyon sonunda 6.73 log kob/mL olarak belirlenmiştir. B markasında ise ilk rejenerasyondan sonra 6.42 log kob/mL olan toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 4.rejenerasyon sonunda 6.41 log kob/mL olarak belirlenmiş fark istatistiksel olarak önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).



Fotoğraf 4.3. TMAB kolonilerinin PCA besiyerindeki görüntüsü

4.2.2 Rejenerasyon Sürecinde pH Değişimi

Rejenerasyon çalışmasında 4 gün boyunca ölçülen pH değerleri Şekil 4.12’de gösterilmiştir.

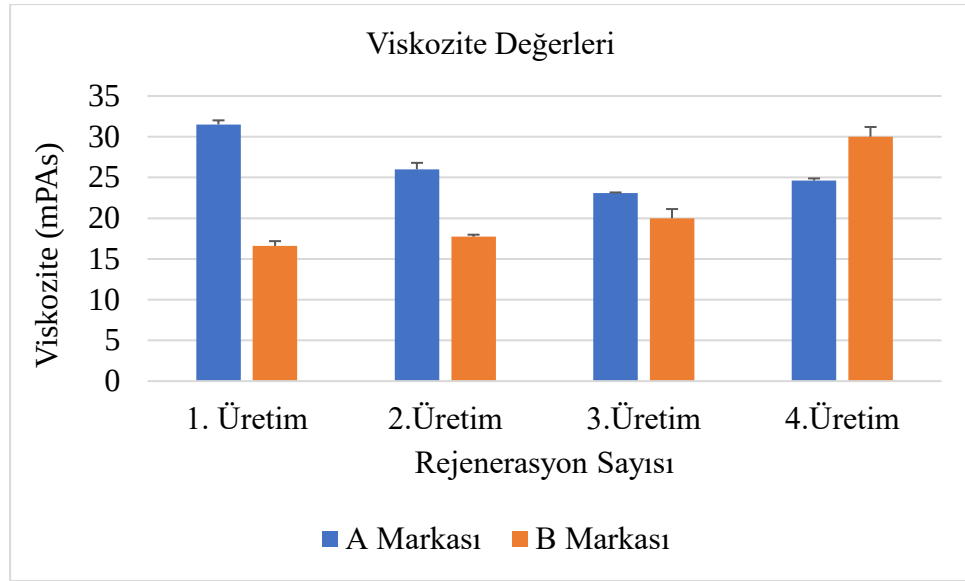


Şekil 4.12. Rejenerasyon çalışmasında zamana bağlı pH değişimi

A ve B markasına ait üretimlerde Şekil 4.12’de görüldüğü gibi kefir örneklerinin pH değerleri ilk günden itibaren azalış göstermiştir. İlk rejenerasyon için A markasından üretilen kefir içeceklerinin 4.41 olan pH değeri 4. rejenerasyon sonunda 4.39 pH olarak belirlenmiştir. B markasında ise ilk rejenerasyondan sonra 4.51 olan pH 4. rejenerasyon sonunda 4.35 olarak belirlenmiştir.

4.2.3 Rejenerasyon Sürecinde Viskozite Değişimi

Rejenerasyon çalışmasında 4 gün boyunca ölçülen viskozite değerleri Şekil 4.13’te gösterilmiştir.



Şekil 4.13. Rejenerasyon çalışmasında zamana bağlı viskozite değerleri

Şekil 4.13'te görüldüğü üzere A markasına ait kefirlerde ilk üretimden 3. üretime kadar viskozite de azalış görülmüştür. Ancak 4. günde ise viskozitenin arttığı görülmektedir. B markasına ait verilere bakıldığında ise üretimin ilk gününden itibaren viskozite değerlerinde artış olduğu görülmektedir.

Aydemir (2019), piyasadan dört adet ticari yoğurt satın alarak bunların ev tipi yoğurt üretiminde kullanılabilirliğini araştırmıştır. Bu ticari yoğurtları kültür olarak kullanmıştır ve dört farklı yoğurt üretimini sağlamıştır. Üretmiş olduğu yoğurtları tekrar yeni süte inoküle ederek toplamda dört kez pasaj işlemini gerçekleştirmiştir. Üretimin ilk gününden itibaren çalışmamıza benzer olarak pH değerleri 4.6'ya ulaşma süresi kısalmış ve rejenerasyonun son günü daha düşük pH değerine ulaşılmıştır. Viskozite değerlerinde ilk gün üretmiş olduğu viskozite değerlerinin diğer üç üretime göre en düşük olduğunu tespit etmiştir. Bunun sebebinin ise mikroorganizmaların ortama adaptasyon süreci ile ilgili olabileceğini bildirmiştir. Mikrobiyolojik analizlerde ise 3. güne kadar bakteri sayım sonuçlarında azalış görülürken, 4. günde tekrar artış saptanmıştır. Çalışma sonucunda kültür olarak ticari yoğurt kullanımı ile ev tipi yoğurt üretiminin gerçekleştirilebileceği ortaya konulmuştur.

4.3 Depolama Çalışması

Piyasadan satın alınan iki farklı ticari kefir UHT süte inoküle edilerek üretim gerçekleştirilmiştir. Üretilen kefir içecekleri buzdolabı koşullarında (4°C) 1. gün,

7. gün, 14. gün, 21. gün ve 28. gün olmak üzere 4 hafta boyunca depolanmıştır. Bu süre boyunca yapılan analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

4.3.1 Depolama Sürecinde Mikrobiyolojik Analizler

Depolama boyunca kefir örneklerinde meydana gelen mikrobiyolojik değişimler Tablo 4.3'te verilmiştir.

Tablo 4.3. Depolama boyunca kefir örneklerinde meydana gelen mikrobiyolojik değişimler

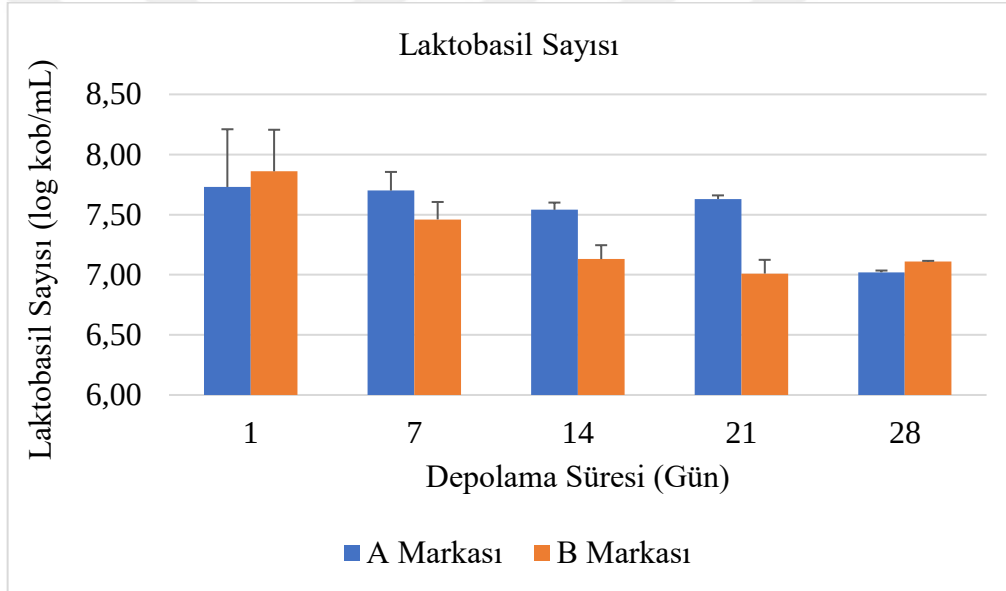
Laktobasil Sayısı	A Markası	B Markası
1. gün	7.73±0.68 ^a	7.86±0.49 ^a
7. gün	7.70±0.22 ^a	7.46±0.21 ^a
14. gün	7.54±0.08 ^a	7.13±0.16 ^b
21. gün	7.63±0.04 ^a	7.01±0.16 ^b
28. gün	7.02±0.02 ^b	7.11±0.01 ^b
Laktokok Sayısı	A Markası	B Markası
1. gün	7.29±0.34 ^a	7.77±0.66 ^a
7. gün	7.12±0.04 ^a	8.03±0.11 ^a
14. gün	7.24±0.08 ^a	8.21±0.24 ^a
21. gün	6.59±0.02 ^b	8.38±0.02 ^a
28. gün	6.59±0.10 ^b	6.81±0.28 ^b
Maya Sayısı	A Markası	B Markası
1. gün	TE	4.48±0.03 ^b
7. gün	TE	4.98±0.03 ^a
14. gün	TE	4.56±0.16 ^b
21. gün	TE	4.72±0.17 ^{ab}
28. gün	TE	4.85±0.21 ^{ab}
TMAB Sayısı	A Markası	B Markası

1. gün	7.90±0.14 ^a	8.36±0.07 ^a
7. gün	7.81±0.04 ^a	8.48±0.00 ^a
14. gün	7.64±0.51 ^a	8.28±0.21 ^a
21. gün	7.21±0.01 ^{ab}	8.05±0.33 ^a
28. gün	6.81±0.04 ^b	6.81±0.27 ^b

*TE: Tespit edilememiştir.

4.3.1.1 Depolama Sürecinde Laktobasil Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca laktobasil sayım sonuçları Şekil 4.14'te verilmiştir.



Şekil 4.14. Depolama süresinde kefir örneklerinin laktobasil sayım sonuçları

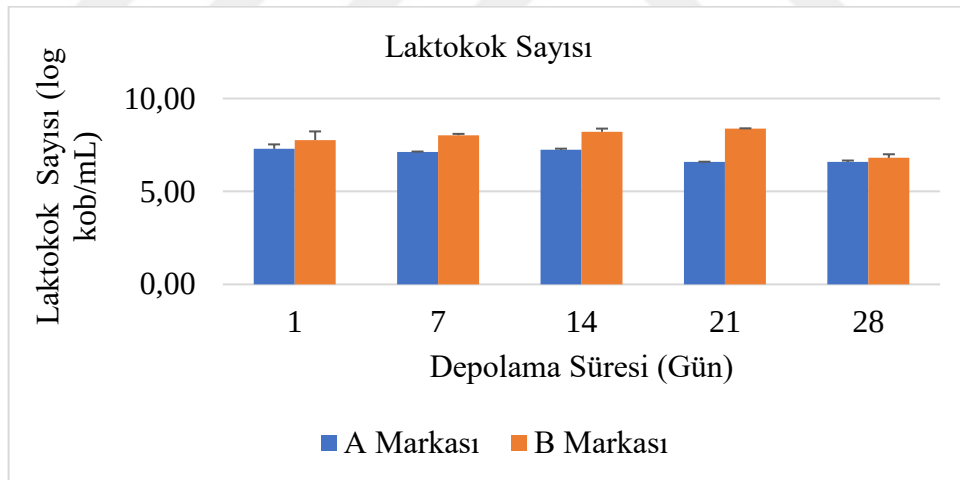
Şekil 4.14'te görüldüğü gibi A markası ile üretilen kefirlerde depolama boyunca laktobasil sayısında bir azalma tespit edilmiştir. Depolamanın ilk gününde laktobasil sayısı 7.73 log kob/mL iken son gün 7.02 log kob/ mL olarak saptanmıştır. B markası ile üretilen kefiirlere bakıldığında ise depolamanın ilk günü laktobasil sayısı 7.86 log kob/ mL saptanmışken son günde 7.11 log kob/ mL bulunmuştur. Tüm kefirlerde depolama süresince meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0.05$).

Pinto vd. (2020), gölevez (*Colocasia esculenta*) bitkisi kullanarak farklı oranlarda kefir starter kültürünün süte inokülesi ile fermente edilmiş bir içecek

geliştirmiştir. Laktobasil sayısının depolama süresiyle doğrusal şekilde arttığını ($y = 9.3976x + 130.57$, $R^2 = 9803$) ve 28. günde önemli bir artış olduğunu ($p < 0.01$) tespit etmiştir. Gronnevik vd. (2011), yapmış oldukları bir çalışmada üretmiş oldukları kefir örneklerini 8 hafta boyunca depolamıştır. Fermantasyonu tamamlanmış olan kefir örneklerinde Laktobasil sayısı ortalama 8 log kob/mL şeklinde kaydetmiştir. Depolamanın 4. haftasında *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayılarında sırasıyla 2 ve 3 log azalma ($p < 0.01$) tespit etmiştir. Ardından depolama sonuna kadar önemli ölçüde bir değişim olmadığını bildirmiştir. Abdolmaleki vd. (2015), soya sütü kullanarak üretmiş olduğu kefir örneklerinde *Lactobacillus* bakteri sayım sonucunun depolamanın 1. günü 8.28 kob/mL iken 28. gününde 5. kob/mL olarak tespit etmiştir. Goncu vd. (2017), kefir örneklerinin *Lactobacillus* bakteri sayım sonucunun depolamanın 1. günü 10.23 kob/mL iken 20. gününde 9.61 kob/mL olarak tespit etmiştir.

