

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



**TİCARİ KEFİR ÖRNEKLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, REOLOJİK VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Rabia GÜNGEN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TUNCELİ – 2024

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TİCARİ KEFİR ÖRNEKLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, REOLOJİK VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Rabia GÜNGEN
(190090003)

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TUNCELİ – 2024

T.C.
MUNZUR ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**TİCARİ KEFİR ÖRNEKLERİNİN BAZI FİZİKOKİMYASAL, REOLOJİK VE
DUYUSAL ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Rabia GÜNGEN
YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOTEKNOLOJİ ANABİLİM DALI**

Bu tez 24/01/2024 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından **oybirliği** ile kabul edilmiştir.

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Leyla EREN
KARAHAN
(Adıyaman Üniversitesi)

BAŞKAN

İmza

Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK
(Munzur Üniversitesi)

DANIŞMAN

İmza

Doç. Dr. Mutlu ÇEVİK
(Munzur Üniversitesi)

ÜYE

Bu tez, Enstitümüz Biyoteknoloji Anabilim Dalı'nda hazırlanmıştır.

Doç. Dr. Murat KORUNUR
Enstitü Müdürü
İmza ve Mühür

NOT: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı “Fikir ve Sanat Eserleri Kanunu” ndaki hükümlere tabidir.

24/01/2024

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

İmza
Rabia GÜNGEN

Danışman
Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans öğrenimim süresince bilgi ve deneyimlerini hiçbir zaman benden esirgemeyen, her türlü yardım ve özveriye gösteren danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Ferit AK'a, laboratuvar sürecinde destek olan Dr. Öğr. Üyesi Hatice Pınar YÜKSEL ve Dr. Öğr. Üyesi Emrah KARAKAVUK hocalarıma, çalışmam boyunca beni her zaman maddi manevi destekleyen eşime, ablama, oğluma ve değerli aileme teşekkür ederim.

Rabia GÜNGEN
Tunceli-2024



İÇİNDEKİLER

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	I
TEŞEKKÜR	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
TABLOLAR LİSTESİ	VI
RESİMLER LİSTESİ	VII
SEMBOLLER LİSTESİ	VIII
KISALTMALAR LİSTESİ	IX
ÖZET	X
ABSTRACT	XI
1.GİRİŞ.....	1
1.1. Kefirin Tarihçesi.....	3
1.2. Kefir Tanesi	3
1.3. Kefirin Mikrobiyal Florası	3
1.4. Kefirin Reolojik Özellikleri	8
1.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri.....	9
1.6. Kefir Üretimi	13
1.6.1. Geleneksel Kefir Üretimi	13
1.6.2. Endüstriyel Kefir Üretimi.....	14
1.7. Tüketiciler Açısından Kefirin Önemi	14
1.8. Kefirin Sağlık Üzerine Etkisi	15
1.8.1. Kefir ve laktoz intoleransı	15
1.8.2. Kefirin antimikrobiyal etkisi	16
1.8.3. Kefirin kan glikoz seviyesine etkisi.....	17
1.8.4. Kefirin antihipertansif etkisi	17
1.8.5. Kefirin antioksidan etkisi	18
1.8.6. Kefirin antikanserojen etkisi	18
2. MATERYAL VE METOT	20
2.1. Materyal.....	20
2.2. Metot.....	20
2.2.1. Kurumadde miktarı	20
2.2.2. Titrasyon asitliği tayini.....	20
2.2.3. pH tayini	21
2.2.4. Yağ tayini	21
2.2.5. Su tutma kapasitesi tayini	21
2.2.6. CIELab renk değeri	22
2.2.7. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı	22
2.2.8. Laktobasillus sayımı	22
2.2.9. Maya-küf sayımı.....	23
2.3. 5-HMF İçeriğinin Belirlenmesi	23
2.4. Reolojik Özelliklerdeki Değişimin Belirlenmesi	24
2.5. Duyusal Değerlendirme.....	24
2.6. İstatistiksel Analizler	25
3. BULGULAR VE TARTIŞMA	26
3.1. Kurumadde Değerleri	26
3.2. Titrasyon Asitliği Değerleri	26
3.3. pH Değerleri	27

3.4. Yağ Tayini Değerleri.....	28
3.5. Su Tutma Kapasitesi Değerleri.....	29
3.6. CIELab Renk Değerleri	30
3.7. 5-HMF Değerleri	31
3.8. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı.....	32
3.9. Laktobasillus Sayımı	33
3.10. Toplam Maya-Küf Sayımı.....	34
3.11. Reolojik Değerlendirme Sonuçları	35
3.12. Duyusal Değerlendirme Sonuçları	38
4. SONUÇ VE ÖNERİLER	40
5. KAYNAKLAR.....	42
ÖZGEÇMİŞ	
EKLER	



ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. 5-HMF standart kalibrasyon eğrisi	24
Şekil 3.1. Kefir örneklerine ait % kurumadde değerleri.....	26
Şekil 3.2. Kefir örneklerine ait % titrasyon asitlik değerleri	27
Şekil 3.3. Kefir örneklerine ait pH değerleri	28
Şekil 3.4. Kefir örneklerine ait % yağ miktarı	29
Şekil 3.5. Kefir örneklerine ait su tutma kapasitesi değerleri	30
Şekil 3.6. Kefir örneklerine ait 5-HMF değerleri.....	32
Şekil 3.7. Kefir örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı	33
Şekil 3.8. Kefir örneklerine ait laktobasillus sayısı	34
Şekil 3.9. Kefir örneklerine ait maya-küf sayısı.....	35
Şekil 3.10. Kefir örneklerinin farklı işlem sıcaklıklarına ait kayma hızına karşı kayma gerilim grafiği	36
Şekil 3.11. Kefir örneklerine ait duyuusal değerlendirme grafiği.....	39

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1. Kefir tanesinden izole edilen bazı bakteriler..	7
Tablo 1.2. Kefirin bazı kimyasal bileşenleri ve enerji değeri	10
Tablo 1.3. Kefirin aromatik özelliklerine göre içerikleri.....	11
Tablo 1.4. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde kefirin taşınması gereken bazı kriterler.....	12
Tablo 3.1. Kefir örneklerine ait CIELab renk ve standart sapma değerleri.....	30
Tablo 3.2. Farklı sıcaklıklarda reolojik olarak incelenen kefir örneklerinin bazı reolojik modellere uygunluğuna ait istatistiksel verileri.....	37
Tablo 3.3. Farklı sıcaklıklarda elde edilen Hershel-Bulkley modeline ait reolojik katsayı değerleri	38
Tablo 3.4. Kefir örneklerine ait duyuusal değerlendirme sonuçları	38

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1.1. Kefir tanesinin görünümü..	4
Resim 1.2. Tibet kefir tanesinin taramalı elektron görünümü ..	8



SEMBOLLER LİSTESİ

a*	: Kırmızılık, yeşillik (CIELab renk uzayı)
b*	: Sarılık, mavilik (CIELab renk uzayı)
%	: Yüzde
°C	: Derece santigrat
μ	: Viskozite (Pa.s)
μg	: Mikrogram
CCl₄	: Karbon tetraklörür
CO₂	: Karbondioksit
g	: Gram
k	: Kıvam katsayısı (Pa.s ⁿ)
Kg	: Kilogram
L*	: Parlaklık (CIELab renk uzayı)
mEq	: Miliekivalent
mg/kg	: Miligram/kilogram
mm	: Milimetre
n	: Akış davranış indeksi
N	: Normalite
Na	: Sodyum
NaOH	: Sodyum hidroksit
nm	: Nanometre
Pa	: Pascal
Pb	: Kurşun
R²	: Regresyon katsayısı
s	: Saniye
γ̇	: Kayma hızı
τ	: Kayma gerilimi (Pa)
τ₀	: Başlangıç kayma gerilimi,
χ²	: ki-kare

KISALTMALAR LİSTESİ

AAB	: Asetik Asit Bakteri
ACE	: Anjiyotensin Dönüştürücü Enzim
CIE	: Commission Internationale de l'Eclairage, Uluslararası Aydınlatma Komisyonu
CIELab	: Uluslararası Aydınlatma Komisyonu Renk Uzayı
DNA	: Deoksiriboz Nükleik Asit
DPPH	: 1,1-Difenil-2-Pikrilhidrazil
DRBC	: Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol
EPS	: Ekzopolisakkarit
HKOK	: Hata Kareleri Ortalaması Karekökü
HMF	: Hidroksimetilfurfural
HPLC	: Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi
IFT	: Gıda Teknolojisi Enstitüsü
ISO	: Uluslararası Standardizasyon Örgütü
kob/g	: Koloni Oluşturan Birim/Gram
kob/ml	: Koloni Oluşturan Birim/Mililitre
LAB	: Laktik Asit Bakteri
log	: 10 Tabanında Logaritma
M	: Kütle (ağırlık)
MRS	: De Man, Rogosa Ve Sharpe
PCA	: Plate Count Agar
PDA	: Potato Dextrose Agar
rpm	: Dakikada Devir / Revolutions Per Minute
TGK	: Türk Gıda Kodeksi
TS	: Türk Standartları
V	: Hacim
w/v	: Weight/Volume (ağırlık/hacim)
w/w	: Ağırlık/Ağırlık
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü

ÖZET

Bu çalışmada ülkemizde ulusal düzeyde satılan sade kefir örnekleri fiziksel kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin yanısıra örneklerin reolojik özellikleri ve 5-hidroksimetilfurfural (5-HMF) içeriği belirlenmeye çalışılmıştır. Bu bağlamda kefir örneklerine ait su tutma kapasiteleri, toplam kurumadde, pH, titrasyon asitliği, yağ asidi ve renk içeriklerinin yanısıra mikrobiyolojik olarak toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı, laktobasillus sayımı ve toplam maya küf sayımının yanısıra örneklere ait reolojik ölçümlerden elde edilen kayma hızına karşı kayma gerilimi ait deneysel değerleri tespit edilmiştir. Bu deneysel veriler kullanılarak kefir örneklerinin bilinen bazı reolojik modelleere uygunluğu tespit edilmiştir. Ayrıca kefir örneklerin tüketici üzerindeki beğenisini incelemek adına 35 panelistle duyusal değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Kefir örneklerine ait % kurumadde miktarı 8.93 ile 11.11 arasında olduğu tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin su tutma kapasiteleri incelendiğinde en yüksek değer %39.44 olduğu tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin 5-HMF değerleri incelendiğinde en yüksek değer 6.673 mg/L olduğu analiz edilmiştir. Mikrobiyolojik olarak 7.90-8.81 log kob/mL Toplam mezofilik aerobik bakteri, 7.52-8.40 log kob/mL laktobasil ve 3.41-5.59 log kob/mL aralığında ise toplam maya- küf sayılmıştır. Örneklerin L^* , a^* ve b^* ortalama değerleri sırasıyla 85.94, -3.62 ve 5.62 olarak belirlenmiştir. Kefir örnekleri Bingham, Üssel ve Herschel-Bulkley gibi reolojik modellere uygunluğu incelendiğinde istatistiksel değerlendirme kriterlerinde en yüksek R^2 ile en düşük hata karaları bakımından en uygun modelin Herschel-Bulkley olduğu tespit edilmiştir. Farklı sıcaklıklarda örneklerin hepsinin Newton olmayan psödoplastik akış davranışı gösterdiği belirlenmiştir. Duyusal değerlendirme incelendiğinde ise tat ve koku açısından beğenin düşük değerlerde kaldığı görülmüştür.