4.3.1.2 Depolama Sürecinde Laktokok Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca laktokok sayım sonuçları Şekil 4.15'te verilmiştir.



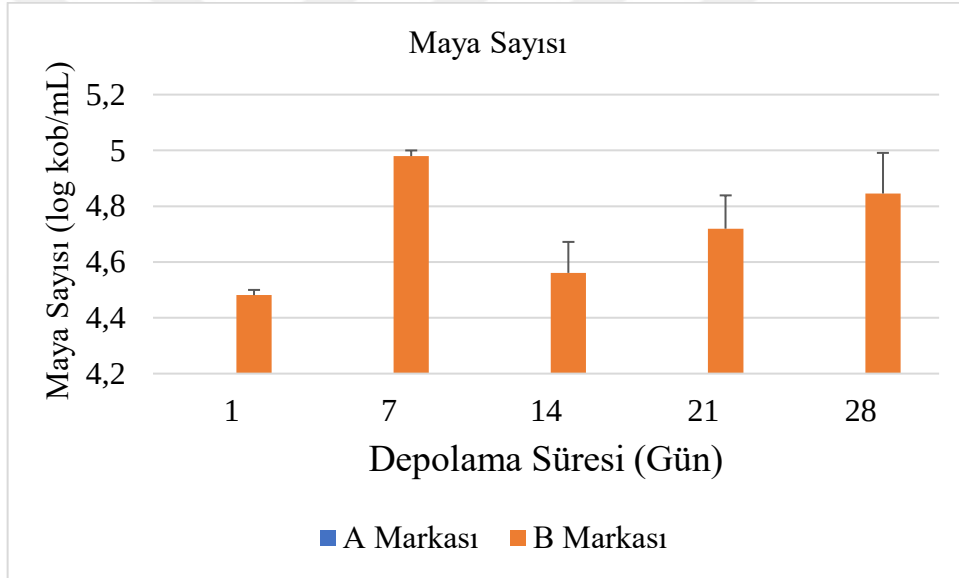
Şekil 4.15. Depolama süresinde kefir örneklerinin laktokok sayım sonuçları

Depolama boyunca A markası ile üretim yapılan kefirlerde depolamanın ilk günü laktokok sayısı 7.29 log kob/ mL iken depolamanın son günü 6.59 log kob/ mL olarak saptanmıştır. B markası ile üretilen kefirlerde ise laktokok sayısı depolamanın ilk günü 7.77 log kob/ mL saptanmışken son gününde 6.81 log kob/ mL bulunmuştur. A markasından üretilen kefirlerde depolamanın 21. gününden sonra B markasından üretilen kefirlerde ise depolamanın 28. gününden itibaren meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($p < 0.05$).

Kaczynski vd. (2018), keçi sütünden yapmış oldukları kefir örneklerinde mezofilik laktik asit bakterileri 4 haftalık depolama süresince azalış gösterdiğini bildirmiştir. Ozcan vd. (2018), yapmış oldukları bir çalışmada ticari kefir örneklerinin *Lactococcus* sayım sonucunun 4 haftalık depolamanın başlangıcında ve sonunda sırasıyla ortalama 1.35×10^9 – 2.58×10^8 kob/mL olduğunu bildirmiştir. Abdolmaleki vd. (2015), tarafından yapılan bir çalışmada, inek sütü kullanılarak üretmiş olduğu kefir örneklerini 4 hafta boyunca depolamıştır. Depolama süresince laktokok sayım sonuçlarının yaklaşık 3 log kob/mL azalma saptamış ve azalışın istatistiksel açıdan önemli ($P < 0.01$) olduğunu bildirmiştir.

4.3.1.3 Depolama Sürecinde Maya Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca maya sayım sonuçları Şekil 4.16’da verilmiştir.



Şekil 4.16. Depolama süresince kefir örneklerinin maya sayım sonuçları

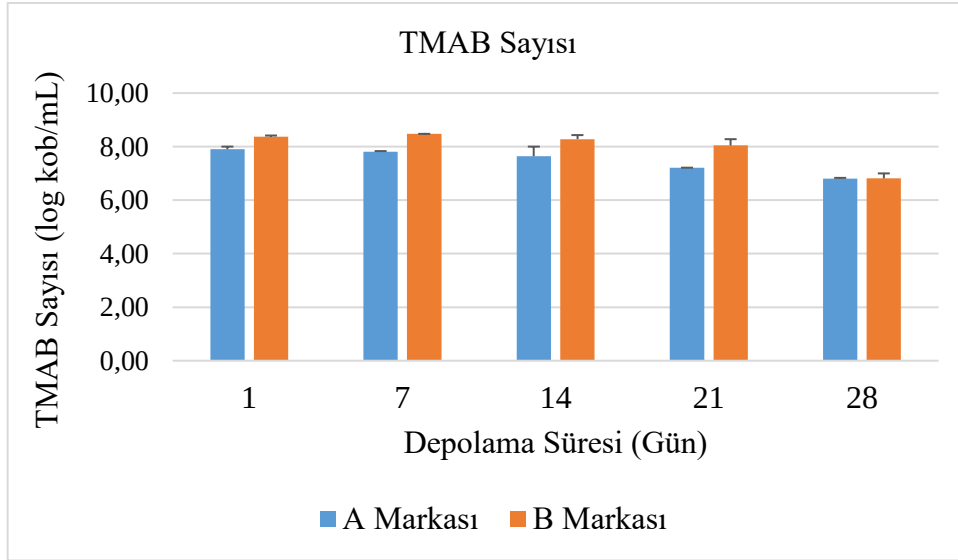
Şekil 4.16’da görüldüğü gibi A markası ile yapılan üretimlerde maya varlığı tespit edilememişken, B markası ile yapılan üretimlerde ise maya sayısı depolamanın ilk günü 4.48 log kob/ mL saptanmışken son gününde 4.85 log kob/ mL bulunmuştur. Depolamanın 7. gününde B markasından üretilen kefirlerde önemli düzeyde artış meydana gelmiş ancak bu artış 14. günde azalışla sonuçlanmıştır. Depolama boyunca mayası sayısı inişli çıkışlı bir değişim izlemiştir.

Pinto vd. (2020), bir bitki türü olan *Colocasia esculenta* kullanarak farklı oranlarda kefir starter kültürünün süte inokülesi ile fermente edilmiş bir içecek

geliştirmiştir. Maya sonuçlarını depolama süresince 6.32 (log kob/mL) ve 7.02 (log kob/mL) arasında değiştiğini ve 28. günde önemli bir artış olduğunu ($p < 0.01$) bildirmiştir. Grønnevik vd. (2011), Norveç orijinli kefir daneleriyle ürettikleri kefirlerin 8 hafta depolama süresince mikrobiyoloji analizlerini gerçekleştirmiştir. Depolama sırasında maya sayısının sürekli arttığını; 3 hafta sonunda 4 log kob/mL, 8 haftalık depolamanın sonunda ise 5 log'luk önemli bir artış olduğunu tespit etmiştir. Aroua vd. (2023), eşek sütü ve inek sütünden üretmiş oldukları kefir örneklerini +4 °C'de 28 gün boyunca muhafaza etmiştir. Maya sayısının inek sütünden üretilen kefir örneğinde 21. güne kadar tespit ederken, eşek sütünden üretilen kefir örneğinde sadece 1. gününde tespit etmiştir. Bunun da mikroorganizmanın yüksek asitliğe karşı hassas olmasından kaynaklandığını bildirmiştir. Kaczynski vd. (2018), keçi sütünden yapmış oldukları kefir örneklerinde maya sayısının 4 haftalık depolama süresince azalış gösterdiğini bildirmiştir.

4.3.1.4 Depolama Sürecinde Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçları Şekil 4.17'de verilmiştir.



Şekil 4.17. Depolama süresince kefir örneklerinin TMAB sayım sonuçları

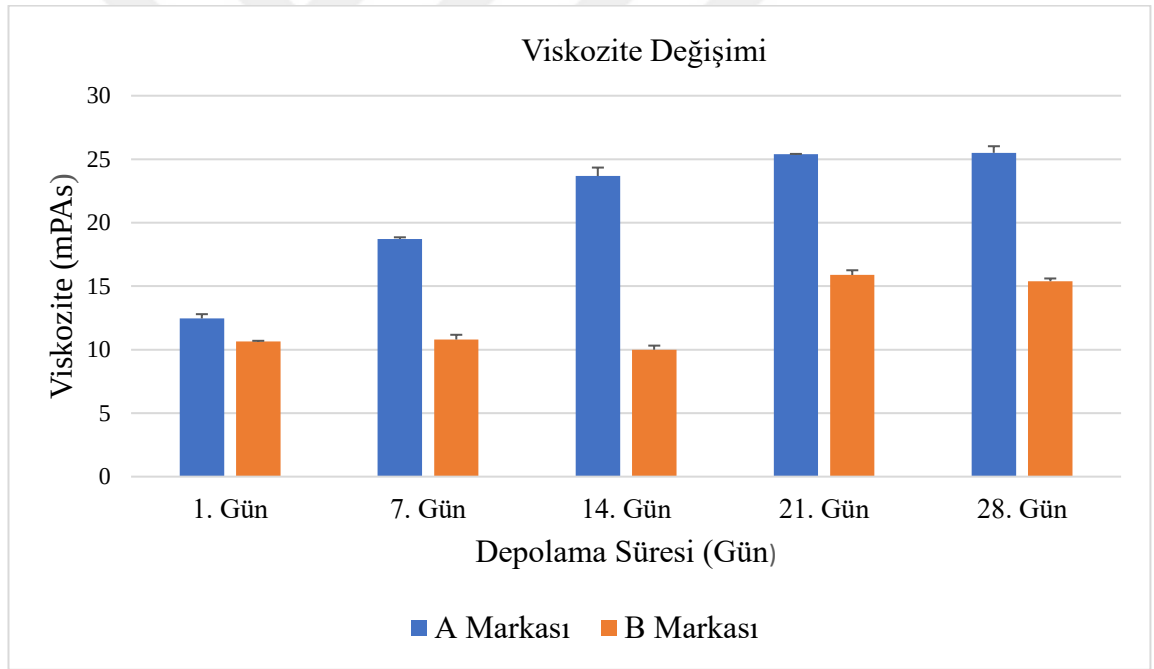
A markası ile yapılan üretimlerde depolama başlangıcında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı 7.9 log kob/ mL iken son günde 6.81 log kob/ mL olarak saptanmıştır. B markası ile yapılan üretimlerde ise depolamanın ilk günü 8.36 log

kob/ mL olan toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı depolamanın son gününde 6.81 log kob/ mL bulunmuştur. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma her iki kefir markasından üretilen kefir örneklerinde depolamanın 28. gününde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).

Aroua vd. (2023), üretmiş oldukları kefir örneklerinin 28 günlük depolama süresince mikrobiyoloji analizlerini gerçekleştirmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı depolama boyunca inek sütü kefir 4.80-4.97 log kob/mL arasında değişim gösterirken, eşek sütünden üretilmiş olan kefir 4.18-4.71 log kob/mL arasında tespit etmiştir.

4.3.2 Depolama Sürecinde Viskozite Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca viskozite değerlerindeki değişim Şekil 4.18’de verilmiştir.



Şekil 4.18. Depolama boyunca kefir örneklerinin viskozite değişimi değerleri

Şekil 4.18’de görüldüğü üzere A markası viskozite değeri başlangıçta 12.85 mPa.s iken son günü 26.09 olarak bulunmuştur. B markası viskozite değeri ise depolamanın ilk günü 10.7 mPa.s saptanmışken son gününde 15.63 mPa.s bulunmuştur. Her iki markada da depolamanın sonuna doğru viskozite değerlerinde artış tespit edilmiştir ($p<0.05$).

Irigoyen vd. (2005), farklı oranlarda (%1 ve %5) starter kültür süte inoküle ederek 28 günlük depolama süresi boyunca belirli aralıklarla (2, 7, 14, 21 ve 28. gün) viskozite ölçümü yapmıştır. Kefir örneklerinin viskozite (mPa.s cinsinden ölçüm) değerlerinde depolama süresi boyunca önemli ölçüde azalış olduğunu tespit etmiştir. Putri vd. (2020), keçi sütünden kefir üretimi gerçekleştirmiştir. Kefir örneklerini 28 gün boyunca depolanmıştır. Viskozite ölçüm sonuçları 3400-6400 cPs arasında değişkenlik gösterdiği tespit etmiştir. Kök-Taş vd. (2013), üretmiş olduğu kefir örneklerinde 21 günlük depolama süresi boyunca viskozite değişiminin önemsiz olduğunu tespit etmiştir. Tratnik vd. (2006), inek ve koyun sütünden üretmiş oldukları kefir örneklerinin 15 günlük depolama süresince viskozitelerinde düşüş olduğunu bildirmiştir. Elgarhy vd. (2018) yapmış oldukları bir çalışmada inek ve manda sütünden tane ve ticari starter kültür kullanarak üretmiş olduğu kefir örneklerini 21 gün boyunca depolanmıştır. Viskozite değerleri bu depolama süresince kefir örneklerinin 840-1420 cP arasında değiştiğini belirlemiştir.

4.3.3 Depolama Sürecinde Renk Değişimi

Depolama boyunca kefir örneklerinin fizikokimyasal değişimi Tablo 4.4'te verilmiştir.

Tablo 4.4. Depolama süresince kefir örneklerinin fizikokimyasal değişimi

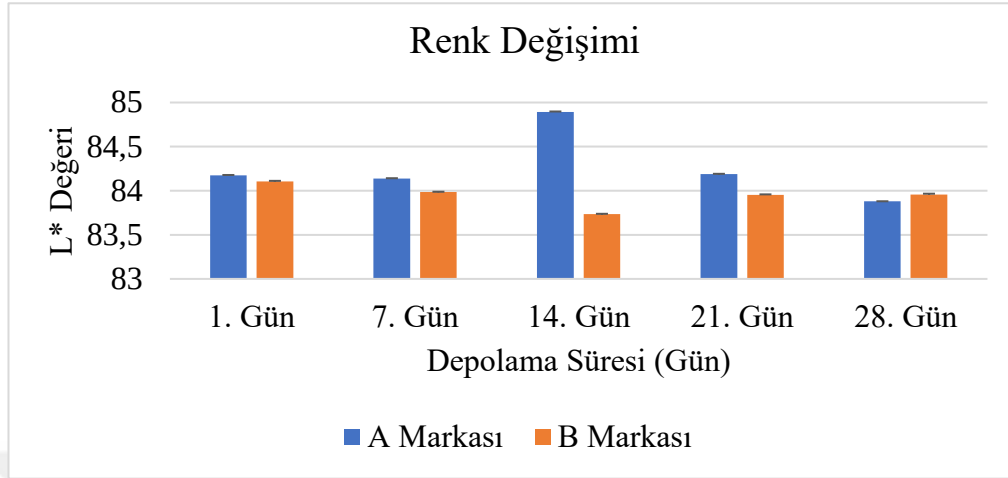
Viskozite	A Markası	B Markası
1. gün	12.85±0.13 ^e	10.70±0.05 ^b
7. gün	18.88±0.11 ^d	10.35±0.15 ^{bc}
14. gün	22.90±0.29 ^c	10.00±0.47 ^c
21. gün	25.40±0.03 ^b	15.43±0.22 ^a
28. gün	26.09±0.26 ^a	15.63±0.27 ^a
L*	A Markası	B Markası
1. gün	84.17±0.01 ^c	84.11±0.01 ^a
7. gün	84.14±0.01 ^d	83.98±0.01 ^b
14. gün	84.89±0.01 ^a	83.73±0.01 ^d

21. gün	84.19±0.01 ^b	83.95±0.01 ^c
28. gün	83.88±0.00 ^e	83.96±0.01 ^c
a*	A Markası	B Markası
1. gün	-2.37±0.01 ^a	-1.62±0.02 ^a
7. gün	-0.89±3.03 ^a	-1.64±0.02 ^a
14. gün	-2.37±0.02 ^a	-1.53±0.01 ^a
21. gün	-2.33±0.01 ^a	-1.39±0.02 ^a
28. gün	-2.37±0.02 ^a	-1.57±0.35 ^a
b*	A Markası	B Markası
1. gün	6.07±0.02 ^d	4.02±0.02 ^a
7. gün	6.25±0.04 ^b	3.95±0.04 ^b
14. gün	6.54±0.00 ^a	3.68±0.02 ^e
21. gün	6.14±0.01 ^c	3.81±0.01 ^d
28. gün	5.81±0.01 ^e	3.90±0.02 ^c
Serum Ayrılması	A Markası	B Markası
1. gün	35.16±1.19 ^a	28.32±0.96 ^c
7. gün	31.34±1.90 ^b	28.56±0.79 ^c
14. gün	29.68±0.45 ^b	33.14±1.61 ^b
21. gün	29.04±0.06 ^b	41.42±2.01 ^a
28. gün	36.20±1.70 ^a	38.32±1.87 ^a

L*: Parlaklık, a*: Kırmızılık-yeşillik, b*:Sarılık-mavilik

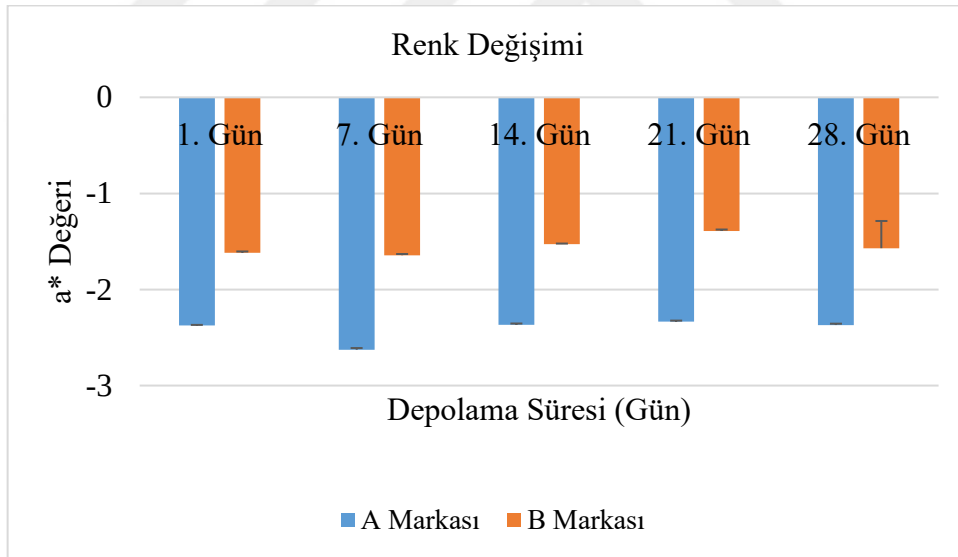
Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta süresince renk değerlerinde meydana gelen değişim Şekil 4.19, Şekil 4.20 ve Şekil 4.21’de verilmiştir. A markası ile yapılan kefirlerde depolama başlangıcında L* değeri 84.17 iken depolamanın son gününde 83.83 olarak saptanmıştır bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (p<0.05). Benzer sonuç B markası ile yapılan kefirlerde de gözlenmiş olup depolama başlangıcında L* değeri 84.11 iken depolamanın son

gününde 83.96 olarak saptanmıştır bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).



Şekil 4.19. Depolama süresi boyunca renk (L^* değeri) değerleri değişimi

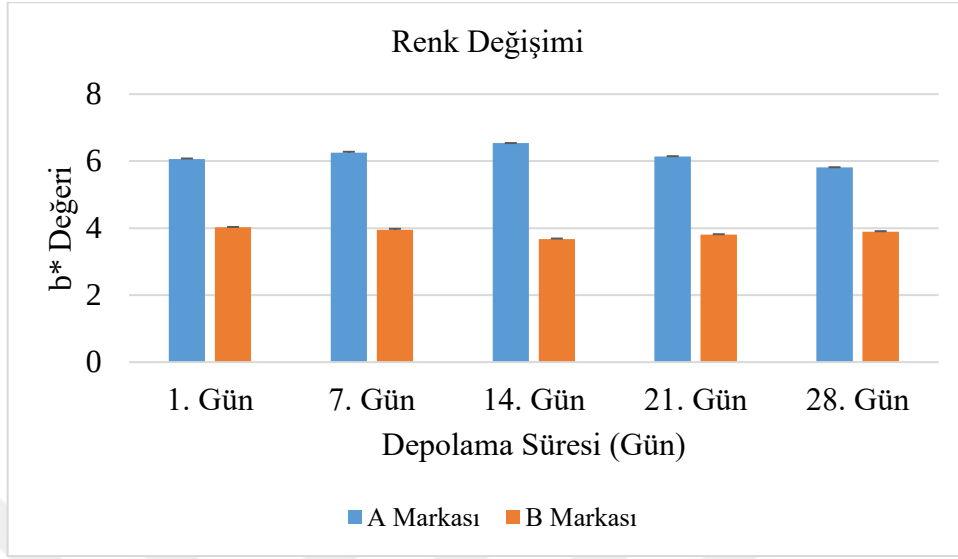
Her iki kefir markasıyla üretilen kefirlerin a^* değerlerinde depolama boyunca istatistiksel bir fark gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).



Şekil 4.20. Depolama süresi boyunca renk (a^* değeri) değerleri değişimi

A markası ile yapılan kefirlerde depolama başlangıcında b^* değeri 6.07 iken depolamanın son gününde 5.81 olarak saptanmıştır bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Benzer gözlem B markası ile yapılan kefirlerde de gözlenmiş olup depolama başlangıcında b^* değeri 4.02 iken depolamanın son gününde 3.9 olarak saptanmıştır bu fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur

($p < 0.05$). Her iki kefir markasından üretilen kefirlerde b değeri bakımından ciddi fark tespit edilmiştir.



Şekil 4.21. Depolama boyunca renk (b^* değeri) değerleri değişimi

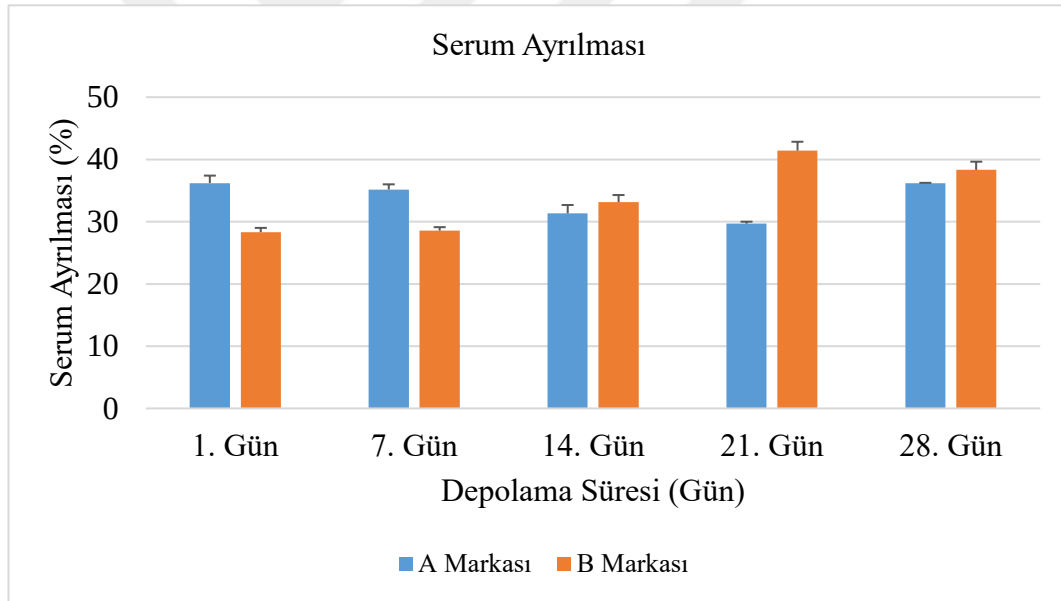
Şekillerde görüldüğü üzere depolamanın ilk günü A markasının L^* , a^* ve b^* renk değerleri sırasıyla 83.8, (-) 2.37 ve 6.07 olarak bulunurken, son gününde renk değerleri sırasıyla 83.83, (-) 2.37 ve 5.81 olarak bulunmuştur. B markasında ise depolamanın ilk günü L^* , a^* ve b^* renk değerlerini sırasıyla 84.11, (-) 1.62 ve 3.9 olarak bulunurken, son gününde renk değerleri sırasıyla 84.11, (-) 1.62 ve 4.02 olarak tespit edilmiştir.