İncelenen kefirlerin yağ içeriği ve titrasyon asitliği bakımından fermente süt tebliğine uygun olduğu ayrıca nihai üründe mikrobiyolojik kriter olarak belirlenen toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı, laktobasil sayısı ve maya-küf sayısı açısından da uygun olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Fermente süt, kalite, mikrobiyolojik özellikler, reolojik model

ABSTRACT

Determination of some physicochemical, rheological and sensory properties of commercial kefir samples

In this study, the physical, chemical, and microbiological properties, as well as the rheological properties and 5-hydroxymethyl furfural (5-HMF) content of kefir samples sold nationally in Turkey, were determined. In this context, water holding capacity, total dry matter, pH, titratable acidity, fatty acid and color contents of kefir samples, microbiological lactobacilli count, total mesophilic aerobic bacteria count and total yeast mold count, as well as shear rate versus shear stress values obtained from rheological measurements of the samples, of the samples were determined. Using these experimental data, the conformity of kefir samples with some known rheological models was determined. In addition, a sensory evaluation was carried out with 35 panelists to examine the consumer appreciation of kefir samples. The dry matter content of kefir samples was found to be between 8.93 and 11.11. When the water-holding capacity of kefir samples was analyzed, the highest value was found to be 39.44%. When the 5-HMF values of kefir samples were analyzed, the highest value was 6.673 mg/L. Microbiologically, 7.90-8.81 log cfu/mL total mesophilic aerobic bacteria, 7.52-8.40 log cfu/mL of lactobacilli and 3.41-5.59 log cfu/mL of total yeast and mold were counted. The mean values of L^* , a^* and b^* of the samples were 85.94, -3.62 and 5.62, respectively. When the kefir samples were examined for their suitability to rheological models such as Bingham, Exponential and Herschel-Bulkley, it was determined that Herschel-Bulkley was the most suitable model in terms of the highest R^2 and the lowest error squares in statistical evaluation criteria. It was determined that all of the samples showed non-Newtonian pseudoplastic flow behavior at different temperatures. When the sensory evaluation was examined, it was seen that the taste and odor were at low values.

It was observed that the kefirs examined were in compliance with the fermented milk communicate in terms of fat content and titration acidity, as well as in terms of the number of total mesophilic aerobic bacteria, lactobacilli and yeast mold number determined as microbiological criteria in the final product.

Keywords: Fermented milk, quality, microbiological properties, rheological model

1. GİRİŞ

Sağlık; Dünya Sağlık Örgütüne (WHO) göre, yalnızca hastalık veya sakatlığın olmamasının yanısıra fiziksel, ruhsal ve sosyal açıdan tam bir iyilik hali olarak tanımlanmaktadır (WHO, 1948). Bu iyilik halinin sağlanabilmesi için en önemli parametrelerden biri yeterli ve dengeli beslenmedir. İnsanların fiziksel ve zihinsel olarak gelişebilmesi için tüm besin öğelerince yeterli ve dengeli beslenmesi önemlidir. Sütün bileşiminde bulunan yağ, protein, karbonhidrat, iz elementler ve vitaminler, yeterli beslenme için kıymetli bir gıdadır (Metin, 2005). Sadece besin bileşimleri açısından önemli bir ürün olamayan süt, aynı zamanda antimikrobiyal, immün sistem üzerinde pozitif etkileri, kanser oluşumunu azaltıcı, kan basıncını düşürücü gibi pek çok fonksiyonel etkilerinden dolayı önem arz etmektedir (Çebi ve ark., 2018; Meng ve ark., 2017). Süt uzun zamandan beri fermente olarak tüketilen hayvansal kaynaklı bir üründür. Eski zamanlardan bugüne gıda olarak üretilmesiyle ve tüketilmesiyle birlikte konuyla ilgili yazılı kaynakların varlığı yakın süreyi işaret etmektedir. Arkeolojik bulgular fermentasyon işleminin binlerce yıl önce raslantı eseri bulunduğunu mikrobiyal ve enzimatik olarak asitliğin gelişmesi neticesinde ürünün bozunmadan uzun süre dayanabilmesi ve besin içeriğinin değerli olması sebebiyle önem arz etmiştir. Ayrıca fermentasyon, süt organoleptik ve fiziksel özelliklerini, sindirilebilirliğini ve biyoyararlılıklarını da iyileştirmesi sebebiyle günümüzde dünyanın birçok yerinde gıda ürünü üretiminde tercih edilmesinin yolunu açmıştır (Farnworth, 2006; Allen ve ark., 2019).

Son yıllarda gıda ürünleri değerlendirilirken vücuda alındıktan sonra doku ve organlarda meydana getirdiği fonksiyonel yararlarına da dikkat çekilmiştir. Bu fonksiyonel yararlarından dolayı fonksiyonel gıda tanımı ortaya atılmıştır. Fonksiyonel gıda 1984 yılında Japonya'da beslenme, duyu tatmin, güçlendirme ve fizyolojik sistemlerin modülasyonu arasındaki ilişkiler üzerine yapılan bir araştırma sonucunda, avantajlı fizyolojik etkilere sahip özel bileşenlerle zenginleştirilmiş gıda ürünlerini tanımlamak için kullanılmıştır. (Hardy, 2000; Kwak ve Jukes, 2001). Fonksiyonel gıdaların amaçları çok çeşitlidir: vücudun genel durumunu iyileştirmektedir. Örneğin pre ve probiyotikler, bazı hastalıkların riskini azaltmakta (örneğin kolesterol düşürücü ürünler) ve bazı hastalıkların tedavisinde kullanılabilmektedir.

Fonksiyonel gıdalara verilebilecek en bariz örnekler; yoğurt, kefir, ayran vb. ki bunlar aynı zamanda fermente süt ürünlerini temsil etmekte ve yaygın şekilde

tüketilmektedir. Aynı zamanda bu ürünler probiyotik ürünler olarakta adlandırılmaktadır. Probiyotikler; konakçının sağlığı üzerinde faydalı bir etkiye sahip mikrobiyal hücre preparatları veya mikrobiyal hücrelerin bileşenleridir (Lopitz ve ark., 2006). Daha detaylı bir tanımı ise, konakçı bağırsağına yerleşip burada mikrobiyal dengeyi koruyarak zararlı mikroorganizmaların etkilerini bertaraf eden canlı mikroorganizmalardır. Probiyotikler, bağışıklık sistemi başta olmak üzere; patojen mikroorganizmaların gelişimini engellemekte, kandaki kolesterol düzeyini düşürmekte, bağırdak sistemini düzenlemekte laktoz intolerans etkisini azaltmaktadır (Farnworth, 2006; Toscano ve ark., 2017). Probiyotik içeriğe sahip bu ürünlerden biri olan kefir, her ne kadar yoğurt ve peynire oranla tüketimi düşük olsa da sağlık açısından düşünüldüğünde önemli bir gıda ürünü olduğu söylenebilir. Kefir, birçok ülkede en popüler fermente süt ürünü olmasına rağmen temeli Rusya'nın Kafkas bölgesinde, Viskoz, ferahlatıcı, alkol oranı düşük ve karbondioksit içeren geleneksel fermente süt ürünüdür (Farnworth, 2005; Prado ve ark., 2015; Singh ve Shah, 2017; Barreto ve ark., 2019; Mendes ve ark., 2021). Kefirin fermente ürün olması, yoğurt ve kımız gibi süt ürünlerinin besleyici ve biyoaktiviteleri nedeniyle bu ürüne olan ilgiyi arttırmaktadır (Yıldız-Akgül ve ark., 2018).

Kefir “güzel hissettiren” olarak ifade edilen Türkçe “keyif” kelimesinden türemiştir (Yıldız-Akgül ve ark., 2018). Kefir “kefer”, “kippi”, “kanphon”, “kiaphur” gibi bazı farklı isimlendirmeleri de mevcuttur (Sarkar, 2007; Ürkek ve ark., 2011; Sulmiyati ve ark., 2019). Kefir başta Rusya olmak üzere İsveç, Norveç, Almanya, Finlandiya, Yunanistan, Avusturya, Brezilya, israil, Arjantin, Tayvan, Portekiz, Fransa ve Türkiye gibi birçok ülkede tüketilmekle birlikte, Amerika ve Japonya’da da her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Garrote ve ark., 2001; Santos ve ark, 2003; Fiordia ve ark., 2017; Sadiye, 2020).

Kefir içeriğinde yer alan birçok farklı starter kültür ile diğer fermente süt ürünlerinden ayrılmaktadır (Yıldız-Akgül ve ark., 2018). Kefir, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği’nde “Fermentasyonda, kefir tanesine özgü karakteristik mikroorganizmalar olan *Lactobacillus kefiri*, *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 tanelerinin veya starter kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürünü” olarak ifade edilmiştir (Türk Gıda Kodeksi (TGK), 2022).

Kefir Kafkaslarda hafif asidik bir fermente süt ürünü olması ve insan tarafından biyoaktiviteleri sebebiyle çok fazla talep görmektedir. Kefirin birçok biyoaktivitesinden dolayı farklı süt türleri ile meyve ilave edilerek ticari çok sayıda ürün geliştirilmiştir (zcan ve ark., 2018; Say ve ark., 2019). Kullanılan sütün çeşidinden (inek, koyun vb), kullanılan tane-süt oranından, bünyesindeki bakteri ve maya ile mayalanma süresine kadar birçok faktör kefirin kalitesiyle ilişkilidir (Güzel-Seydim ve ark., 2005; Sulmiyati ve ark., 2019). Ayrıca, retimde kullanılan tane veya kültür ilavesi son ürünün kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerini farklılaştırmaktadır (Dertli ve on, 2017; Delgado-Fernndez ve ark., 2019; Tomar ve ark., 2017). Ticari kefir üretimde kullanılan kültürde maya miktarı azaltılmak istenmesine rağmen tanenin kullanıldığı geleneksel üretime daha kıvamlı bir ürün meydana gelmektedir (Tomar ve ark., 2019).

1.1. Kefirin Tarihçesi

Fonksiyonel bir besin olarak kefir, uzun zamandan beri Kafkasya'da bilinmekte birlikte, son yıllarda dünyanın birçok bölgesinde tanınmaktadır (Petrova ve ark., 2021). Kafkas coğrafiyasından asya bozkırına uzanan ve üretimi çok eski çağlara varan kefir, Kafkasya'da keçi tulumu içinde şirden ile inkübasyonu ile tulumda birkaç hafta içinde süngerimsi bir yapı meydana getirdiği ve elde edilen bu ürünün tüketimini gerçekleştirdikleri görülmektedir (Koçak ve Grsel, 1981). Dr. W. Podwyssotzki'nin "Kefyr" adlı eseri bu konuda bilinen en eski kaynaktır. Moritz Schulz tarafından 1884 yılında yayına ait tercüme gerçekleştirilmiş ve bu tercümeden kefirin eşitleri, nitelikleri ve diğer noktalara yayılma özelliği hakkında bilgi vermektedir (Koroleva, 1988).

rn Rusya'da 1930'lu yıllardan itibaren cam şişelerde süte kefir mayası katıldıktan sonra zayıf pıhtı görülünceye kadar inkübasyona tabi tutularak ve elde edilen ürünün soğutulması neticesinde ticari olarak üretimi gerçekleştirilmektedir. Son zamanlarda başta Almanya olmak üzere bazı avrupa ülkeleri ile Amerika ve Avustralya'da üretimi yapılmaktadır (Koroleva, 1988).

1.2. Kefir Tanesi

Kefirde başlangıç maddesi olarak kullanılan taneden dolayı diğer fermente ürünlerden farklı kalite ve özellikte spesifik bir üründür. Tanenin genel yapısı süngerimsi (Resim 1) görünümde olmakla birlikte tanelerin boyu 1 ila 4 cm arasında değişir ve şekil (düzensiz ve loblu) ve renk (beyazdan açık sarıya) olacak şeklilde kk karnabahar

çiçeklerine benzer olduğu karakterize edilmektedir (Kesenkaş ve ark., 2017). Başka bir tanımlamada tanelerin 3–20 mm çap, küçük karnabahar veya patlamış mısır şeklinde, yumuşak, jelatinimsi, beyaz veya sarımtırak renkte, düzensiz yapılar olduğu ifade edilmektedir. (Libudzsiz ve Piatkiewicz, 1990). Bu tane jelatinimsi ve sümüksü yapıdadır. Böyle bir yapıya özellikle laktik asit bakterileri (LAB), mayalar ve asetik asit bakterilerinin (AAB) birbirleriyle simbiyotik bağlantı içinde bir arada bulunduğu doğal bir ekzopolisakkarit (EPS) olan kefiran ve protein matrisi sebep olmuştur. Bakteriler, mantarlar ve küfler gibi birçok mikroorganizma, hücre dışı ekzopolisakkarit sentezleme ve salgılama kapasitesine sahiptir (Wang ve ark., 2010; Badel ve ark., 2011). laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritler (EPS'ler) iyi fizikokimyasal özellikler göstermeleri sebebiyle gıda katkı maddesi olarak kullanılabilir (Wang ve ark., 2008; Saija ve ark., 2010; Badel ve ark., 2011). Bu ekzopolisakkaritlerden biri olan Kefiran özellikle kefirde bulunan *Lactobacillus kefiranofaciens* tarafından üretilmektedir (Wang ve ark., 2010). Her ne kadar *L. kefiranofaciens*'in tek başına kefiran üretme yeteneğine rağmen, kültüre *Saccharomyces* sp. eklenmesinin net kefiran miktarını artırdığı gözlemlenmiştir. Bu artış kefirde bulunan bakteri ve maya arasındaki simbiyoz ilişkinin varlığıyla ifade edilmiştir (Cheirsilp ve ark., 2003).



Resim 1.1. Kefir tanesinin görünümü (İnal, 1990).

Her ne kadar kefir denilince akla st temelli bir ürün olan süt kefirı gelse de su kefirı olarak adlandırılan başka bir tipi daha bulunmaktadır. Süt kefirı ve su kefirinin her ikisi de fonksiyonel özelliklere sahiptir. Süt kefirı, probiyotikler ve prebiyotiklerin yanı

sıra önemli miktarda protein sağlarken, su kefiri, veganlar ve süt ürünlerine alerjisi olan kişiler için çok önemli bir probiyotik, prebiyotik ve antioksidan kaynağı olarak değerlendirilebilir. Bu tanelerin her ikisinin de potansiyel sağlık yararları için önemlidir (Güzel-seydim ve ark., 2021).

Su kefiri veya şekerli kefir, sakkaroz çözeltisindeki tanelerden fermente edilmiş bir içecek üretir. Fermantasyon sırasında, laktik asit, CO₂, etanol, asetik asit ve bunlarda bulunan mikroorganizmaların (laktik, asetik bakteri ve maya) simbiyotik birleşmesi ile uçucu aromatik bileşikler dahil olmak üzere çeşitli diğer ürünleri meydana getirmektedirler (Fels ve ark., 2018). Fermantasyon genellikle 24-96 saatlik anaerobik koşullar altında oda sıcaklığında gerçekleşirken nihai ürün meyve aromalı, asidik ve efervesan bir içecek olarak elde edilmektedir (Laureys ve ark., 2018). Su bazlı Kefir taneleri, sakkaroz, melas, bal, meyve ve sebze suyu gibi farklı substratlar ve starter kültür görevi gören suda çözünür bitki bazlı ekstraktlar üzerinde büyüdüğü için çok yönlü bir yetiştirme ortamına sahiptir (Fiorda ve ark., 2017). Bu şekilde kefir için yeni substratların kullanılması ile içeceğin besin değeri artırabilir ve içekte yeni tat ve aromalar oluşturulabilmektedir (Nogueira ve ark., 2016). Fiorda ve ark. (2017), su kefirinin geleneksel süt kefiri fermantasyonuna benzer bir mikrobiyal ilişkiye sahip olmasına rağmen, metabolizasyonu sırasında süt kefirinde laktoz gibi artık ürünlerin oluşmaması sebebiyle fermente vegan ürünlerin geliştirilmesi fikri açısından su kefirini çekici hale getirmiştir.

1.3. Kefirin Mikrobiyal Florası

Kefir; antihipertansif, hipokolesterolemik, antidiyabetik, antikarsinojenik, antiinflamatuvar, antioksidatif, antialerjik ve immünomodülatör özellikler ile antiviral ve antimikrobiyal gibi yararlı aktiviteleri sayesinde sayısız sağlık sorunuyla ilişkilendirilmiştir (Ahmed ve ark., 2013; Hamida ve ark., 2021). Bu aktiviteler, organik asitler, biyoaktif peptitler, bakteriyosinler ve ekzopolisakkaritler de dahil olmak üzere fermantasyon sırasında üretilen çeşitli biyoaktif bileşiklere bağlanmaktadır. Bu bileşiklerin oluşumundaki farklılıklar ve oransal olarak değişiklikler kefir tanesinin yapısındaki bağımsız veya birbiriyle simbiyotik olarak hareket edebilen çok farklı mikrobiyotaya bağlanmaktadır (Rosa ve ark., 2017).

Kefir ve tanesinin yapısı mikrobiyal açıdan değerlendirildiğinde birbiriyle simbiyotik olarak yaşayan laktik asit ve asetik asit bakterilerinin yanısıra mayalar ve diğer

pekçok bakterilerden oluşmaktadır (Pogačić ve ark., 2013). Mikroorganizmaların gelişimde bu birlikteliğin en önemli etkisi bakterilerin oluşturduğu metabolitler mayalar için enerji kaynağı olmasıdır (Santos ve ark., 2013).

Kefir tanesinin mikrobiyal bileşimi %65 ile %90 oranında *Lactobacillaceae* familyasına ait bakterilerden, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Leuconostoc* ve *Acetobacter* cinslerine ait üyelerden ve kalan kısmını ise mayalar tamamlamaktadır (Bourrie ve ark., 2016; Bengoa ve ark., 2019). *Lactocillus*'un % 80 ini *Lactobacillus* kefir % 20'sini ise *Lactobacillus paracasei* subsp. *paracasei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lactobacillus plantarum* ve *Lactobacillus kefiranofaciens*'den teşkil etmektedir (Rosa ve ark., 2017; Rattray ve O'Connell., 2022).

Kefir tanesinde güncellenen baskın bakteri türleri (Tablo 1.1); “*Lacticaseibacillus paracasei*, *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactiplantibacillus plantarum*, *Lactobacillus helveticus*, *Leuconostoc mesenteroides*, *Lactococcus lactis*, *Lentilactobacillus kefir*, *Lentilactobacillus parakefir* ve *Lactobacillus kefiranofaciens*” farklı coğrafi bölgelerden (İtalya, Kore, Almanya, Türkiye, İngiltere, Brezilya, Arjantin, Belçika ve diğerleri) (Nalbantoğlu ve ark., 2014; Bengoa ve ark., 2019). Kefirde tespit edilen mayaları ise “*Candida*, *Debaryomyces*, *Kazachstania*, *Kluyveromyces*, *Pichia*, *Saccharomyces*, *Torulaspora*” ve diğer türler temsil etmektedir (Rosa ve ark., 2017; Farag ve ark., 2020).

En fazla bulunan maya cinsleri ile ilgili raporlar arasında farklılık göstermektedir. Korsak ve arkadaşları (2015) *Kluyveromyces marxianus* ve *Kazachstania* spp. türlerini en bol bulunan mayalar olarak bildirirken, Marsh ve arkadaşları (2013) en bol bulunan türlerin *Kazachstania barnettii* ve *Kazachstania unispora* olduğunu bildirmiştir. Her iki çalışmada da dizi tabanlı bir analiz kullanılmıştır. Prado ve ark. (2015)'te baskın mayaların “*Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces unisporus*, *Candida kefir* ve *Kluyveromyces marxianus*” türleri olduğu ifade edilmiştir.

Kefir tanesinde 300 mikrobiyal türden fazlası olduğu ön görülmektedir. Daha öncede bahsedildiği gibi tanenin mikrobiyal içeriği, kültür ortamı, kefir tanelerinin orjini, üretim tekniği, mayalama sıcaklığı, sütün kaynağına ve içeriğine, kefir veya kefir tanelerinin muhafaza şartlarına, tane süt oranı, mekanik etki ve asitlik düzeyi, kefirin mikrobiyolojik bileşimini değiştirmektedir (Rosa ve ark., 2017). Kefirin bakteri popülasyonunu incelendiğinde 6.4×10^4 ile 8.5×10^8 kob/g ve maya sayısının 1.5×10^5 ile 3.7×10^8 kob/g arasında değiştiği tespit edilmiştir. 24 saatlik mayalamadan sonra, kefir 10^8

kob/ml *Lactobacillus*, 10^5 kob/ml *Lactococcus*, 10^6 kob/ml maya ve 10^6 kob/ml asetik asit bakterisini içerdği gözlenmiştir (Witthuhn ve ark., 2005).

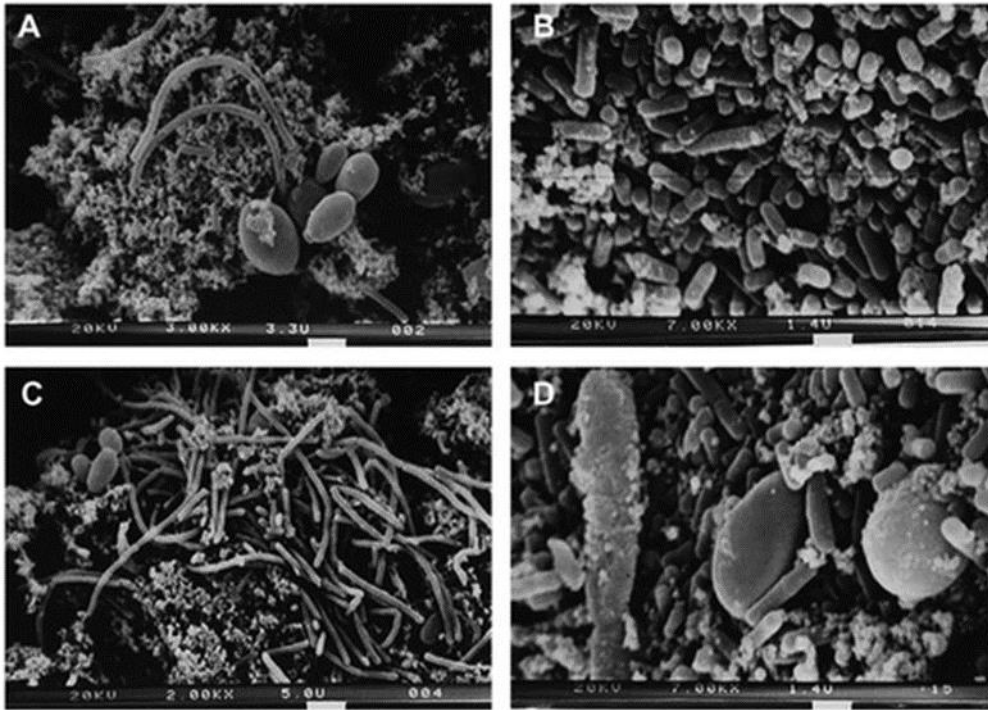
Tablo 1.1. Kefir tanesinden yapısındaki mikrobiyal bileşimi (Farnworth, 2005).

<i>Lactobacillus</i> türleri	
<i>Lactobacillus kefir</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus fructivorans</i>
<i>Lactobacillus kefiranofaciens</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>Lactobacillus rhamnosus</i>	<i>Lactobacillus hilgardii</i>
<i>Lactobacillus kefirgranum</i>	<i>Lactobacillus helveticus</i>
<i>Lactobacillus casei</i>	<i>Lactobacillus fermentum</i>
<i>Lactobacillus parakefir</i>	<i>Lactobacillus acidophilus</i>
<i>Lactobacillus paracasei</i>	<i>Lactobacillus viridescens</i>
<i>Lactococcus</i> türleri	
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>Lactis</i>	<i>Streptococcus</i> türleri
<i>Lactococcus lactis</i> subsp. <i>cremoris</i>	<i>Streptococcus thermophilus</i>
<i>Leuconostoc</i> türleri	
<i>Leuconostoc</i> spp.	<i>Enterococcus</i> türleri
<i>Leuconostoc mesenteroides</i>	<i>Enterococcus durans</i>
<i>Acetobacter</i> türleri	
<i>Acetobacter</i> spp.	<i>Diğer bakteriler</i>
<i>Acetobacter pasteurianus</i>	<i>Bacillus</i> spp.
Mayalar	
<i>Kluyveromyces marxianus</i>	<i>Bacillus subtilis</i>
<i>Saccharomyces</i> spp.	<i>Micrococcus</i> spp.
<i>Saccharomyces cerevisiae</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>Saccharomyces unisporus</i>	<i>Candida friedrichii</i>
<i>Saccharomyces exiguus</i>	<i>Candida pseudotropicalis</i>
<i>Saccharomyces turicensis</i>	<i>Candida tenuis</i>
<i>Saccharomyces dairensis</i>	<i>Candida inconspicua</i>
<i>Saccharomyces dairensis</i>	<i>Candida maris</i>
<i>Torulaspora delbrueckii</i>	<i>Candida lambica</i>
<i>Brettanomyces anomalus</i>	<i>Candida tannotelerans</i>
<i>Issatchenkia occidentalis</i>	<i>Candida valida</i>
	<i>Candida kefir</i>
	<i>Candida holmii</i>
	<i>Pichia fermentans</i>

Laktik asit bakterileri, fermente sütte laktozu parçalayarak laktik asit oluşturan mikroorganizmaları kapsamaktadır. Bu parçalama neticesinde fermente sütte laktik asit içeriği yükselmektedir. Asit içeriği yükselmesi ürünün dayanıklılığını ve lezzetini pozitif etkilemektedir. (Akpınar ve Kılıç, 2012; Karatepe ve ark., 2012). Laktik asit bakterileri laktozu fermente edebilirken kefir tanesinde bulunan mayaların bazılarının laktozu fermente edebilirken, bazılarının laktozu fermente edemediği bildirilmiştir. Ancak

bünyesindeki mayaların çoğu is galaktoz ve sitratı enerji olarak faydalanabilmektedir (Wyder ve ark., 1997; Cheirsilp ve ark., 2003).