Czyżak-Runowska vd. (2022), koyun sütünden kefir üretimi yapmıştır. Kefir örneklerini 4°C'de 28 gün boyunca depo etmiş ve 7, 14, 21. günlerinde renk tayini yapılmıştır. Depolama süresi boyunca parlaklıklarında (L^*) istatistiksel olarak anlamlı bir değişiklik bulunmamıştır. Ancak a^* ve b^* renk parametrelerinin önemli ölçüde etkilendiği, depolama süresi arttıkça renk doygunluğunun daha güçlü olduğu ve yeşile ve sarıya doğru bir kayma olduğu gözlenmiştir. Bu parametreler depolamanın 21. gününde en yüksek değerleri vermiştir. Tomar (2015), yapmış olduğu çalışmada kefir örneklerinin L^* ve a^* renk değerlerinin depolama süresince azaldığını, b^* değerinin ise artış gösterdiğini tespit etmiştir. L^* değerinin istatistiksel açıdan önemsiz ($p > 0.05$), a^* ve b^* değerine ise anlamlı bulmuştur ($p < 0.05$). Bu değerler üzerine süt çeşidi ve depolama süresinin etkili olduğunu rapor

etmiştir. Goncu vd. (2017), üretmiş oldukları kefir örneklerini 20 gün boyunca depolamıştır. Depolama sonunda L^* değeri 78.86, a^* değeri -1.55 ve b^* değeri 9.19 olarak tespit etmiştir. Setyawardani vd. (2020), inek sütü ve kolostrum sütünü farklı oranlarda kullanarak üretilmiş kefir örneklerinin L^* değerleri 63.79 ile 73.74 arasında, a^* değerleri -2.23 ile -0.15 arasında ve b^* değerlerinin ise 8.31 ile 29.44 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Gul vd. (2018), kefir danesi ve starter kültür kullanarak inek ve manda sütünden üretmiş oldukları kefir örneklerinde L^* değerlerinin 91.80 ile 92.98 arasında değiştiğini, a^* değerlerinin -0.87 ile -1.71 arasında ve b^* değerlerinin 6.47 ile 10.61 arasında değiştiğini bildirmiştir.

4.3.4 Depolama Sürecinde Serum Ayrılması Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca serum ayrılması değerleri Şekil 4.22’de verilmiştir.



Şekil 4.22. Depolama süresince serum ayrılması değerleri

A markasının kefirinden üretilen kefir örneklerinde Şekil 22’de görüldüğü üzere serum ayrılması değerleri depolamanın ilk gününde %35.16 iken son gününde %36.2 olarak bulunmuştur. Bu fark istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. B markasının kefirinden üretilen kefir örneklerinde ise serum ayrılması depolamanın ilk günü %28.32 olarak bulunmuşken, son gününde %38.32 olarak bulunmuş; özellikle 14. günden sonra meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur.

Sarıca (2019), inek ve keçi sütü kullanarak kefir üretimi yaptığı çalışmasında üretmiş olduğu kefirlerin 35 günlük depolama süreci boyunca belirli aralıklarla (1, 7, 14, 21, 28 ve 35. gün) serum ayrılmasını ölçmüştür. İnek sütünden üretilmiş olan kefirlerin 1. ve 14. günler arasındaki serum ayrılması istatistiksel olarak önemli bulunmuş iken ($P<0.05$), keçi sütünden yapılan kefirlerde serum ayrılması değerlerindeki değişim depolama boyunca önemsiz bulmuştur ($P>0.05$). Yousefvand vd. (2022), kefir danesi ve starter kültür ile üretmiş oldukları kefir örneklerini 4°C 'de 21 gün boyunca muhafaza etmiştir. Depolama süresince 7, 14 ve 21. gün de serum ayrılması değerlerini ölçmüştür. Kefir danesinden üretilmiş olan kefir örnekleri % 25.71-30.12 arasında değişirken, starter kültür ile üretilmiş olan kefir örnekleri % 23.50-28.50 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Görgün (2022), yapmış olduğu bir çalışmada kestane sütü ile zenginleştirerek üretmiş olduğu kefir örneklerini 21 gün boyunca depolamıştır. Depolama süresi uzadıkça serum ayrılması değerlerinin inişli çıkışlı bir değişim gösterdiğini tespit etmiş ve depolamanın ilk 14 günü serum ayrılması değerinin arttığını ardından da azaldığını bildirmiştir.

4.3.5 Depolama Sürecinde pH Değişimi

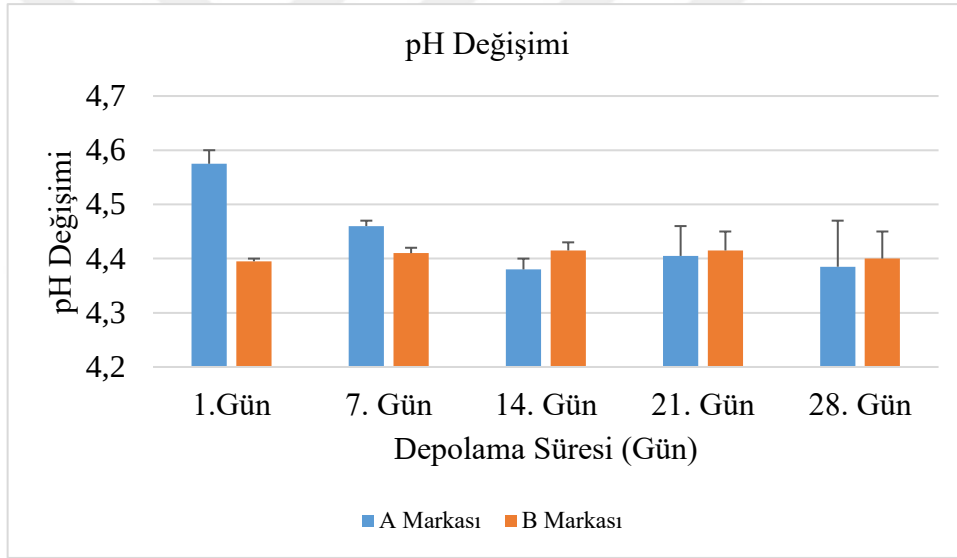
Depolama boyunca kefir örneklerinin asitlik değişimi Tablo 4.6'da verilmiştir.

Tablo 4.5. Depolama süresince kefir örneklerinin asitlik değişimi sonuçları

pH	A Markası	B Markası
1. gün	4.58±0.04 ^a	4.4±0.01 ^a
7. gün	4.46±0.01 ^{ab}	4.41±0.01 ^a
14. gün	4.38±0.03 ^b	4.42±0.02 ^a
21. gün	4.41±0.08 ^{ab}	4.42±0.05 ^a
28. gün	4.39±0.12 ^b	4.40±0.07 ^a
Titrasyon Asitliği	A Markası	B Markası
1. gün	0.77±0.01 ^a	0.78±0.01 ^a
7. gün	0.75±0.02 ^a	0.76±0.03 ^a
14. gün	0.74±0.01 ^a	0.74±0.01 ^a
21. gün	0.75±0.01 ^a	0.75±0.01 ^a

28. gün	0.76±0.01 ^a	0.77±0.01 ^a
Kuru Madde	A Markası	B Markası
1. gün	11.07±0.01 ^a	11.03±0.29 ^a
7. gün	11.24±0.35 ^a	10.94±0.06 ^a
14. gün	11.35±0.15 ^a	10.88±0.12 ^a
21. gün	11.00±0.14 ^a	11.22±0.22 ^a
28. gün	11.20±0.25 ^a	11.26±0.46 ^a

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca pH değişim sonuçları Şekil 4.27’de verilmiştir.



Şekil 4.23. Depolama süresince kefir örneklerinin pH değişimi

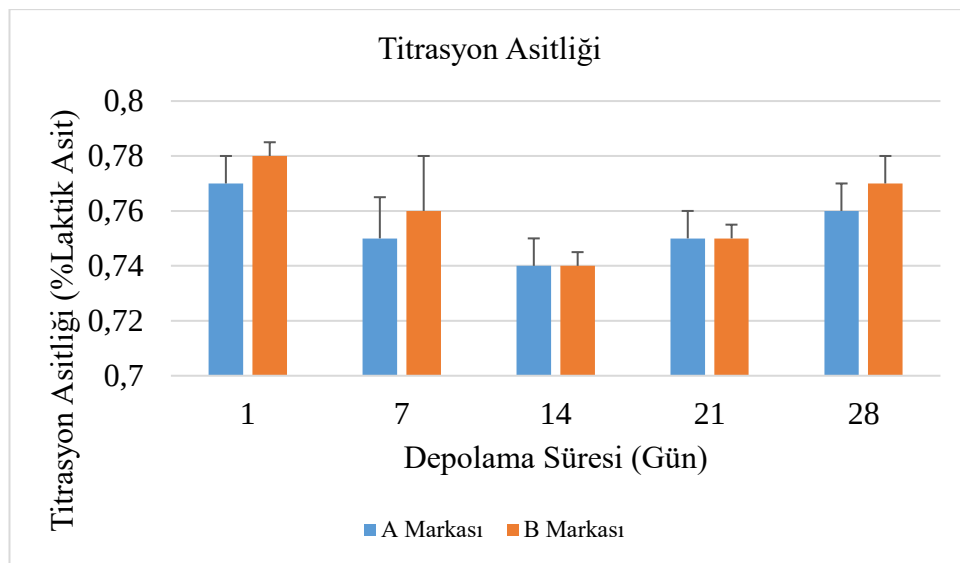
Şekil 27’de görüldüğü üzere A markası ile yapılan üretime ait pH değeri başlangıçta 4.58 iken depolamanın son günü pH 4.39 bulunmuştur. B markası ile yapılan üretime ait pH değeri ise depolamanın ilk ve son günü 4.4 olarak bulunmuştur. A markası ile yapılan üretime ait pH değeri depolama boyunca azalırken ($p<0.05$), B markasına ait değerlerde bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$).

Silva vd. (2021), soya sütüne bir palmye türü olan *Acromia aculeata* (Jacq.) Lodd. ilave ederek kefir biyokütlesi ile fermente edilmiş bir içecek geliştirmiştir.

Çalışmada, üretilen fermente içeceği 7°C'de 16 gün boyunca depolamıştır. Depolama süresi boyunca belirli aralıklarla (0, 6, 11 ve 16 gün) pH ölçümü yapmıştır. Üretilen fermente içeceğin 16 gün boyunca pH' ının 4.5 altında olduğu bildirilmiştir. Leite vd. (2013), Brezilya orjinli kefir danalerinden ürettikleri kefirlerin depolama boyunca (2, 7, 14, 28. gün) pH değerini ölçmüştür. Depolamanın ilk gününden son gününe kadar, kefir içeceğinin pH değerinin 6.55'den 4.31'e doğru azaldığını ($p<0.05$) tespit edilmiştir. İnce-Coşkun ve Özdeştan-Ocak (2022), yapmış oldukları bir çalışmada depolama sırasında pH değerlerinin kademeli olarak pH 4.3'ten pH 3.5'e düştüğünü ve bunun nedeninin kefirdeki laktoz ve azotlu maddeleri metabolize eden mikroorganizmaların, özellikle de laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesinden kaynaklanmış olabileceğini bildirmiştir. Alves (2021), geleneksel kefir üretimiyle fermentasyon sonrasında kefir örneklerinin 2 günlük bir depolaması sürecinde pH ölçümü yapmıştır. İlk 24 saatte pH'nın sabit kaldığını ancak 48 saat sonunda %2'lik bir düşüş olduğunu bildirmiştir. Öner vd. (2010), üretmiş oldukları kefir örneklerini 15 gün boyunca depolamıştır. Depolamanın 1., 7. ve 15. gününde pH ölçüm sonuçları sırasıyla 4.5, 4.1 ve 4.1 olarak tespit etmiştir. Glibowski ve Zielinska (2015), kefir örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince düştüğü tespit etmiştir.

4.3.6 Depolama Sürecinde Titrasyon Asitliği Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca titrasyon asitliği Şekil 4.28'de verilmiştir.



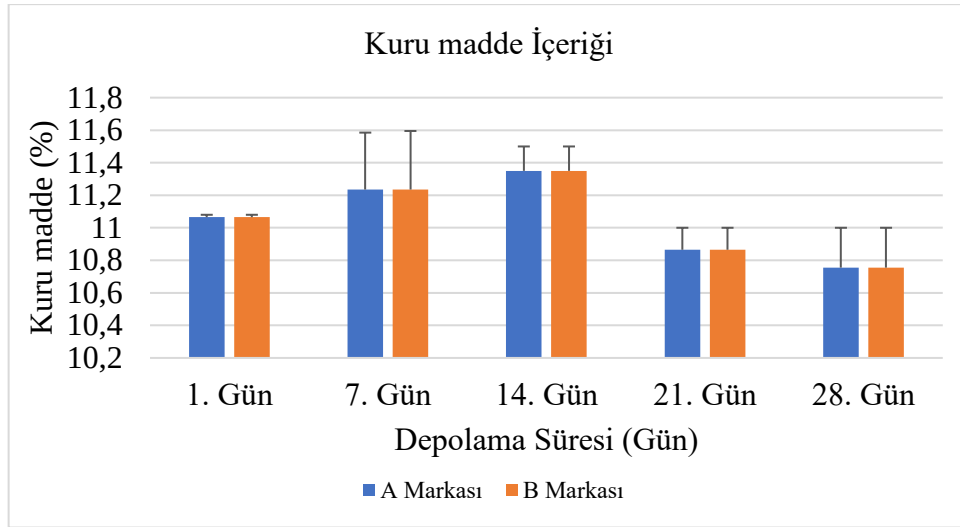
Şekil 4.24. Depolama süresince kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri

A markasından üretilen kefir örneklerinin titrasyon asitliği depolamanın başlangıcında %0.77 iken son günü %0.76 olarak bulunmuştur. B markasından üretilen kefir örneklerinde ise titrasyon asitliği depolamanın ilk günü %0.78 iken son günü %0.77 olarak bulunmuşken her iki marka kefirlerde depolama boyunca değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).