Kefirdeki alkol fermentasyonundan mayalar sorumludur. Kefir tanesinde yer alan mayalar tanenin farklı katmanlarında etkilerinin farklı olduğu belirlenmiştir. Burada en önemli parametrenin laktozu parçalama düzeyleridir. Tanenin dış yüzeyindeki (*Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Torula kefir*) mayalar laktozu parçalarken, tanenin iç yüzeyindeki (*Saccharomyces cerevisiae*) mayalar laktozu parçalayamadıkları tespit edilmiştir (Irigoyen ve ark., 2005). Duitschaever ve ark. (1987) bu durumu mayaların aerob olmasına bağlamışlardır. Güzel-Seydim ve arkadaşları 2005’de kefir tanelerinin (Resim 1.2) dış yüzeyinde laktobasiller, mayalar ve fibrillar madde tespit edilmiştir. Buna rağmen tanenin iç yüzeyinde ise laktobasillerin varlığı görülürken mayaların olmadığını ifade edilmiştir.



Resim 1.2. Tibet kefir tanesinin taramalı elektron görünümü A ve C) iç yüzey görünümü B) dış yüzey görünümü (Güzel Seydim ve ark., 2005).

1.4. Kefirin Reolojik Özellikleri

Kefir reolojisinde en önemli parametre fermentasyon boyunca üretilen bir ekzopolisakkarit olan kefirandır. Kefiran, asidik süt jelinin vizkoelastik özellikleri ve

vizkozitesini geliştirebilmesi, dūřuk sıcaklıklarda ilginç viskoelastik özelliklere sahip jeller oluşturabilmesi sebebiyle fermente ürünlerde bir katkı maddesi olarak da kullanılabileceği, ve kimyasal olarak asitlendirilmiş yağsız süt jellerinin reolojik özelliklerini geliştirerek görünür viskozitesi değerini arttırılabileceği ifade edilmiştir (Ramada ve Abraham, 2006; Zajřek ve ark., 2013).

Kefiran dışında kefirin reolojik özelliklerdeki farklılıklar; sütün menşei, inkübasyon sıcaklığı ve süresi en önemli diğer parametrelerdir. Bu parametrelerin kullanılmasından kaynaklanan ürün reolojisindeki değişiklikler pompa, boru hattı, mikser, dolum makinası gibi ekipmanların seğiminde üretimin önemi rol oynamaktadır ( nal ve ark., 2020; Saygılı ve ark., 2022; Kırmaz ve ark., 2023). Ayrıca, kazeinatların eklenmesi reoloji üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Kefirin reolojik özellikleri üzerine yapılan bir çalışmada farklı yağ içeriğine sahip kefir, üretim yönteminin etkisi ile kefir ve sütlerin bileşimi üzerinde farklılıklar akış davranışı üzerine de etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır (Arı ve ark., 2012).

Yağ oranındaki farklılıkların kefirde inkübasyon boyunca reolojik özellikleri ve pH değerlerindeki değişime etkisi incelendiğinde pastörize edilen inek, koyun ve keçi sütü depolama boyunca kefir örneklerinde kıvam katsayısı değerlerinin inkübasyon süre ve sıcaklığından etkilendiği görülmüştür (Saygılı ve ark., 2021)

1.5. Kefirin Fiziksel ve Kimyasal  zellikleri

Kefir besin içeriği açısından bileşiminde protein, yağ, karbondhidratlar, vitamin ve bazı minerallerce zengindir (Tablo 1.2.). Ayrıca organik asit ve alkoller ek olarak B1, B12, biotin, folik asit, K vitamini, kalsiyum, magnezyum ve fosfordan gibi mikro besin öğeleri açısından zengin bir besindir (Saloff-Coste, 1996). Kefirde; nem %90, şeker %6, yağ % 3-5, protein %3 ve kül %0.7'den olarak belirlenmiştir (Sarkar, 2008). Kefirin 1.98 g/L CO₂ ve %0.48 alkol içerdiği belirlenmiştir (Beshkova ve ark., 2002). Fermantasyon sırasında oluşan başlıca ürünler laktik asit, CO₂ ve alkoldür (Otl s ve Cagindi, 2003). L(+)-laktik asit, fermantasyondan sonra en fazla bulunan organik asittir ve başlangıç sütündeki laktozun yaklaşık %25'inden oluşmaktadır. Kefirin fermantasyonu sırasında üretilen etanol ve CO₂ miktarları üretim koşullarıyla ilişkili olarak değişmektedir.

Tablo 1.2. Kefirin besin bileşimi ve enerji miktarı (Otles ve Cagindi, 2003; Ateş, 2021).

Bileşenler	100 g	Bileşenler	100 g
		Mineral içeriği (g)	
Enerji	65 kkal	Kalsiyum	0.12
Yağ (%)	3.5	Fosfor	0.10
Protein (%)	3.3	Magnezyum	12
Laktoz (%)	4.0	Potasyum	0.15
Su (%)	87.5	Sodyum	0.05
		Klorid	0.10
Süt asidi (g)	0.8		
Etil alkol (g)	0.9		
Laktik asit (g)	1.0	İz Elementler	
Kolesterol (mg)	13	Demir (mg)	0.05
Esansiyel aminoasitler (g)		Bakır (µg)	12
Triptofan	0.05	Molibden (µg)	5.5
Fenilalanin + Tirozin	0.35	Manganez (µg)	5.0
Lösin	0.34	Çinko (µg)	0.36
İsolösin	0.21		
Treonin	0.17		
Metionin +Sistin	0.12		
Lisin	0.27		
Valin	0.22		
Vitaminler (mg)			
A	0.06	B12	0.05
Karoten	0.02	Niasin	0.09
B ₁	0.04	C	1.0
B ₂	0.17	D	0.08
B ₆	0.05	E	0.11

Kefirin pH değeri hammadde kalitesi, sütün elde edildiği tür ve türe bağlı kurumadde miktarı, kullanılan kültürdeki mikroorganizmaların çeşitliliği, üretim teknolojilerindeki farklılıklar, sütün inkübasyon sıcaklığı, fermentasyonun uzunluğu ve depolama süresi ve koşulları kefirin bileşimini etkilemektedir. Farklı süt türlerinden yapılan kefir örneklerinin pH değerleri 4.37-4.80 arasında tespit edilmiştir (Odet, 1995; Saloff-Coste, 1996; Saygılı ve ark., 2022). Bu sebeplere bağlı olarak kefir üretimi ürünün deposu boyunca laktoz, yağ, protein ve organik asit miktarlarında bazı değişiklikler oluşabilmektedir (Irigoyen ve ark., 2005).

Kefir fermente olurken laktik asit, alkol ve aroma oluşumu meydana gelmektedir. Bu oluşuma etki eden değişimler reaksiyonlarından birinin protein hidrolizi olduğu bilinmektedir. Bu değişim ve parçalanma reaksiyonlarından bir diğeri ise laktozun bakterilerce laktik aside indirgendiği glikoliz reaksiyonudur. Bu değişimde mayaların faaliyetleri sonucunda laktik asit alkole dönüşmektedir. Düşük fermentasyon sıcaklık değerlerinde mayalar alkol fermentasyonunu, yüksek değerlerde ise laktik asit bakterileri

laktik fermentasyonunu teşvik etmektedir. Bu bağlamda laktik asit cinsinden % titrasyon asidinde gelişim gözlenmektedir. Bu gelişim, sütün kalitesi, besin içeriği, kefir tanesindeki mikrobiyal yük, inkübasyon sıcaklığı ve süresinin yanı sıra depolama sıcaklığı ve süresinde önemli etkenlerdir (Metin ve Tavlas, 1986; Yılmaz ve ark., 2006). Fermentasyon sırasında, proteinler proteolizin etkisiyle peptid ve aminoasitlerine parçalanırlar. Kefirde bu parçalanma reaksiyonu sonucunda oluşan esansiyel amino asit içerikleri lizin (376 mg/100 g); izolösin (262 mg/100 g); fenilalanin (231 mg/100 g); valin (220 mg/100 g); treonin (183 mg/100 g); metiyonin (137 mg/100 g); ve triptofan (70 mg/100 g) olduğu belirtilmiştir (Liutkevičius ve Šarkinas, 2004; Ferreire, 2010). Ayrıca fermentasyon boyunca ve kefirin muhafazası süresince proteolitik bakteriler tarafından proteinlerin peptid ve aminoasitlere kadar parçalanması pek çok biyokimyasal değişikliğe yol açmakta ve bu değişiklikler neticesinde oluşan metabolitler kefirin lezzet ve aroma özelliklerinin oluşturmaktadır (Metin ve Tavlas, 1986).

Yalçın ve Işık, (2017) kefirin depolanması boyunca mikroorganizmalarca oluşturulan CO₂ ve alkol değerlerindeki farklılıklar bu ürünü aromatik özelliklerine göre Tablo 1.3'te ifade edildiği şekliyle sınıflandırılmıştır. Tabloda tatlı kefir, orta sert kefir, sert kefir ve çok sert kefir olarak dört farklı grupta gösterilmiştir (Koçak ve Gürsel, 1981). Kefirde asitlik, CO₂ ve alkol miktarı depo şartlarına göre değişkenlik göstermesi sebebiyle tatlı kefir, orta sert kefir, sert kefir ve çok sert kefir olarak sınıflandırılmaktadır. Tablo 1.3'te bu sınıflandırmaya ait bazı özellikler sunulmaktadır (Yöney, 2017).

Tablo 1.3. Kefirin sınıflandırılmasına ait bazı içerikler (Yöney, 2017).

Kefir Çeşitleri	Su	Süt asidi	Etil alkol	Laktoz	Kazein	Yağ	Kül
Tatlı kefir	88.2	0.8	0.6	2.7	2.9	3.3	0.8
Orta sert kefir	88.9	0.6	0.7	2.9	2.7	3.1	0.6
Sert kefir	89.4	0.7	0.8	2.3	2.9	2.8	0.7
Çok sert kefir	89.0	0.9	1.1	1.7	2.5	3.3	0.6

Her ne kadar aroma özelliğine göre sınıflandırılmış olsa da kefir değerlendirilirken Tablo 1.4'te verilen Türk Gıda Kodeksi fermente sütler tebliği'ndeki bazı kriterler göz önünde bulundurulmaktadır.

Tablo 1.4. Türk Gıda Kodeksi fermente sütler tebliği'nde kefirin taşıması gereken bazı kriterler (TGK, 2022).

Özellik	Miktar (En fazla)	Miktar (en az)
Süt proteini kütlece %		2.7
Süt yağı (%)	10	
Titrasyon asitliği %		0.6
Toplam spesifik mikroorganizma (kob/mL)		10 ⁷
Toplam maya küf (kob/mL)		10 ³

Kefire ait tat ve lezzet; asitlik gelişimi ve alkol fermentasyonu neticesinde oluşmaktadır (Marshall ve Cole, 1985; Marquina ve ark., 2002; Beshkova ve ark., 2003; Otles ve Cagindi, 2003). Fermentasyon sürecinde laktik asit, asetik asit, pirüvik asit, hipp rik asit, propiyonik asit, bütirik asit, diasetil ve asetaldehit oluşur. Bu bileşikler kefire tat ve aroma kazandırmaktadır (Ahmed ve ark., 2013). Kesenkas ve arkadaşları (2011) 28 günlük depolama sonrasında laktik asit, sitrik asit, pirüvik asit ve asetik asit içeriklerinin sırasıyla 107.80-282.40, 1.79-5.08, 0.17-0.45 ve 0.8-0.66 mg/kg olduğunu bildirmiştir. Fermentasyon sonucu ortaya çıkan laktik, süksinik gibi birçok asit, lezzeti ve asitliği sağladıkları, karbonil bileşikleri, uçucu yağ asitleri ve alkoller ise duyuusal beğeniye sağlayan karakteristik aromayı oluşturdukları vurgulanmıştır. (Aydar, 1994).

Bu karakteristik aroma içeriğine katkı sağlayan bileşiklerden bazıları kefir üretimi sırasında diasetil ve asetaldehit gibi aromatik bileşikler ortaya çıkmaktadır (Zourari ve Anifantakis, 1988). Bunlardan diasetil; *Streptococcus lactis* subsp. *diacetylactis* ve *Leuconostoc* spp. tarafından üretilmektedir (Libudzsiz ve Piatkiewicz, 1990). Geleneksel kefirde CO₂ üretimine bağlı olarak köpüklü yapı meydana gelmektedir. Buna rağmen köpüklü yapı ticari olarak starter kültür ile üretilen kefir örneklerinde oluşmamıştır. Köpük miktarındaki bu değişiklik; kefir tanesi ile starter kültürün mikrobiyal bileşimdeki farklılıktan kaynaklı olduğu ifade edilmektedir. Bu bilgiler göz önüne alındığında ürüne ait duyuusal karakter; kullanılan süt çeşidi ve muhafaza süresinin starter kültüre oranla daha etkili olduğu belirlenmiştir. Fakat ürünün fermentasyonunu sağlayan kültür ise, ürünün tadı ve akışkanlığı üzerinde etkili olduğu vurgulanmıştır (Wszolek ve ark., 2001).

1.6. Kefir Üretimi

Kefir; ile ilgili literatür araştırıldığında kafkas bölgesinde hayvan derisi içine konulan koyun ve keçi sütünün mezofilik ortamda fermentasyona tabi tutulmasıyla elde edildiği anlaşılmaktadır. Kefir, üretimi gerçekleştirildikçe taze süt ilavesi yapılarak üretimde devamlılık oluşturulmaktadır. Kefir üretimi için hayvan tulumunun iç yüzeyinde suda erimeyen jelatin yapıdaki, karnabahar görünümündeki beyazımsı tanelerden yararlanılmıştır (Weis ve Burgbacher, 1986).

Sovyetler Birliği'nde 1930'lu yıllarda üretilen ilk kefir, set tipi bir ürün olup imalatı sırasında kefir tanesinin ilavesini takiben uygun ambalajlara dolum yapılarak tamamlanmıştır. Bu yöntemle sütün kefire dönüşümü ambalaj materyali içerisinde gerçekleştirilmiştir. Ambalaja doldurulan kefir soğutularak depolanmıştır. Stirred tipi kefir üretimi bir diğer yöntemdir. Bu yöntemde süt büyük bir kapta fermentasyona tabi tutulduktan sonra kefir oluşumu sağlanır. Fermentasyon sonrası küçük ambalaj materyaline dolumu sağlanarak kefirin depolanması gerçekleştirilmektedir (Koroleva, 1988).

Sütün kefire dönüşümü geleneksel ve endüstriyel olarak iki şekilde gerçekleştirilmektedir (Otles ve Cagindi, 2003). Geleneksel yöntem; pekçok bakteri ve mayalarla birlikte probiyotik özellik gösteren bakterileri bulunduran kefir tanelerinin süte katılmasıyla elde edilmektedir. Endüstriyel kefir üretiminde ise kefir tanelerinin bir sonraki üretim için geçen süreçte hijyenik koşullarda bekletmek güç olduğu için daha spesifik ve kısıtlı miktarda mikroorganizma içeren kültürlerden faydalanılmaktadır (Bozkurt ve ark., 2010).

1.6.1. Geleneksel Kefir Üretimi

Geleneksel üretim; ev koşullarında ısıtım işlemi sonrası soğutulan süte kefir tanesi katılmasıyla gerçekleştirilmektedir (Koroleva 1988). Bu metotla çiğ süt ısıtım işlemi sonrası oda sıcaklığına kadar soğutulmaktadır. Soğutma işlemi sonrası %3-7 oranda kefir tanesi eklendikten sonra ışık görmeyen bir ortama alınarak, 18-24 saat mayalama işlemine tabi tutulmaktadır. Bu işlemten sonra süzülen fermente olmuş süt, içilebilir kefir haline gelmiştir. Daha sonra kullanılmak için ayrılan daneler yıkandıktan sonra soğutucu şartlarında muhafaza edilmektedir (Karagözlü ve Kavas, 2000).

1.6.2. Ticari Kefir Üretimi

Ticari kefir üretiminde pekçok metot geliştirilmiş olsada temelde geleneksel metotla benzer üretim şartlarını taşımaktadır. Ticari kefir yapımında arzu edilen özellikte ürün üretmek için sütte kurumadde ve yağ standardizasyonu gerçekleştirilmektedir. Kefirde arzu edilen yapı, lezzet, rayiha ve viskozite süte uygulanan homojenizasyon ile sağlanmaktadır. Kefire işlenecek süt 60-65°C'ye yükseltip bu sıcaklıkta yüksek basınçla homojenize edilmektedir. Homojenizasyon işlemi sonrası süt 95°C'de pastörize edilmektedir. Pastörizasyon sonrası süt, nihai üründe istenen aroma, viskozite ve alkol eldesini sağlamak için 22-25°C'de ticari kültür eklenerek inkübasyona tabi tutulmaktadır. Fermentasyonla asitlik artmakta ve ürünün pH'sı 4.5-4.6 ulaştığında bu işlem sonlandırılmaktadır. İnkübasyonu yavaşlatmak için soğutucu şartlarına getirildikten sonra kefir olgunlaştırma tanklarına gönderilmektedir. Olgunlaştırmadan sonra kefir gıda güvenliğini sağlayacak şekilde paketlenerek soğutucu şartlarında satışa sunulmaktadır (Koroleva, 1988).

1.7. Tüketiciler Açısından Kefirin Önemi

Menşei Balkanlar'a, Doğu Avrupa'ya ve Kafkasya'ya kadar uzanan kefir zaman içinde sağlığa yararlı özellikleri nedeniyle tüketimi dünyanın diğer bölgelerinde de bilinmektedir (Gorafola ve ark., 2020). Bu ürün, eski Sovyetler Birliğine bağlı birçok ülkede kronik hastalık tehdidini azaltmada, mide bağırsak rahatsızlıklarında, hipertansiyon, süt şekerine alerjik reaksiyon gösteren kişilerde tüketimi tavsiye edilmiştir. Tüketiminin yanısıra başta Almanya olmak üzere pekçok Avrupa ülkesi ve İsrailde kefirin ticari üretimi oldukça yaygındır (Figler ve ark., 2006).

Kefir zamanla Amerika Birleşik Devletleri, Japonya, Fransa ve Brezilya gibi ülkelerde insanlar arasında popüler hale gelmiştir (Fiorda ve ark., 2017). Bazı ülkelerin kefir tüketim miktarları; Finlandiya 38 kg, Danimarka 27.3 kg, Fransa 26.9 kg ve İzlanda 25.4 kg olduğu ifade edilmiştir (Figler ve ark., 2006). Kefir, yakın zamanda Gıda Teknolojisi Enstitüsü (IFT, 2021) tarafından "2021'de izlenmesi gereken 9 gıda trendinden" biri olarak ilan edilmiştir (URL-1, 2021). Ayrıca, Hamida ve arkadaşlarına (2021) göre, COVID-19 salgını döneminde tüketicilerin sağlık bilincinde arttırdığı ve tüketicilerin bağışıklık sistemini güçlendirecek ürünlerden biri olarak kefiri aradıkları

vurgulanmıştır. Yapılan araştırmalar doğrultusunda ülkemizde net bir verinin olmamasına rağmen 2020 yılında bir önceki yıla göre yoğurt, ayran ve kefir toplam üretiminin %7.2 oranında arttığı görülmüştür (URL-2, 2024). Fakat bu artışın kefir özelinde olup olmadığı belirsizliğini Ordu ilinde fermente süt ürünlerinin tüketimi üzerine yapılan bir çalışmayla anlayabiliriz. Bu çalışma kapsamında tüketicilerin %84.7'sinin vermiş olduğu "kefir tüketmiyorum" cevabı bu belirsizliği açıklar niteliktedir (Tarakçı ve ark., 2015). Beğeni oranının düşük olması kefirin sağlık açısından faydalarının tüketici tarafından bilinmemesi sebep olmuştur. Bu bilgilere rağmen dünya çapında kefirin ticari hacminin 2023 yılında 1.48 milyar dolar iken 2028 yılında 1.93 milyar dolara ulaşacağı ve yıllık bileşik büyüme oranının % 4.5 olacağı tahmin edilmektedir (URL-3, 2024). Sunulan bu veriler, önümüzdeki yıllarda kefir üretiminin ve tüketiminin dünya çapında artacağını ifade etmektedir.

1.8. Kefirin Sağlık Üzerine Etkisi

Kefir, fizyolojik, profilaktik ve terapötik özellikler de dahil olmak üzere geniş bir alanda önemli sağlık yararlarına sahiptir. Bu etkilerin, fermantasyon boyunca meydana gelen parçalanma reaksiyonları sonrası üretilen ve biyoaktif özellik gösteren metabolitlerin sayesinde olduğu varsayılmaktadır. Bu sağlık yararları tek başına veya sinerjik olarak hareket eden çok çeşitli mikroorganizma sayesinde elde edilmektedir (Leita ve ark., 2014). Bu nedenle, son 10 yılda kefirin hayvan modelleri ve insan fizyolojisi ve sağlığı üzerindeki potansiyel faydaları tespit edilmiştir (Chen ve ark., 2014).

1.8.1. Kefir ve laktoz intoleransı

Süt ve süt ürünleri yüksek konsantrasyonlarda laktoz içerdiği bilinmektedir. Laktozun bağırsakta önce hidrolizini daha sonra ince bağırsak mukozasında emilimini zorunlu kılmaktadır. Dünya nüfusunun önemli bir kısmının bağırsak sisteminde bu sindirimi sağlayan β -galaktosidaz enzim aktivitesinin yetersizdir. Bu yetersizlik nedeniyle laktozun sindirimi kısıtlı gerçekleşmektedir (de Vrese ve Marteau, 2007). Kefir tanelerinde doğal olarak bulunan bu enzim, mayalama boyunca kefirin içindeki laktozu parçalayarak içeriğini azaltmaktadır. Bu şekilde nihai ürün laktozu sindiremeyen bireyler için uygun hale gelmektedir (Ahmed ve ark., 2013). Yoğurda benzeyen kefirin tüketiminin, klinik

olarak laktoz intoleransı teşhisi konmuş sağlıklı yetişkin bireylerde laktoz sindirimini ve toleransını iyileştirebildiğini bulmuştur. Bu konuda yapılan bir çalışmada, laktozun sindirilememesine bağlı gaz şiddetinin, yoğurt ve kefirde benzer şekilde %54 ila %71 oranında azaltabildiği görülmüştür (Hertzler ve Clancy., 2003).

1.8.2. Kefirin antimikrobiyal etkisi

Yirminci yüzyılın başlarında yapılan çalışmalar, laktik asit üreten mikro-organizmalar içeren yoğurdun düzenli tüketiminin yaşam kalitesi üzerindeki olumlu etkisinin Laktik asit bakterileri ile zararlı patojenler arasındaki mevcut rekabetten kaynaklandığını gözlemlemiştir. O zamandan beri, kefir gibi probiyotiklerin antifungal ve antibakteriyel aktiviteleri kapsamlı bir şekilde incelenmiştir (Lopitz-Otsoa ve ark., 2006). Kefirin antibakteriyel etkisi fermantasyon işlemi boyunca üretilen organik asitler, H₂O₂, asetaldehit, CO₂ ve bakteriyosinler dahil olmak üzere çeşitli faktörlerin bir bileşimi olduğu değerlendirilmiştir (Powell, 2006). Kefir Gram-negatif bakteriler üzerinde bakterisidal etki gösterirken Gram-pozitif bakterilere karşı daha güçlü etkiye sahiptir (Czamanski ve ark., 2004). Bu antagonistik etki *Salmonella* (Schneedorf ve Anfiteatro, 2004), *Shigella*, *Staphylococcus* (Schneedorf ve Anfiteatro, 2004; Rodrigues ve ark., 2005), *Helicobacter pylori* (Oh ve ark., 2002), *Escherichia coli*, *Enterobacter aerogenes*, *Proteus vulgaris*, *Bacillus subtilis*, *Micrococcus luteus* (Kwon ve ark., 2003) *Listeria monocytogenes*, *Streptococcus pyogenes* gibi bakterilere ve ayrıca *Candida albicans* mayasına karşı da gözlemlenmiştir (Rodrigues ve ark., 2005).