Kök-Taş vd. (2013), kefir danesi ile üretmiş oldukları örneklerde % laktik asit miktarını depolama süresinin 1., 7. ve 21. günlerinde analiz etmiştir. Kefir örneklerinin % laktik asit değerleri depolamanın 1. günü %0.89, 7. günü %0.84, 21. günü ise %0.92 olarak tespit edilmiştir. Göçer ve Koptagel (2023), kuruyemişlerden yapılan kefir içeceklerinin mikrobiyolojik ve reolojik özelliklerinin üretimi ve değerlendirilmesine yönelik bir çalışma yapmıştır. Üretilmiş olan kefir örnekleri 4°C'de 30 gün boyunca depolamıştır. Depolama süresince kefir örneklerinin % titrasyon asitlik değerleri depolamanın 1. gününde 0.18-0.86, 15. gününde 0.14-0.76, 30. gününde ise 0.14-0.72 aralığında değiştiğini tespit etmiştir. Gul vd. (2015), inek ve manda sütünden üretmiş oldukları kefir örneklerini 4°C'de 21 gün süresince muhafaza etmiştir. Kefir örneklerinin titrasyon asitlik değeri 1. günde %0.64 ile %0.76 aralığında bulunduğunu ve titrasyon asitlik değerinin depolama süresince kefir örnekleri arasında farklılık göstermediğini tespit etmiştir ($P > 0,05$). Goncu vd. (2017), tarafından yapılmış olan bir çalışmada ürettikleri kefirlerin depolama süresince (1., 10. ve 20. gün) titrasyon asitlik değerini incelemiştir. Kefir örneklerinin % laktik asit değerleri sırasıyla 0.68, 0.78 ve 0.87 olarak saptamıştır. Setyawardani ve Sumarmono (2015), keçi sütünden üretmiş oldukları kefir örneklerini 30 gün boyunca depolamıştır. Depolamanın 10., 20. ve 30. günlerinde % titrasyon asitliği değerlerini sırasıyla 0.13 ± 0.01 , 0.15 ± 0.01 ve 0.14 ± 0.01 olarak tespit etmiştir.

4.3.7 Depolama Sürecinde Kuru Madde Değişimi

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca kuru madde miktarı Şekil 4.29'de verilmiştir. A markasından üretilen kefir örneklerinin kurumadde değeri depolamanın başlangıcında %11.07 iken son günü %11.20 olarak bulunmuştur. B markasından üretilen kefir örneklerinde ise kuru madde depolamanın ilk günü %11.03 iken son günü %11.26 olarak bulunmuşken her iki marka kefirlerde depolama boyunca değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$).



Şekil 4.25. Depolama süresince kefir örneklerinin kuru madde değerleri

Nurliyani vd. (2015), depolama süresi boyunca toplam kuru madde miktarı değişimini incelemiştir. Çalışma sonucunda depolama süresinin kurumadde miktarlarını etkilemediği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre 1. gün kurumadde miktarı 12.26 ± 1.89 iken 7. günde 13.60 ± 2.25 olarak tespit etmiştir. Buran vd. (2021), yapmış oldukları bir çalışmada kefir örneklerinin depolama sırasında kuru madde miktarlarını ilk gün 11.88 ± 0.29 , 14. gün 11.80 ± 0.17 ve 28. gün 11.52 ± 0.12 olarak bulmuştur. Irigoyen vd. (2005), %1 ve %5 oranlarında üretmiş oldukları kefir örneklerini 28 gün boyunca buzdolabı koşullarında muhafaza etmiştir. Kuru madde miktarı ilk gün %11,7-11,7 bulmuşken son gün %11,3-11,5 olarak tespit etmiştir. Kefir inoküle oranının kuru madde değerinde önemli bir fark olmadığını ancak depolama süresinin bu değeri etkilediğini bildirmiştir. Abdolmaleki vd. (2015), yapmış olduğu bir çalışmada, peyniraltı suyu, soya sütü ve inek sütü kullanarak kefir üretmiştir. Kefir örneklerini 4 haftalık süresince depolamış ve depolama sonunda 3 farklı yöntemle üretilen kefirlerin kuru madde değerlerinin değişmediğini belirlemiştir. Bu değerlerin ise %9,4 ile %11,1 arasında değiştiğini rapor etmiştir. Goncu vd. (2017), üretmiş olduğu kefir örneklerinin 1., 10. ve 20. günlerinde kuru madde değerlerini sırasıyla 12,34, 12,36 ve 12,34 olarak tespit etmiştir.

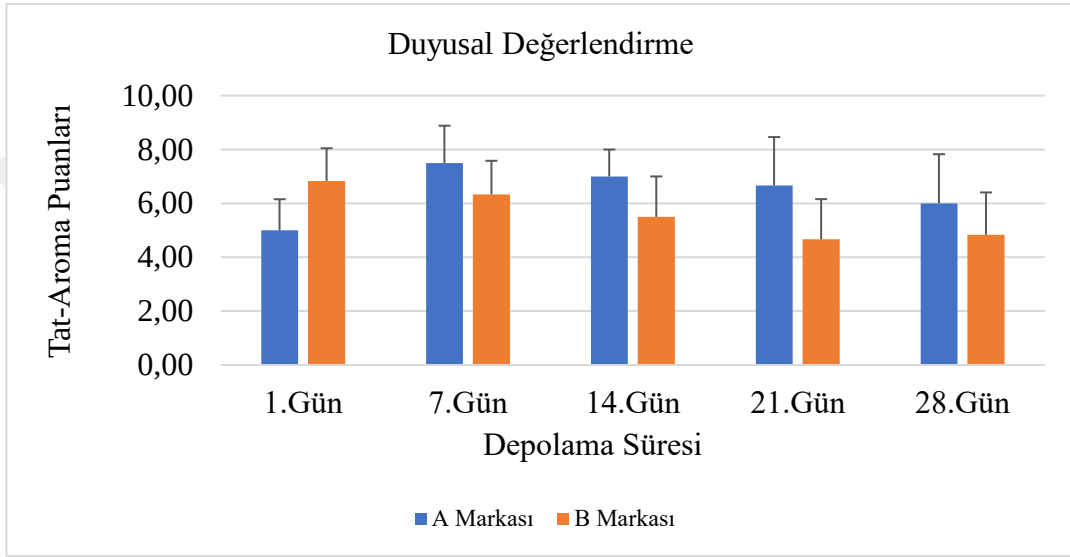
4.3.8 Depolama Sürecinde Duyusal Değerlendirme Sonuçlarında Değişim

Depolama boyunca kefir örneklerinin duyusal değerlendirme sonuçları Tablo 4.5'te verilmiştir.

Tablo 4.6. Depolama süresince kefir örneklerinin duyusal analiz sonuçları

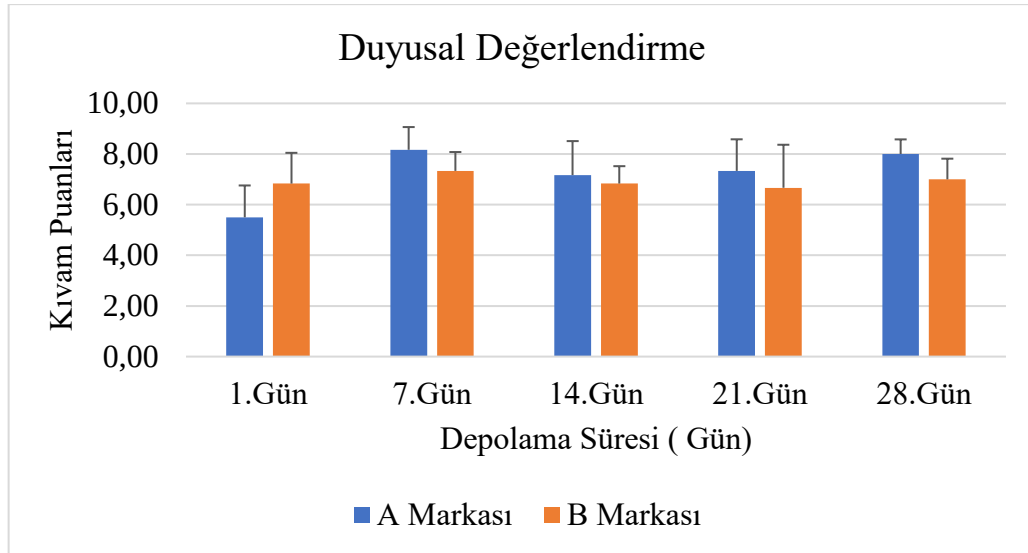
Tat ve Aroma	A Markası	B Markası
1. gün	5.10±0.10 ^d	7.02±0.13 ^a
7. gün	7.50±0.10 ^a	6.40±0.10 ^b
14. gün	7.10±0.10 ^b	5.53±0.06 ^c
21. gün	6.93±0.12 ^b	4.93±0.12 ^d
28. gün	6.10±0.10 ^c	4.90±0.10 ^d
Kıvam	A Markası	B Markası
1. gün	5.67±0.15 ^e	7.03±0.15 ^b
7. gün	8.10±0.10 ^a	7.38±0.10 ^a
14. gün	7.25±0.05 ^d	6.92±0.08 ^b
21. gün	7.44±0.10 ^c	6.97±0.15 ^b
28. gün	8.07±0.06 ^b	7.12±0.10 ^b
Görünüş	A Markası	B Markası
1. gün	6.10±0.10 ^e	7.07±0.12 ^c
7. gün	8.33±0.06 ^a	7.88±0.29 ^a
14. gün	7.72±0.08 ^c	7.20±0.20 ^{bc}
21. gün	7.93±0.12 ^b	7.47±0.08 ^b
28. gün	7.05±0.09 ^d	6.37±0.06 ^d
Genel Beğeni	A Markası	B Markası
1. gün	4.50±0.10 ^d	4.85±0.13 ^d
7. gün	6.87±0.23 ^b	6.87±0.12 ^a
14. gün	7.02±0.08 ^b	5.97±0.06 ^b
21. gün	7.43±0.21 ^a	5.93±0.12 ^b
28. gün	6.17±0.15 ^c	5.42±0.10 ^c

Depolama çalışmasında örneklerin 4 hafta boyunca duyuşal değerdendirme Şekil 4.23, Şekil 4.24, Şekil 4.25 ve Şekil 4.26'da verilmiştir. A markasından üretilen kefir örneklerinde depolamanın ilk gününe kıyasla tat ve aroma değerdelerinde artış gözlemlenmiş olup en yüksek puan 7. gün örneklerinde tespit edilmiştir. B markasından üretilen kefir örneklerinde tat ve aroma puanlarındaki değışim A markasından üretilen kefiirlere kıyasla farklı değışim göstermiş en yüksek puan depolamanın 1. gününde iken depolama ilerledikçe tat ve aroma puanlarında azalma meydana gelmiştir ($p<0.05$).