In vitro bir çalışmada, Ismaiel ve ark. (2011) kefir tanelerinin ve kefir süspansiyonunun antimikrobiyal aktivitesini belirlemek için çeşitli bakteri ve mantar türlerine karşı test etmiş ve *Streptococcus faecalis* ve *Fusarium graminearum*'a karşı daha yüksek inhibitör etki gözlemlemiştir. Kefirin %7 ila 10 (w/w) arasındaki konsantrasyonu *Aspergillus flavus*'un sporulasyonunu ve dolayısıyla aflatoksin B1 üretimini tamamen bertaraf edebildiği belirlenmiştir. Bu durum kefirin filamentli mantarlara karşı antifungal özelliğinin olduğu sonucuna ulaştırmıştır. Kefirin fermantasyonu sırasında üretilen organik asitler, aflatoksin B1 molekülünü aflatoksikol, aflatoksin B ve B2a gibi daha az toksik formlara dönüştürerek değiştirebildiği tespit edilmiştir. Bu bağlamda kefir, aflatoksin B1 zehirlenmesine karşı koruma sağlayarak gıda muhafazası için güvenli bir alternatif olarak görünmektedir (Westby ve ark., 1997).

1.8.3. Kefirin kan glikoz seviyesine etkisi

Düzenli probiyotik tüketiminin kan şekeri seviyelerini ayarlayabilme yeteneğine sahip olduğu ifade edilmiştir. Bu durumun esas sebebi probiyotiklerin bağırsak mikrobiyotasının bileşimini olumlu yönde düzeltme ve dolayısıyla bağırsak geçirgenliğini, oksidatif stresi ve inflamasyonu azaltma kabiliyetinde olmasına bağlanmıştır (Gomes ve ark., 2014). Benzer etkiler probiyotik özellik gösteren kefirin düzenli olarak tüketimiyle de gözlemlenebilir. Hadisaputro ve ark. (2012) streptozotosin uygulanarak diabetes mellitus oluşturdıkları Wistar sıçanlarında gliseminin kontrol altına alınmasında 30 gün boyunca kefir tüketiminin etkisini değerlendirmiştir. Kefir takviyesi, kontrol grubuna kıyasla plazma glikozunu azaltabildiği belirtmişlerdir. Klinik bir çalışmada, 600 mL/gün veya 8 hafta boyunca kefir tüketen diyabetik yetişkinler, açlık glikoz seviyelerinde ve glikozile Hb'de başlangıça kıyasla önemli bir düşüş göstermiştir. Ayrıca, aynı parametrelerin kefir tüketen bireylerde, geleneksel fermente süt tüketen kontrol deneklerine kıyasla önemli ölçüde azaldığı belirlenmiştir (Ostadrahimi ve ark., 2015).

1.8.4. Kefirin antihipertansif etkisi

Sütün fermentasyon sürecinde proteinlerin peptidlere hidrolize olduğu aşamada antihipertansif etkiden söz edilmektedir. Quirós ve ark. (2005) kefirin, süt fermentasyon süreci sırasında kazeinden üretilen biyoaktif peptitlerin etkisiyle anjiyotensin dönüştürücü enzimin (ACE) aktivitesini inhibe edebildiğini tespit etmiştir. Maeda ve ark. (2004) göre, antihipertansif aktivite kefiranın ACE aktivitesini inhibe etme yeteneğine bağlamışlardır. Bu durum ACE inhibe edici peptitler vazokonstriktör anjiyotensin I üretimini ve sonuç olarak serum Na konsantrasyonunun artışını uyaran ve kan basıncında artışa neden olan bir hormon olan aldosteronun üretimini inhibe etmesiyle açıklanmaktadır. Ayrıca, fermentasyon ile üretilmiş ACE-inhibitör peptidler damar genişletici etkiye sahip bir hormon olan bradikininin parçalanmasını da engelleyerek kan basıncının düşmesine katkı sağladığı ifade edilmiştir (Hernández-Ledesma ve ark., 2011).

1.8.5. Kefirin antioksidan etkisi

Reaktif oksijen türlerinin vücut içi zararlı etkileri, antioksidan aktiviteye sahip diyet bileşikleri ve enzimler de dahil olmak üzere geniş bir antioksidan savunma mekanizması tarafından kontrol edilmektedir (Rosa ve ark., 2017). Güven ve ark. (2003)'e göre kemirgenlerde karbon tetraklorür (CCl₄) ile yapılan bir toksisite çalışmasında kefirin, E vitamininden daha yüksek bir antioksidan etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Ayrıca Özcan ve ark. (2009) tarafından Kurşun (Pb) kullanılarak oksidatif strese maruz bırakılan kemirgenlerde kefir takviyesinin etkisini değerlendirdikleri 6 haftalık uygulama sonrası, kefir tüketimi glutatyon peroksidazı artırdığı ve malondialdehidi indüklenmemiş grupla karşılaştırılabilir seviyelere indirdiği görülmüştür. Sonuçlar, kefirin oksidatif stresin kontrolünde potansiyeli olduğu hipotezini desteklemektedir. Yazarlar, kefirin linoleik asit peroksidasyonunu engellemesine ek olarak 1,1-difenil-2-pikrilhidrazil (DPPH) radikalini ve süperoksit radikallerini bağlama konusunda büyük bir kabiliyete sahip olduğunu bildirmiştir. Bu durum kefirin antioksidatif aktivitesi DNA hasarını azaltarak onun antikanserojenik potansiyeli ile açıklanabilir bir bulgu olarak değerlendirilmiştir (Grishina ve ark., 2011). Serbest radikallerin konsantrasyonundaki artışın kronik hastalık riskindeki artışla doğru orantılı bir ilişkisi olması sebebiyle doğal bir antioksidan bileşik kaynağı olan kefirin tüketiminin teşvik edilmesi gerektiği ifade edilmiştir (Rosa ve ark., 2017).

1.8.6. Kefirin antikanserojen etkisi

Düzenli kefir tüketimi, bağırsak mikrobiyotasının bileşimini ve konakçının bağışıklık sistemini olumlu yönde modüle edebilmektedir. Bu nedenle, bu fermente sütün karsinogenezin modülasyonunda önemli bir rol oynayabileceğine inanılmaktadır (Rosa ve ark., 2017). Hosono ve ark. (1990) kefirde izole edilen tüm bakteri suşlarının mutajenlere bağlanma konusunda önemli bir kabiliyete sahip olduğunu (>%98.5) ve bunların dışkı ile atılarak kolonositleri hasardan koruduğunu gözlemlemiştir.

Kanser riskindeki azalma, kefirde bulunan bazı polisakkaritlerin ve spesifik proteinler ve peptitler gibi biyoaktif bileşiklerin varlığına da bağlanabilir. Bu şekilde, kefir tanelerinin suda çözünen polisakkaritleri pulmoner metastaza karşı koruyucu bir etki gösterirken, suda çözünmeyen polisakkarit fraksiyonu farelerde melanom metastazını inhibe etmiştir (Lopitz-Otsoa ve ark., 2006). Ek olarak, kefirin biyoaktif bileşikleri, pro-

karsinogenlerin karsinogenlere dönüşümünü önleyerek, belirli enzimleri engelleyerek kanserin başlamasını önleyebilir veya başlamış tümör büyümesini baskılayabilir (Ahmed ve ark., 2013).

Bu çalışmada piyasada toplanan ısıt işlem uygulanmış ve depolanmış kefir örneklerinin öncelikle fizikokimyasal ve mikrobiyolojik kalite ölçütleri incelenerek Türk Gıda Kodeksi şartlarına uygunluğu belirlenmiştir. Tüm bilgiler ışığında yapılan literatür taramasında kefirin, ısıt hasarı temsil eden 5- Hidroksimetilfurfural (5-HMF) içeriği açısından incelenmediği görülmüştür. Bu bağlamda çalışmada 5-hidroksimetilfurfural seviyesini tespit edilmiş ve örneklerin reolojik ölçümleri yapılarak elde edilen değerlerin bazı reolojik modellere uygunluğunu tespit edilmiştir. Çalışmayı özgün kılan literatürde özellikle 5-HMF bileşiğinin tespitinin araştırmacıların bilgisi dahilinde benzer bir çalışmaya rastlanılmamış olmasıdır.

2. MATERYAL ve METOT

2.1. Materyal

Piyasadan satışa sunulan 5 adet kefir örneği soğuk zincir kırılmadan laboratuvara taşınarak analiz yapılınca kadar +4 °C buzdolabında muhafaza edildi.

2.2. Metot

2.2.1. Kurumadde miktarı

Kurumadde miktarı gravimetrik olarak belirlenmiştir. Etüvde kurutulmuş ve darası alınmış kaplara 3 g örnek ilave edilerek 105 °C’de etüvde sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutma işlemi tabi tutulmuştur. Kurutma için bırakılan desikatörde soğutulan kaplar sabit tartıma gelinceye kadar belirli aralıklarla tartılmıştır. Elde edilen değerlerden kurumadde sonuçları % yüzde (Eşitlik 2.1) olarak tespit edilmiştir.

$$\% \text{ Kurumadde miktarı} = (M_1 - M) * 100 / (M_2 - M) \quad (2.1)$$

M: Kurutma kabı ağırlığı (g)

M₁: Kurutma sonrası kurutma kabı ve numune ağırlığı (g)

M₂: Kurutma öncesi kurutma kabı ve numune ağırlığı (g) (Kurt ve ark.,1993)

2.2.2. Titrasyon asitliği tayini

Homojen haldeki kefir örneklerinin titrasyon asitliği için 10 gram erlen içerisine alınarak 10 mL distile su eklenmiştir. Su ile homojen halde seyreltilmiş kefire 0.5 mL fenolftalein indikatörü damlatıldıktan sonra 0.1 N NaOH çözeltisi ile kalıcı pembe renk sağlanıncaya kadar titrasyon gerçekleştirilmiştir. Eşitlik 2.2 ile hesaplanmıştır (Dave ve Shah,1997; Ufakşeker, 2019).

$$\% \text{ Titrasyon asitliği} = N.V.F.mEq.100/M \quad (2.2)$$

N: NaOH normalitesi

V: Harcanan NaOH çözeltisi miktarı (mL)

F: NaOH Faktörü (1.0019)

mEq: Üründeki organik asidin mili ekivalent ağırlığı (g)

(Laktik asit= 0.090)

M: örnek miktarı (g)

2.2.3. pH tayini

Kefir örneklerine ait pH değerleri (Termo Scientific, Orion3Star, Singapur) pH-metre ile ölçülmüştür

2.2.4. Yağ içeriği

Kefirde yağ miktarı Gerber metodu ile belirlenmiştir. Her bir numune için bütirometreye yoğunluğu 1.820 (Merck) olan 10 mL % 90'lık sülfirik asit ilave edildikten sonra 11 mL kefir örneği eklenmiştir. Bunun üzerinde 1 mL % 30 'luk izoamil alkol (Merck) eklendikten sonra bütirometrenin mantar tıpası kapatılarak dikkatli bir şekilde yavaşça alt üst hareketi yapılarak yağ dışındaki bileşenlerin bertaraf edilmesi sağlanmıştır. 65°C ısıtıcılı (Funke Gerber/Almanya) santrifüjde 5 dakika boyunca 1100 devir/dakika santrifüj edilmiştir. Santrifüj sonrası bütirometre skalasında % yağ değeri okunmuştur (TSE, 2006).

2.2.5. Su tutma kapasitesi tayini

Su tutma kapasitesi için 25 g kefir örneği santrifüj tüpünde tartılarak 6000 devir'de 10 dakika santrifüj edilmiştir. işlem sonrası tüpte ayrılan serum kısmı tüpten uzaklaştırıldıktan sonra çöküntü ile tüp tartılmış ve su tutma kapasitesi değeri aşağıdaki Eşitlik 2.3 kullanılarak belirlenmiştir (Ünal, 2013).

$$\text{Su tutma kapasitesi(\%)} = [(\text{nihai tartım} - \text{tüpün ağırlığı}) / \text{kefir miktarı}] \times 100 \quad (2.3)$$

2.2.6. CIELab renk değeri

Kefir örneklerine ait renk ölçümleri için renk ölçüm cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) kullanılmıştır. Sıvı örneklerin değerlerinin ölçümünü sağlayan hazne içine tam doldurularak Cihazdan L*, a* ve b* değerlerine ait okuma gerçekleştirilmiştir. Her kefir örneği için 5 kez okuma yapılmış ve değerler kaydedilmiştir. Bu sistemde a (+) kırmızılığı, a (-) yeşilliği, b(+) 60 sarılığı, b(-) 60 maviliği, L değeri ise (100) parlaklığı ve (0) siyahlığı temsil etmektedir.