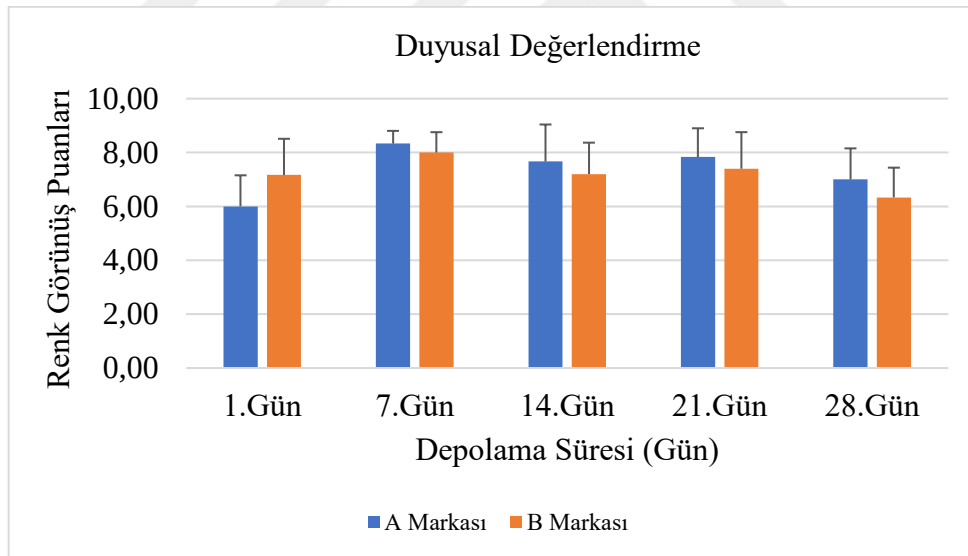
Şekil 4.26. Depolama süresince kefir örneklerinin tat-aroma puanlaması

A markasından üretilen kefir örneklerinde depolama boyunca kıvam puanlarında artış meydana gelirken ($p<0.05$) B markasından üretilen kefir örneklerinde depolama boyunca azalış meydana gelmiştir ($p>0.05$).



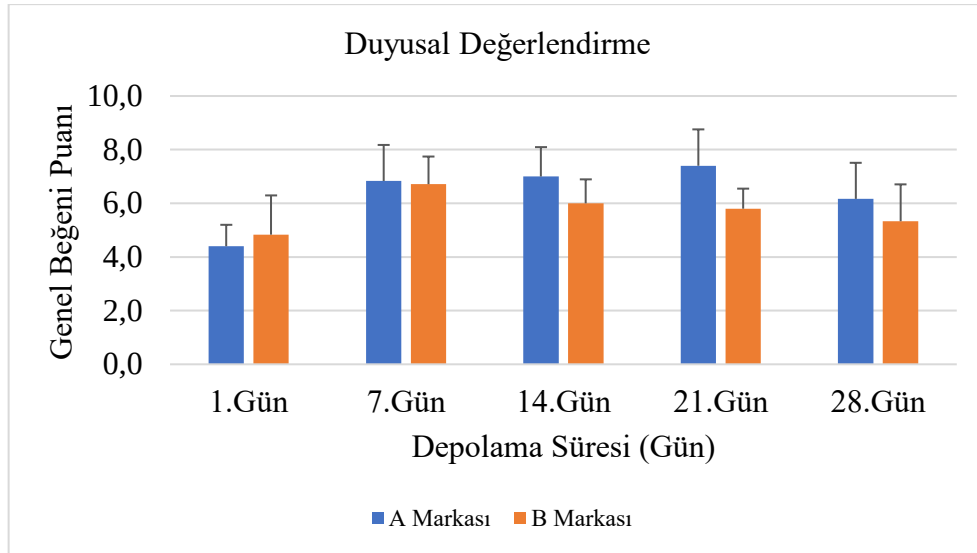
Şekil 4.27. Depolama süresince kefir örneklerinin kıvam puanlaması

A markasından üretilen kefir örneklerinde depolama boyunca renk ve görünüş puanlarında artış meydana gelirken ($p<0.05$) B markasından üretilen kefir örneklerinde depolanın 28. gününde önemli azalış gözlemlenmiştir ($p<0.05$).



Şekil 4.28. Depolama süresince kefir örneklerinin renk-görünüş puanlaması

Her iki kefir markasından elde edilen örneklerde genel beğeni puanı en düşük depolamanın ilk günü belirlenmiştir. A markasından üretilen kefir örneklerinde en yüksek genel beğeni puanı depolamanın 21. gününde belirlenmişken B markasından üretilen kefir örneklerinde ise depolamanın 7. gününde en yüksek puan elde edilmiştir.



Şekil 4.29. Depolama süresince kefir örneklerinin genel beğeni puanlaması

Akbörü (2019), farklı ticari kültürler kullanarak kefir üretimi yapmıştır. Üretilen bu kefir örneklerinde 1, 7, 14 ve 28. günlerinde 5 puan üzerinden hazırlanmış olduğu hedonik test skalası ile duysal analiz gerçekleştirmiştir. Duysal analizde tüm puanlamaların 2.72 ile 4.41 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Genel beğenin kefir üretiminden 7 gün sonra yapılan duysal analizde en yüksek puanlamayı aldığı görülmüştür. Kefirler arasındaki farklar depolama boyunca istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p>0.05$). Goncu vd. (2017), yapmış oldukları bir çalışmada üretmiş oldukları kefir örneklerini 10 puan üzerinden hazırlanan hedonik test skalası ile duysal değerlendirme yapmıştır. Depolamanın ilk 10 gününde kefir örnekleri genel olarak artarken daha sonra azaldığını tespit etmiştir. Bunun nedeninin depolama sırasında kefir örneklerinin asitlik gelişimi ve aroma bileşiklerinin (asetaldehit gibi) içeriklerindeki azalması ile ilişkili olabileceğini bildirmiştir. Gul vd. (2018), inek ve manda sütü kullanarak kefir danesi ve starter kültür ile kefir üretimi yapmıştır. Starter kültür ile yapılan kefir örneklerinin görünüm ve tat puanları, kefir danesi ile yapılan örneklere göre daha yüksek ($p<0.05$), süt tipinin ise kefir örneklerinin tadı üzerinde bir etkisinin olmadığını ($p>0.05$) tespit etmiştir. Ancak starter kültürü ile üretilen inek sütü kefirinin daha fazla köpük içermesi nedeniyle manda sütü kefirine göre daha aromatik olduğu görülmüştür. Bazı panelistler, daha yüksek EPS ve yağ seviyeleri nedeniyle manda sütü kefir örneklerinin yüksek parlaklık ve kremsilik gösterdiğini belirtmiştir. Kefir danesi ile üretilen inek sütü kefir örneklerinin genel kabul

edilebilirliği diğer kefir örneklerine göre daha düşük olduğunu ve kefir danesi ile üretilen kefir örneklerinin daha zayıf viskozite gösterdiğini bildirmiştir.



5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma kapsamında piyasadan ticari olarak satılan kefir içeceklerinden ev yapımı kefir üretilme potansiyeli araştırılmıştır. Çalışmayla gerçekleştirilen üretimin fermentasyon boyunca mikrobiyel, asitlik ve viskozite gelişim kinetikleri incelenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında ise üretilen kefirlerden 4 pasajlama yaparak kefir örnekleri elde edilmiş ve bu kefiirlere ait mikrobiyel, asitlik ve viskozite değerlendirilmesi gerçekleştirilmiştir. Son aşamada ise kefir örnekleri 28 gün boyunca depolanmış ve depolama boyunca mikrobiyel, asitlik, viskozite, renk, serum ve duyuşsal özellikler incelenmiştir. Bulunan sonuçlar doğrultusunda:

A) Kefir örneklerinin fermentasyon süreci:

1. Mikrobiyel gelişim kinetiği sonuçlarında A ve B marka kefir örneklerinin laktobasil sayım sonucunda doğrusal modele en çok B marka kefirin yakın olduğu tespit edilirken laktokok sayım sonuçlarında A ve B marka kefirlerin R^2 değerleri yüksek düzeyde doğrusal modele uygun bulunmuştur. İnkübasyon sonunda her iki marka kefirinde laktobasil sayısının arttığı saptanmıştır. Maya gelişimi A marka kefirde gözlemlenmezken B marka kefirde gelişmiştir ancak polinomiyal modele göre regresyon değeri ($R^2=0.7701$) düşük tespit edilmiştir. TMAB sayısının her iki marka kefir örneklerinin doğrusal modele uygun olduğu tespit edilmiş ve inkübasyon süresince arttığı bulunmuştur.
2. Üretilmiş olan her iki marka kefire ait pH değerleri başlangıçta 6.44 iken 25 saatlik inkübasyon sonunda 4.28'e düşmüştür. Saat başı yapılan bu ölçümler sonucunda pH değişiminin polinomiyal modele uygun oldukları görülmüştür.
3. A markasından üretilmiş olan kefir örneklerinin viskozite değeri B markasından üretilen kefir örneklerine kıyasla daha yüksek bulunmuştur. Her iki markadan üretilmiş olan kefir örneklerinin doğrusal modele uygunluğu yüksek düzeyde çıkmıştır.
4. Üretilen kefirlerin pH değerlerindeki azalmanın en fazla olduğu süre 5 saat olarak bulunmuştur. pH değerlerinin 4.5'e ulaşma süreleri A marka kefir için 11 saat iken B marka kefir için 13 saat olarak saptanmıştır. V_{max}

değerleri A ve B marka kefir için sırasıyla 9.08 ve 5.83 olarak tespit edilmiştir.

B) Kefir örneklerinin rejenerasyon çalışması sonucunda:

1. Rejenerasyon çalışması 4 gün boyunca yapılmıştır. Rejenerasyon sonunda her iki markadan üretilmiş olan kefir örneklerinde laktobasil sayısı önemli düzeyde değişim göstermemiştir. Laktokok sayım sonucunda A markasından üretilmiş olan kefir örneklerinde değişim gözlemlenmezken, B marka kefirde üretilmiş olan kefir örneklerinde azda olsa azaldığı ancak azalışın önemli çıkmadığı belirlenmiştir. Maya gelişimi A markasından üretilmiş olan kefir örneklerinde görülmezken, B markasından üretilmiş olan kefir örneklerinin sadece ilk iki rejenerasyonunda görülmüştür. Toplam mezofilik aerobik sayım sonuçlarında A ve B markasından üretilmiş olan kefir içeceklerinin rejenerasyon sonunda değişim gözlemlenmediği tespit edilmiştir.
2. Rejenerasyonun ilk gününden itibaren A ve B marka kefir örneklerinde pH değerlerinin düştüğü saptanmıştır. A marka kefir örneği rejenerasyon sonunda pH değeri 4.39 iken B marka kefir örneği 4.35 bulunmuştur.
3. Viskozite değeri A marka kefir de ilk 3 gün azalış gösterir iken 4. gün üretimde arttığı saptanmıştır. B marka kefirin ise rejenerasyonun ilk gününde itibaren viskozite değerlerinin arttığı tespit edilmiştir.

C) Kefir örneklerinin depolama çalışması sonucunda:

1. Mikrobiyoloji analizlerinde A ve B markasından üretilmiş olan kefir örneklerinde laktobasil sayım sonuçları depolama süresince meydana gelen azalma istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Laktokok sayım sonuçları A markasından üretilen kefirlerde depolamanın 21. gününden sonra B markasından üretilen kefirlerde ise depolamanın 28. gününden itibaren meydana gelen azalış istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). A markasından üretilen kefir örneklerinde maya gelişimi gözlemlenmezken, B markasından üretilen kefirlerde inişli çıkışlı bir değişim meydana gelmiş ancak bu değişim depolamanın son gününe göre istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ($p > 0.05$). Toplam mezofilik aerobik bakteri sayısındaki azalma her iki kefir markasından üretilen kefir

- örneklerinde depolamanın 28. gününde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).
2. Viskozite değerleri her iki markadan üretilmiş olan kefir örneklerinde depolamanın sonuna doğru artış tespit edilmiştir ($p<0.05$). L^* değeri A ve B marka kefir örneklerinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki kefir markasıyla üretilen kefirlerin a^* değerlerinde depolama boyunca istatistiksel bir fark gözlemlenmezken ($p>0.05$), b^* değeri bakımından ciddi fark tespit edilmiştir.
 3. A markası ile yapılan üretime ait pH değeri depolama boyunca azalırken ($p<0.05$), B markasına ait değerlerde bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Her iki kefir markasından üretilen kefir örneklerinde titrasyon asitliği ve kuru madde değerlerinde depolama boyunca meydana gelen değişim önemsiz bulunmuştur ($p>0.05$). A markasından üretilen kefir örneklerinde serum ayrılması istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır ($p>0.05$). B markasından üretilen kefir örneklerinde ise depolamanın özellikle 14. gününden sonra meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$).
 4. Duyusal analiz sonuçlarında ilk gün her iki markadan üretilmiş olan kefir örnekleri en düşük beğeni almıştır. A markasından üretilen kefir örneklerinde en yüksek genel beğeni puanı depolamanın 21. gününde belirlenmişken B markasından üretilen kefir örneklerinde ise depolamanın 7. gününde en yüksek puan elde edilmiştir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara göre piyasada satılan ticari kefirlerin kullanılarak üretim yapılmasının uygun bir yöntem olarak kullanılabileceği ortaya konulmuştur. Ancak bu ticari kefirlerin market raflarından farklı periyotlarda toplanabilmesi, ürün sıcaklığındaki dalgalanmalar son üründe kalite özellikleri açısından standart bir üretim yapılmasını zorlaştırmaktadır.

6. KAYNAKLAR

(Bu tez çalışmasında APA atıf sistemi kullanılmıştır.)

- Abdolmaleki, F., Mazaheri Assadi, M., Akbarirad, H. (2015). Assessment of beverages made from milk, soya milk and whey using Iranian kefir starter culture. *International Journal of Dairy Technology*, 68 (3), 441-447.
- Agarbati, A., Ciani, M., Canonico, L., Galli, E., & Comitini, F. (2022). Exploitation of yeasts with probiotic traits for kefir production: Effectiveness of the microbial consortium. *Fermentation*, 8(1), 9.
- Ahmed, Z., Wang, Y., Ahmad, A., Khan, S. T., Nisa, M., Ahmad, H., & Afreen, A. (2013). Kefir and health: A contemporary perspective. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(5), 422-434.
- Akbörü, T. (2019). Farklı Ticari Kùltürler ve Dane ile Üretilen Kefirlerin Özelliklerinin Karşılaştırılması, *Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İzmir, 74 s.
- Akın, Z., and Özcan, T. (2017). Functional properties of fermented milk produced with plant proteins. *LWT-Food Science and Technology*, 86, 25-30.
- Alves, E., Ntungwe, E. N., Gregório, J., Rodrigues, L. M., Pereira-Leite, C., Caleja, C., ... and Rijo, P. (2021). Characterization of kefir produced in household conditions: Physicochemical and nutritional profile, and storage stability. *Foods*, 10(5), 1057.
- Anselmo, R.J., Viora, S.S. and Lausada, L.I. (2001) Effect of kefir bactericide on *Salmonella* spp. *Informacion Tecnologicav*, 12: 91-95p.
- Arslan, S. (2015). A review: Chemical, microbiological and nutritional characteristics of kefir. *CyTA-Journal of Food*, 13(3), 340-345.
- Aroua, M., Ben Haj Koubaier, H., Bouacida, S., Ben Saïd, S., Mahouachi, M., and Salimei, E. (2023). Chemical, Physicochemical, Microbiological, Bioactive, and Sensory Characteristics of Cow and Donkey Milk Kefir during Storage. *Beverages*, 9(1), 2.
- Aşçı-Arslan, A. (2015) Üretim parametrelerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi ile üretilen kefirlerin antimikrobiyal peptid profilinin belirlenmesi. *AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Antalya, 242 s.
- Atalar, I. (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *LWT-Food Science and Technology*, 107, 256-263.
- Atalar, I., and Dervisoglu, M. (2015). Optimization of spray drying process parameters for kefir powder using response surface methodology. *LWT-Food Science and Technology*, 60(2), 751-757.
- Aydemir, O. (2020). Commercial yogurts as inoculum in yogurt making and their reusability properties. *Food and Health*, 6(4), 213-224.
- Azizi, N.F., Kumar, M.R.; Yeap, S.K., Abdullah, J.O., Khalid, M.; Omar, A.R.; Osman, M.A.; Mortadza, S.A.S.; and Alitheen, N.B. (2021) Kefir and Its Biological Activities. *Foods*, 10, 1210.
- Baars, T., van Esch, B., van Ooijen, L., Zhang, Z., Dekker, P., Boeren, S., ... and Kort, R. (2023). Raw milk kefir: microbiota, bioactive peptides, and immune modulation. *Food & Function*, 14(3), 1648-1661.

- Bengoa, A. A., Iraporda, C., Garrote, G. L., and Abraham, A. G. (2019). Kefir microorganisms: their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *Journal of Applied Microbiology*, 126(3), 686-700.
- Bensmira, M., and Jiang, B. (2012). Effect of some operating variables on the microstructure and physical properties of a novel Kefir formulation. *Journal of Food Engineering*, 108(4), 579-584.
- Bensmira, M., Nsabimana, C., and Jiang, B. (2010). Effects of fermentation conditions and homogenization pressure on the rheological properties of Kefir. *LWT-Food Science and Technology*, 43(8), 1180-1184.
- Biçer, Y., Telli, A. E., Sönmez, G., Turkal, G., Telli, N., and Uçar, G. (2021). Comparison of commercial and traditional kefir microbiota using metagenomic analysis. *International Journal of Dairy Technology*, 74(3), 528-534.
- Bigliardi, B., and Galati, F. (2013). Innovation trends in the food industry: The case of functional foods. *Trends in Food Science and Technology*, 31(2), 118-129.
- Buran, İ., Akal, C., Ozturkoglu-Budak, S., and Yetisemiyen, A. (2021). Rheological, sensorial and volatile profiles of synbiotic kefir produced from cow and goat milk containing varied probiotics in combination with fructooligosaccharide. *LWT-Food Science and Technology*, 148, 111591.
- Butnariu, M. Sarac, I. (2019) Fonksiyonel Gıda. *Uluslararası Beslenme Dergisi*, 3(3):7-16.
- Buttriss, J. L. and Stokes, C. S. (2008). Dietary fibre and health: an overview. *Nutrition Bulletin*, 33(3), 186-200.
- Czyżak-Runowska, G., Wójtowski, J. A., Łęska, B., Bielińska-Nowak, S., Pytlewski, J., Antkowiak, I., and Stanisławski, D. (2022). Lactose Content and Selected Quality Parameters of Sheep Milk Fermented Beverages during Storage. *Animals*, 12(22), 3105.
- Dertli E. and Çon A.H. (2017). Microbial diversity of traditional kefir grains and their role on kefir aroma. *LWT-Food Science and Technology*, 85 151-157.
- Devore J and Peck R (1993) Statistics: The Exploration and Analysis of Data, Duxbury Press, An imprint of Wadsworth Publishing Company, Belmont/California/USA.
- Dimitreli, G., and Antoniou, K. D. (2011). Effect of incubation temperature and caseinates on the rheological behaviour of Kefir. *Procedia Food Science*, 1, 583-588.
- Doyon, M., and Labrecque, J. (2008). Functional foods: A conceptual definition. *British Food Journal*, 110(11), 1133-1149
- Ebner, J., Arslan, A. A., Fedorova, M., Hoffmann, R., Küçükçetin, A. and Pischetsrieder, M. (2015). Peptide profiling of bovine kefir reveals 236 unique peptides released from caseins during its production by starter culture or kefir grains. *Journal of Proteomics*, 117, 41-57.
- Egea, M. B., Santos, D. C. D., Oliveira Filho, J. G. D., Ores, J. D. C., Takeuchi, K. P. and Lemes, A. C. (2022). A review of nondairy kefir products: their characteristics and potential human health benefits. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(6), 1536-1552.
- Elgarhy, M. R., Omar, M. M., Abou Ayana, I. A. A., Khalifa, S. A., 2018. Kefir Production from Cow's and Buffalo's Milk Under. *Zagazig Journal of Agricultural Research*, 45(1), 227–238.
- Erdogan, F. S., Ozarslan, S., Guzel-Seydim, Z. B., and Taş, T. K. (2019). The effect of kefir produced from natural kefir grains on the intestinal microbial populations and antioxidant capacities of Balb/c mice. *Food Research International*, 115, 408-413.

- Erdoğan, F.S. (2016). Doğal Kefir Danesinden Üretilen Kefirin in vivo Fekal Mikrobiyota ve Bazı Sağlık Üzerindeki Etkilerinin Belirlenmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 89 s.
- Farahmand, N., Ouoba, L. I., Naghizadeh Raeisi, S., Sutherland, J., and Ghoddusi, H. B. (2021). Probiotic lactobacilli in fermented dairy products: Selective detection, enumeration and identification scheme. *Microorganisms*, 9(8), 1600.
- Farnworth, E.R. (2005). Kefir-a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 2 (1), 1-17.
- Flis, Z. and Molik, E. (2021). Importance of bioactive substances in sheep's milk in human health. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 4364.
- Ganatsios, V., Nigam, P., Plessas, S. and Terpou, A. (2021). Kefir as a functional beverage gaining momentum towards its health promoting attributes. *Beverages*, 7(3), 48.
- Garofalo, C., Ferrocino, I., Reale, A., Sabbatini, R., Milanović, V., Alkić-Subašić, M. and Osimani, A. (2020). Study of kefir drinks produced by backslopping method using kefir grains from Bosnia and Herzegovina: Microbial dynamics and volatilome profile. *Food Research International*, 137, 109369.
- Garofalo, C., Osimani, A., Milanović, V., Aquilanti, L., De Filippis, F., Stellato, G., ... and Clementi, F. (2015). Bacteria and yeast microbiota in milk kefir grains from different Italian regions. *Food Microbiology*, 49, 123-133.
- Glibowski, P., and Zielińska, E. (2015). Physicochemical and sensory properties of kefircontaining inulin and oligofructose. *International Journal of Dairy Technology*, 68(4), 602-607.
- Gocer, E. M. C., and Koptagel, E. (2023). Production and evaluation of microbiological & rheological characteristics of kefir beverages made from nuts. *Food Bioscience*, 102367.
- Goncu, B., Celikel, A., Guler-Akin, M. B., and Serdar Akin, M. (2017). Some properties of kefir enriched with apple and lemon fiber. *Mljekarstvo: Časopis za Unaprijeđenje Proizvodnje i Prerade Mlijeka*, 67(3), 208-216.
- Görgün, B. U. (2022). Kestane Sütü ile Zenginleştirilmiş Kefir Üretimi. *Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, Bursa, 244 s.
- Grønnevik, H., Falstad, M., and Narvhus, J. A. (2011). Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. *International Dairy Journal*, 21(9), 601-606.
- Guangsen, T., Xiang, L., and Jiahu, G. (2021). Microbial diversity and volatile metabolites of kefir prepared by different milk types. *CyTA-Journal of Food*, 19(1), 399-407.
- Gul, O., Atalar, I., Mortas, M. and Dervisoglu, M. (2018). Rheological, textural, colour and sensorial properties of kefir produced with buffalo milk using kefir grains and starter culture: A comparison with cow's milk kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 71: 73-80.
- Gul, O., Mortas, M., Atalar, I., Dervisoglu, M. and Kahyaoglu, T. (2015). Manufacture and characterization of kefir made from cow and buffalo milk, using kefir grain and starter culture. *Journal of dairy science*, 98(3), 1517- 1525.
- Gut, A. M., Vasiljevic, T., Yeager, T. and Donkor, O. N. (2019). Characterization of yeasts isolated from traditional kefir grains for potential probiotic properties. *Journal of Functional Foods*, 58, 56-66.
- Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç. and Greene, A. K. (2021). A comparison of milk kefir and water kefir: Physical, chemical, microbiological, and functional properties. *Trends in Food Science & Technology*, 113, 42-53.

- Gündüz, G., (2017) Mikrobiyom, Kefir ve Yaşlanma, *Batı Karadeniz Tıp Dergisi*, 1(3),119-124.
- Güzel Seydim, Z., Köktaş, T. and Greene, A.K., (2009). Development and Manufacture of Yoghurt and Other Functional Dairy Products. (Editör: Yildiz, F), *CRC Press*, 143-163s,
- Güzel-Seydim, Z., Seydim, A., Greene, A. and Bodine, A. (2000). Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 35-43.
- Güzel-Seydim, Z.B., Kok-Tas, T., Greene, A.K. and Seydim, A.C. (2011) Review: Functional properties of Kefir. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(3):261-268.
- Hecer, C., Ulusoy, B. and Kaynarca, D. (2019). Effect of different fermentation conditions on composition of kefir microbiota. *International Food Research Journal*, 26(2).
- Hikmetoglu, M., Söğüt, E., Söğüt, O., Gökirmakli, C. and Güzel-Seydim, Z. B. (2020). Changes in carbohydrate profile in kefir fermentation. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*, 23, 100220.
- Holzapfel, W. H., Göktepe, I., Juneja, V. K. and Ahmedna, M. (2006). Introduction to prebiotics and probiotics. *Probiotics in food safety and human health*, 35(2), 109-116.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P. and Ibanez, F. C. (2005). Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food chemistry*, 90(4), 613-620.
- İnce-Coşkun, A. E. and Özdestan-Ocak, Ö. (2022). Effect of whey protein isolate microparticle addition on some physical and chemical properties of kefir. *Chemical Papers*, 76(5), 3109-3118.
- Kaczyński, Ł. K., Cais-Sokolińska, D. and Rudzińska, M. (2018). Cholesterol oxidation products in kefir from goats milk during storage. *International Dairy Journal*, 85, 35-40.
- Karatepe, P. ve Yalçın, H. (2014) Kefirli Sağlık. *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 4(2):23-30
- Kaur, S. and Das., M. (2011). Functional foods: an overview. *Food Sci. Biotechnol.*;20(4):861-875.
- Keskin, B. and Güneş, E. (2021). Social and cultural aspects of traditional drinks: A review on traditional Turkish drinks. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100382.
- Khaze Hagh, S. (2018). Farklı sütlerden (inek, manda, keçi, deve) yapılan kefirlerin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi, *İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 181 s.
- Kim, D. H., Jeong, D., Song, K. Y. and Seo, K. H. (2018). Comparison of traditional and backslipping methods for kefir fermentation based on physicochemical and microbiological characteristics. *Lwt-Food Science and Technology*, 97, 503-507.
- Kök-Taş, T., Seydim, A. C., Özer, B. and Guzel-Seydim, Z. B. (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of dairy science*, 96(2), 780-789.
- Krisnaningsih, A. T., Radiati, L. E., Evanuarini, H. and Rosyidi, D. (2019). The effect of incubation time to the physicochemical and microbial properties of yoghurt with local taro (*colocasia esculenta* (L.) Schott) starch as stabilizer. *Current Research in Nutrition and Food Science*, 7(2), 547.
- Kryuchkova, V. V., Gorlov, I. F., Belik, S. N. and Kamlatsky, A. S. (2020). Vegetable ingredients in functional fermented milk products. In *IOP Conference Series:Earth and Environmental Science* (Vol. 548, No. 8, p. 082092). IOP Publishing.