2.2.7. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı

Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı için belirlenmiş peptonlu suyla yapılmış dilüsyonlarda ekim yapılarak gerçekleştirilmiştir. Kefir örneklerinden 1 mL alınarak % 0.1 (w/v) peptonlu suda seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örneklerden 10^{-8} 'e kadar dilüsyonlar elde edilmiştir. Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımında PCA (Plate Count Agar) (Condalab, 4833) besiyeri olarak kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan 1 mL alınarak yayma plak yöntemine göre petrilere ekim sonrası 30 °C sıcaklıkta 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresinin sonunda oluşan koloniler sayılarak kefir örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısına ulaşılmıştır (Halkman, 2005).

2.2.8. Laktobasillus sayımı

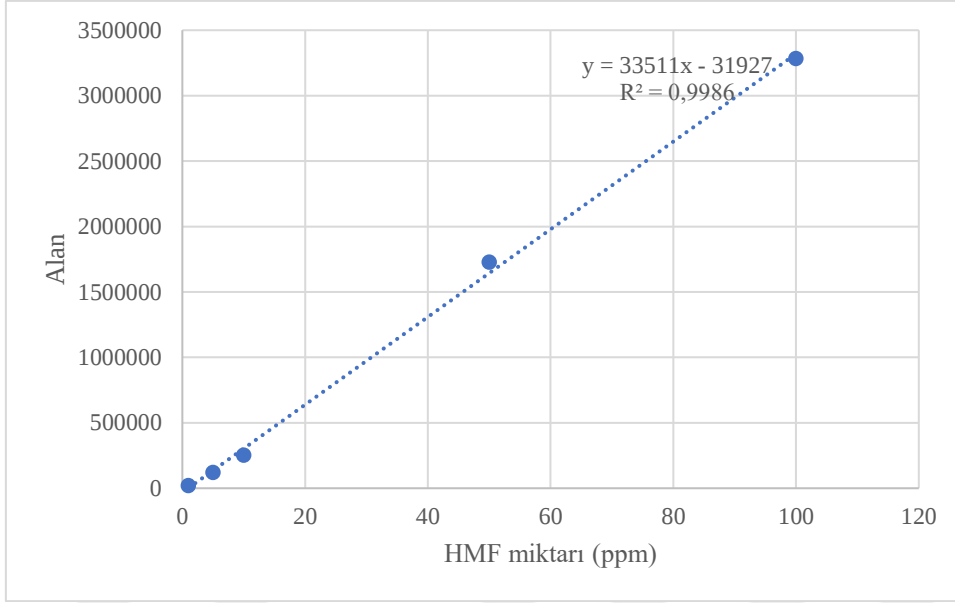
Laktik asit bakteri sayımı belirlenmiş peptonlu suyla yapılmış dilüsyonlarda ekim yapılarak çift kat dökme plaka olacak şekilde gerçekleştirilmiştir. Kefir örneklerinden 1 mL alınarak % 0.1 (w/v) peptonlu suda seyreltilmiştir. Seyreltilmiş örneklerden 10^{-8} 'e kadar dilüsyonlar elde edilmiştir. Laktik asit bakteri sayımında de Man Rogosa and Sharpe (MRS) (Condalab, 1043) besiyeri olarak kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan 1 mL örnek ekilmiştir. Örnek üzerine tekrar besiyeri dökülerek homojen karışımı sağlanmıştır. Besiyeri sertleştikten sonra petrilere 30 °C sıcaklıkta 48 saat inkübasyona sonrası opak ve yuvarlak koloniler sayılmıştır (Yılmaz, 2021).

2.2.9. Maya-küf sayımı

Küf ve maya sayımları için kefir örneklerinden 1 mL alınarak %0.1 (w/v) peptonlu suda seyreltilmiştir, on kat seyreltme işlemi kullanılarak gerekli dilüsyonlar hazırlanmış. Hazırlanan dilüsyonlardan uygun olanlardan DRBC (Dichloran Rose Bengal Chloramphenicol) agar besiyerine yayma plak yöntemi ile 0.1 mL ekim yapılarak 25 °C'de 4-5 gün inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon süresi tamamlandıktan sonra gelişen koloniler sayılmıştır. (Halkman, 2005; TS ISO, 2014).

2.3. 5-HMF İçerğinin Belirlenmesi

Karakavuk ve ark (2023) metodu modifiye edilerek kefir örneklerinin %10'luk çözeltilerinden santrifüj tüpüne 5 mL alınmış ve daha sonra üzerine 0.50 mL Carez I ve Carez II çözeltisi ilave edilmiştir. Elde edilen bulanık örnek 6000 rpm'de (Centurion Scientific, K3 series) santrifüj edildikten sonra 0.45 µm şırınga filtresi ile filtre edilmiştir. Elde edilen filtrat viallere alınarak Yüksek Performans Sıvı Kromatografisi (HPLC) (Schimadzu LC 20A, Japonya) cihazına ait otomatik örnekleyiciye yerleştirilmiştir. İçerik tespiti için C18 kolon (5 µm 250x4.6 mm ID) (Macherey-Nagel NUCLEOSİL 100-5) kullanılmıştır. Kolon sıcaklığı 25°C, %1 asetik asit içeren ultrasaf su ve asetonitril (95:5) hareketli faz kullanılarak 10 µL örnek cihaza enjekte edilmiştir. DAD dedektörü kullanılarak 284 nm dalga boyunda analiz yapılmıştır. 5-HMF standardına ait kalibrasyon eğrisinden yola çıkarak örneklerin 5-HMF konsantrasyonu mg/L cinsinden elde edilmiştir.



Şekil 2.1. 5-HMF standart kalibrasyon eğrisi

2.4. Reolojik Özelliklerdeki Değişimin Belirlenmesi

Kefir örneklerine ait reolojik özellikler, reometre (Anton Paar Gmbh, Graz, Austria) cihazı ile tespit edilmiştir. Reolojik değerler, eş eksenli silindirik ölçüm aparatı (iç silindirin çapı 26.663 mm ve dış silindirin çapı 28.910 mm) yardımıyla 0.1-100 s⁻¹ kayma hızı değerleri arasında farklı ölçüm sıcaklıklarında (4°C, 10°C ve 25°C) belirlenmiştir. tüm kefir örneklerinin kayma hızına karşın kayma gerilimi değerleri belirlenerek, farklı sıcaklıklardaki akış özelliğinin anlaşılabilmesi amacıyla farklı reolojik modellerin (Üssel, Bingham, Herschel-Bulkley) deneysel değerlere uygunluğu belirlenmiştir (Eşitlik 2.4-2.6) (Çevik ve ark., 2016).

$$\tau = K * \dot{\gamma}^n \quad (2.4)$$

$$\tau - \tau_0 = K * \dot{\gamma} \quad (2.5)$$

$$\tau - \tau_0 = K * \dot{\gamma}^n \quad (2.6)$$

Eşitlikler de verilen ifadeler; τ kayma gerilimini (Pa), τ_0 değeri başlangıç kayma gerilimini K kıvam katsayısı (Pa.s^n), (Pa), $\dot{\gamma}$ kayma hızı değerini (s^{-1}) ve n ise akış davranış indeksini (birimsiz) temsil etmektedir (Çevik ve ark., 2016).

2.5. Duyusal Değerlendirme

Kefir örneklerinin duyusal değerlendirme işlemi puanlama testi kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Duyusal değerlendirme 35 panelistin katılımı ile sağlanmıştır (Altuğ ve Elmacı, 2011). Örnekler arasında geçiş yapmadan önce su ile ağız çalkalanarak devam edilmiştir. Örnekler için tat, koku, kıvam, renk ve toplam beğeni kriterlerinin her biri toplam 5 puan üzerinden değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmede 5 puan çok iyi, 1 puan çok kötü aralığında değerlendirilmiştir (Koca, 2016).

2.6. İstatistiksel Analizler

Kefir örneklerinin kayma gerilimi değerlerinin bazı reolojik modeller ile uyumluluğu doğrusal olmayan regresyon analizi yardımıyla belirlenmiştir. Bu reolojik modeller için ilgili eşitlikler (hata kareleri ortalaması karekökü (HKOK), ki-kare (χ^2) ve R^2 değerleri) hesaplanmıştır. En uygun reolojik modelin belirlenmesinde en küçük hata kareleri ortalaması karekökü (HKOK) (Eşitlik 2.7) ve ki-kare (χ^2) (Eşitlik 2.8) değerleri ile en yüksek R^2 değerleri dikkate alınmıştır (Cevik ve ark., 2016). Tüm ölçümler her örnek grubu için en az üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.

$$\text{HKOK} = \left[\frac{1}{N} \sum_{i=1}^n (KG_{\text{teorik},i} - KG_{\text{deneysel},i})^2 \right]^{0.5} \quad (2.7)$$

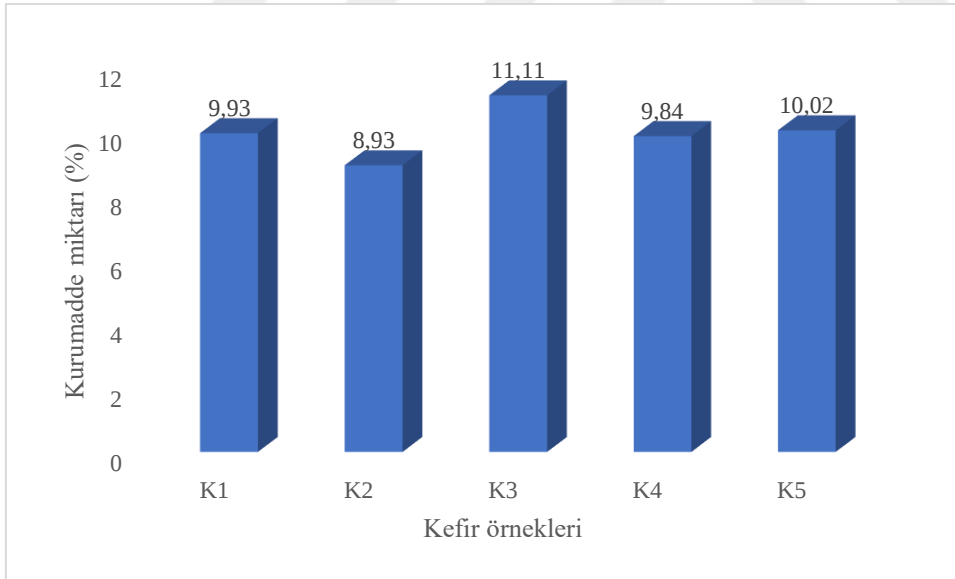
$$\chi^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (KG_{\text{teorik},i} - KG_{\text{deneysel},i})^2}{N-n} \quad (2.8)$$

KG teorik ve deneysel reolojik kayma gerilimini, N gözlenen veri sayısını, n modeldeki katsayı değerini temsil etmektedir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Kurumadde Değerleri

Ticari kefir örneklerinin kurumadde değerinin %9.46-11.46 arasında olduğu buna ek olarak Şekil 3.1 incelendiğinde K1 örneğinin %9.76 iken K3 örneğinde %11.11 olduğu tespit edilmiştir. Ateş (2021) yılında aydın ilinde satışa sunulmuş sade ticari kefir örneklerinde en düşük değerin %7.24 en yüksek değerin %12.55 olduğu belirlenmiştir. Nur Ünal ve ark. 2020 6 ticari kefirlerde kurumadde miktarını inceledikleri çalışmalarında değerin %8.71 ile %9.38 arasında hesaplamışlardır. Ufakşeker, (2019) sade kefir örneklerinin 15. gün depolamadaki kurumadde değerlerinin %9.91 ile %11.65 arasında olduğunu belirlemiştir. Sade kefir örnekleri incelendiğinde kurumadde açısından mevcut çalışmadaki değerler açısından birbiriyle yakın olduğu anlaşılmıştır. Kurumadde miktarındaki bu farklılık kefir üretiminde kullanılan sütün bileşimiyle açıklanabileceği ifade edilmiştir.