- Kuloğlu, Ş. B. (2019). Geleneksel yoğurtlardan laktik asit bakterilerinin izolasyonu, MALDI TOF MS biotyper sistemi ile maliyeti ve bazı starter kültür değerlendirmesini belirleme. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi* Bolu, 82 s.
- Kurt A, Çakmakçı S ve Çağlar A (1993) Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 18, Erzurum.
- Leite, A. M. O., Leite, D. C. A., Del Aguila, E. M., Alvares, T. S., Peixoto, R. S., Miguel, M. A. L., ... and Paschoalin, V. M. F. (2013). Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. *Journal of dairy science*, 96(7), 4149-4159.
- Marques, V. D., Franzolin, M. R., Sanabani, S. S., Vigerelli, H., Piazza, R. M. F., Pimenta, D. C., ... and de Oliveira Domingos, M. (2020). A new class of antimicrobial molecules derived from kefir, effective against *Pseudomonas aeruginosa* and methicillin resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) strains. *Scientific Reports*, 10(1), 17434.
- Milci, S. ve Yaygın, H. (2005). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler ve süt ürünlerindeki fonksiyonları. *Gıda*, 30(2).
- Nale, Z. (2013). Prebiyotik Eklenmiş Kefirin Püskürterek Kurutulması ve Ürünün Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi *Akdeniz Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, Antalya, 117 s.
- Nale, Z., Tontul, I., Aşçı Arslan, A., Sahin Nadeem, H. and Kucukcetin, A. (2018). Microbial viability, physicochemical and sensory properties of kefir microcapsules prepared using maltodextrin/Arabicgum mixes. *International Journal of Dairy Technology*, 71, 61-72.
- Nejati, F., Junne, S. and Neubauer, P. (2020). A big world in small grain: a review of natural milk kefir starters. *Microorganisms*, 8(2), 192.
- Nurliyani, S. and A. H., Sunarti, (2015). Kefir properties prepared with goat milk and black rice (*Oryza sativa* L.) extract and its influence on the improvement of pancreatic β -cells in diabetic rats. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 727-735.
- Oh, N. S., Lee, H. A., Myung, J. H., Lee, J. Y., Joung, J. Y., Shin, Y. K. and Baick, S. C. (2013). Effect of different commercial oligosaccharides on the fermentation properties in kefir during fermentation. *Food Science of Animal Resources*, 33(3), 325-330.
- Otles, S. and Cagindi, O. (2003): Kefir: A Probiotic Dairy Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects. *Pakistan Journal of Nutrition* 2, 54-59.
- Öner, Z., Karahan, A. G. and Çakmakçı, M. L. (2010). Effects of different milk types and starter cultures on kefir. *Gıda*, 35(3), 177-182.
- Peluzio, M. D. C. G., Dias, M. D. M. E., Martinez, J. A. and Milagro, F. I. (2021). Kefir and intestinal microbiota modulation: implications in human health. *Frontiers in nutrition*, 8, 638740.
- Pinto, L. C., de Oliveira, T. P., de Souza, R., Santos, N. B. F., Santos, L. F. P., de Assis Santos, A., ... and Lopes, M. V. (2021). Probiotic kefir-fermented beverage-based *Colocasia esculenta* L.: Development, characterization, and microbiological stability during chilled storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(2), e15113.
- Plessas, S., Nouska, C., Mantzourani, I., Kourkoutas, Y., Alexopoulos, A. and Bezirtzoglou, E. (2016). Microbiological exploration of different types of kefir grains. *Fermentation*, 3(1), 1.
- Polidori, P., Cammertoni, N., Santini, G., Klimanova, Y., Zhang, J. J. and Vincenzetti, S. (2021). Nutritional properties of camelids and equids fresh and fermented Milk. *Dairy*, 2(2), 288-302.
- Prado, M. R., Blandón, L. M., Vandenberghe, L. P., Rodrigues, C., Castro, G. R., Thomaz-Soccol, V. and Soccol, C. R. (2015). Milk kefir: composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in microbiology*, 6, 1177.

- Purutoğlu, K., İspirli, H., Yüzer, M. O., Serencam, H. and Dertli, E. (2020). Diversity and functional characteristics of lactic acid bacteria from traditional kefir grains. *International Journal of Dairy Technology*, 73(1), 57-66.
- Putri, Y. D., Setiani, N. A., & Warya, S. (2020). The effect of temperature, Incubation and storage time on lactic acid content, pH and viscosity of goat milk kefir. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 2(1), 101-104.
- Rincón-León, F. 2003. "Functional Foods". In *Encyclopaedia of Food Science and "Nutrition"*, 2nd ed., Edited by: Benjamin Caballero. 2827–2832.
- Rosa, D. D., Dias, M. M., Grześkowiak, Ł. M., Reis, S. A., Conceição, L. L. and Maria do Carmo, G. P. (2017). Milk kefir: nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition research reviews*, 30(1), 82-96.
- Sadiye, A. (2020). Impact of Storage Time on the Content of Kefir. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 4(2), 82-90.
- Sarıca, E. (2019). Farklı Sütlerden Yapılan Kefirlerin Buzdolabı Sıcaklığında ve Dondurarak Depolanması Esnasında Meydana Gelen Değişmeler. *Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi Bolu, 166 s.
- Satir, G. and Guzel-Seydim, Z. B. (2016). How kefir fermentation can affect product composition? *Small Ruminant Research*, 134, 1-7.
- Savaiano, D. A. and Hutkins, R. W. (2021). Yogurt, cultured fermented milk, and health: A systematic review. *Nutrition reviews*, 79(5), 599-614.
- Schoevers, A. and Britz, T. J. (2003). Influence of different culturing conditions on kefir grain increase. *International Journal of Dairy Technology*, 56(3), 183-187.
- Settanni, L., Cruciata, M., Guarcello, R., Francesca, N., Moschetti, G., La Carrubba, V. and Gaglio, R. (2020). Valorisation of dairy wastes through kefir grain production. *Waste and Biomass Valorization*, 11(8), 3979-3985.
- Setyawardani, T., Sumarmono, J. and Widayaka, K. (2020). Physical and microstructural characteristics of kefir made of milk and colostrum. *Buletin Peternakan*, 44(1), 43-49.
- Setyawardani, T. and Sumarmono, J. (2015). Chemical and microbiological characteristics of goat milk kefir during storage under different temperatures. *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture*, 40(3), 183-188.
- Sharma, R., Mokhtari, S., Jafari, S. M., & Sharma, S. (2022). Barley-based probiotic food mixture: Health effects and future prospects. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(29), 7961-7975.
- Sharifi, M., Moridnia, A., Mortazavi, D., Salehi, M., Bagheri, M. and Sheikhi, A. (2017). Kefir: a powerful probiotic with anticancer properties. *Medical Oncology*, 34, 1-7.
- Shen, Y., Kim, D.H., Chon, J.W., Kim, H., Song, K.Y. and Seo, K.H. (2018). Nutritional effects and antimicrobial activity of kefir (Grains). *Journal of Dairy Science and Biotechnology*, 36(1), 1-13.
- Silva, J. C. D. M., Santana, R. V., Almeida, A. B. D., Takeuchi, K. P. and Egea, M. B. (2021). Changes in the Chemical, Technological, and Microbiological Properties of Kefir-Fermented Soymilk after Supplementation with Inulin and *Acrocomia aculeata* Pulp. *Applied Sciences*, 11(12), 5575.
- Sodini, I., Montella, J., and Tong, P.S. (2005). "Physical Properties of Yogurt Fortified with Various Commercial Whey Protein Concentrates", *J. Sci. Food Agric.*, 85: 853- 859.
- T.C. Resmî Gazete, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2020/44), 19.02.2020, Sayı 31044.

- Tenorio-Salgado, S., Castelán-Sánchez, H. G., Dávila-Ramos, S., Huerta-Saquero, A. and Rodríguez-Morales, S. (2021). Roa de la Fuente, LF; Solis- Pereira, SE; Pérez-Rueda, E. Lizama-Uc, G. Metagenomic Analysis and Antimicrobial Activity of Two Fermented Milk Kefir Samples. *Microbiol. Open*, 10, e1183.
- Terzi, G. (2007). Kefirin bileşimi ve beslenme açısından önemi. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 78(1): 23-30.
- Tomar, O. (2015). Farklı yağ oranlarına sahip inek ve manda sütleri kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefir örneklerinin depolama süresince bazı kalite karakteristiklerinin belirlenmesi *AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, Afyon., 156 s.
- Tomar, O., Çağlar A. ve Akarca G. (2017) Kefir ve Sağlık Açısından Önemi, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi* 17 027202 (834-853).
- Tontul, I., Ergin, F., Eroğlu, E., Küçükçetin, A. and Topuz, A. (2021). The impact of refractance window drying conditions on the physical and microbiological properties of kefir powder. *Food Bioscience*, 43, 101317.
- Tratnik, L., BOŽANIĆ, R., Herceg, Z. and Drgalić, I. D. A. (2006). The quality of plain and supplemented kefir from goat's and cow's milk. *International Journal of Dairy Technology*, 59(1), 40-46.
- Triwibowo, B., Wicaksono, R., Antika, Y., Ermi, S., Jarmiati, A., Setiadi, A. A. and Syahriar, R. (2020). The effect of kefir grain concentration and fermentation duration on characteristics of cow milk-based kefir. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 1444, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Ürkek, B., Erkaya, T. ve Şengül, M. (2012). Kefir: Bileşimi, üretimi, probiyotik ve terapötik özellikleri, *Akademik Gıda* 9(5) (2011) 60-66.
- Wang, H., Wang, C. and Guo, M. (2021). Impact of polymerized whey protein/pectin thickening (PP) system on physical properties and volatile compounds of goat milk kefir mild and kefir. *Journal of Food Science*, 86(3), 1014-1021.
- Wang, S. Y., Chen, K. N., Lo, Y. M., Chiang, M. L., Chen, H. C., Liu, J. R., et al. (2012). Investigation of microorganisms involved in biosynthesis of the kefir grain. *Food Microbiol.* 32, 274–285.
- Witthuhn, R.C., Schoeman, T., Cilliers, A. and Britz, T.J. (2005) “Impact of Preservation and Different Packaging Condition on the Microbial Community and Activity of Kefir Grains”, *Food Microbiology*, 22: 337-344.
- Yalçın, N.F. ve Işık, M.K. (2017). Kefir; ürün özellikleri ve insan sağlığına etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1), 439-452.
- Yatık, E. (2021) Kefir Fermantasyonu Sırasında Mikrobiyel ve Kimyasal Değişimin İzlenmesi *Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, Isparta, 108 s.
- Yilmaz, B., Sharma, H., Melekoglu, E. and Ozogul, F. (2022). Recent developments in dairy kefir-derived lactic acid bacteria and their health benefits. *Food Bioscience*, 46, 101592.
- Yousefvand, A., Huang, X., Zarei, M. and Saris, P. E. J. (2022). Lactaseibacillus rhamnosus GG Survival and Quality Parameters in Kefir Produced from Kefir Grains and Natural Kefir Starter Culture. *Foods*, 11(4), 523.
- Yüksekdağ, Z. N. ve Beyatlı, Y. (2003). Kefir mikroflorası ile laktik asit bakterilerinin metabolik, antimikrobiyal ve genetik özellikleri. *Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi*, 1(2), 49-69.

Zhao, W., Liu, Y., Latta, M., Ma, W., Wu, Z. and Chen, P. (2019). Probiotics database: A potential source of fermented foods. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 198-217.