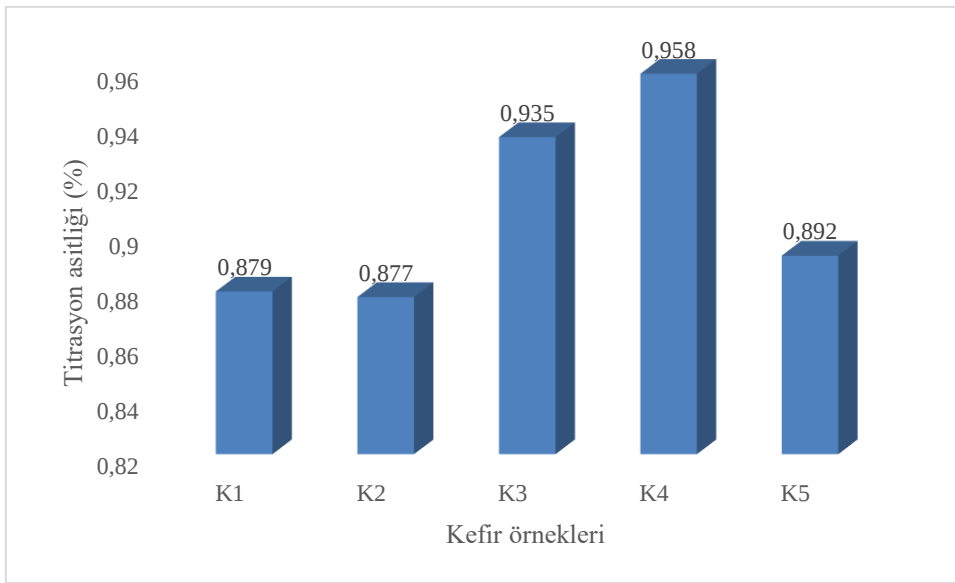


Şekil 3.1. Kefir örneklerine ait % kurumadde değerleri

3.2. Titrasyon Asitliği Değerleri

Piyasadan toplanmış 5 adet sade kefir örneğinin titrasyon asitliği değerlerinin en düşük 0.879 en yüksek ise 0.960 olduğu tespit edilmiştir. Türk gıda kodeksi fermente süt tebliği incelendiğinde, tüm kefir örneklerinin titrasyon asitliği miktarının en fazla % 0.6

belirtilmiştir. Bu çalışmada kullanılan kefir örneklerinin Tebliğe uygun olduğu görülmüştür. Benzer şekilde yapılan başka bir çalışmada kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri %0.58 ile %0.75 aralığında olduğunu belirlenmiştir (Dağyıldız, 2015). Yatık, (2021) tarafından yapılan çalışmada titrasyon asitliği değerleri mevcut çalışmaya benzer olarak %0.84-0.98 aralığında olduğu rapor etmişlerdir. Fakat %0.25 gibi düşük değerlerin ölçüldüğü kefir örnekleri de görülmektedir. Titrasyon asitliğindeki bu farklılıkların sebebinin, kullanılan kefir tanesi, starter kültür, inkübasyon süresi ve sıcaklığı gibi faktörler olduğu belirtilmiştir. (Yılmaz ve ark. 2006).

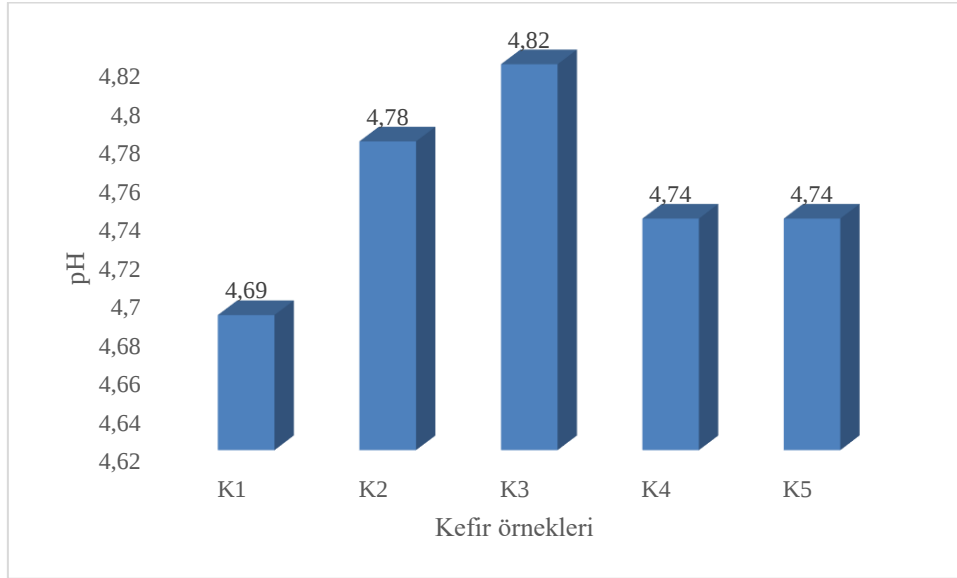


Şekil 3.2. Kefir örneklerine ait % titrasyon asitlik değerleri

3.3. pH Değerleri

Piyasadan elde edilmiş kefir örneklerine ait pH değerleri Şekil 3.3'te verilmiştir. K1 örneğinde değerin 4.69 ile en düşük olduğu ve K3 örneğinin ise 4.82 ile en yüksek olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerine ait çalışmalar incelendiğinde Ufakşeker (2019), endüstriyel olarak ürettiği kefir örneklerinin pH değerlerinin 4.36 ile 4.62 arasında olduğunu belirlemiştir. Yine Aydın ilinden toplanmış kefir örneklerinin pH değerlerinin 4.22-4.60 olduğu vurgulanmıştır (Ateş, 2021). Ayrıca yine piyasadan toplanılmış sade kefir örneklerinin pH değerleri 4.26-4.37 aralığında olduğu görülmüştür (Ünal ve ark., 2020). Kefir örneklerinin pH değerlerindeki bu farklılık, kullanılan süt, starter kültür, mayalama

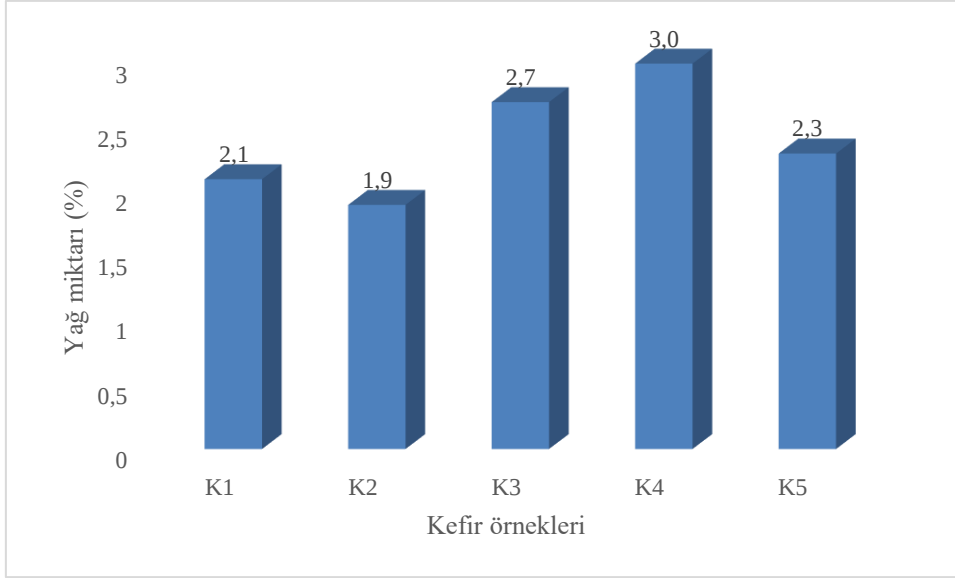
sıcaklığı ve süresi ile ürün depo sıcaklığı ve süresinden kaynaklandığı ifade edilmiştir (Dinç, 2008)



Şekil 3.3. Kefir örneklerine ait pH değerleri

3.4. Yağ Tayini Değerleri

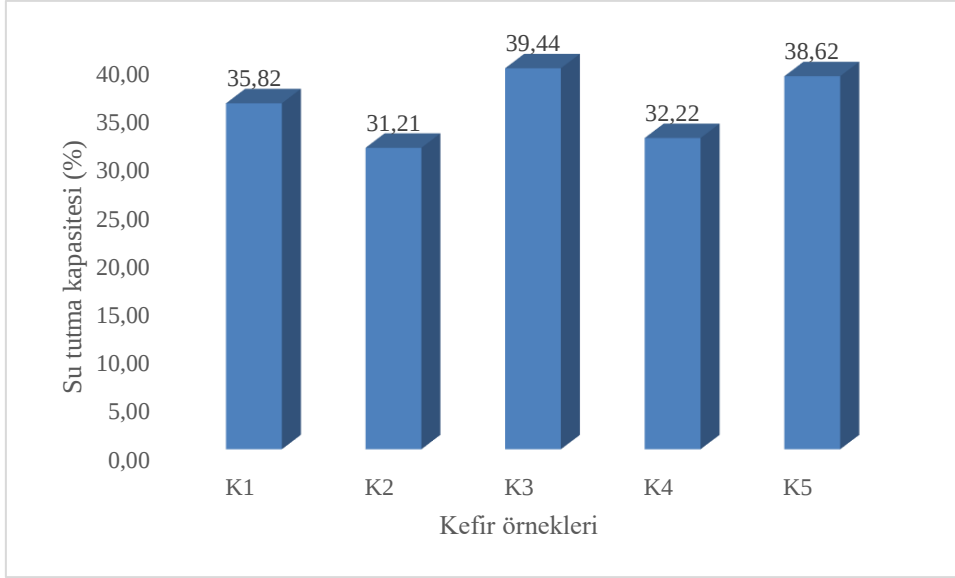
Kefir örneklerin % yağ değerleri şekil 3.4'te verilmiştir. K1, K2, K3, K4 ve K5 örnekleri için yağ değerleri sırasıyla % 2.1, 1.9, 2.7, 3, 2.3 % olarak tespit edilmiştir. Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğindeki yağ limitleri incelendiğinde kütlece en fazla % 10 sınırını aşmadığı ve mevzuata uygun oldukları tespit edilmiştir. Mevcut çalışmamızla benzer eğilimde olan Aydın ilinde piyasadan toplanan sade kefirlerin yağ yüzdelerinin 1,55 ile 3 arasında olduğunu belirlenmiştir (Ateş, 2021). Ünal ve ark. (2020), ticari kefir örneklerinin yağ değerlerini %1.30 ile %2.90 arasında değiştiğini ifade etmişlerdir. Yağ içeriğindeki bu farklılıkların esas sebebinin hammadde olarak kullanılan sütün başlangıçtaki yağ içeriğinden kaynaklı olduğu belirtilmiştir (Tamime ve Deeth, 2006).



Şekil 3.4. Kefir örneklerine ait %yağ miktarı

3.5. Su Tutma Kapasitesi Değerleri

Yoğurt ve kefir gibi fermente süt ürünlerinin su tutma kapasitesi terimi, katı madde ile suyun ayrılmasını temsil eden sinersize karşı direnci ifade etmektedir. Kefir örneklerinin su tutma kapasitelerinin %31.21 ile %39.44 arasında dağılım gösterdiği K3 kodlu örneğin ise en yüksek değeri sağladığı görülmektedir (Şekil 3.5). Yağsız süt kurumadde arttıkça su tutma kapasitesinin arttığı %9, 11, 13 ve 15 kurumadde miktarına karşılık gelen su tutma kapasite değerleri sırasıyla %26.95, %36.80, %41.63, %43.99 olarak tespit edilmiştir (Ünal, 2013). Xiao ve ark. (2023) kefir örneklerinin su tutma kapasitelerini %44.13 olarak hesaplamışlardır. Farklı kefir örneklerinin 20 günlük depolama boyunca sade kefirlerde su tutma kapasitelerini % 35.73-38.46 olarak hesaplamışlardır (Goncu ve ark., 2017).



Şekil 3.5. Kefir örneklerine ait % su tutma kapasitesi değerleri

3.6. CIELab Renk Değerleri

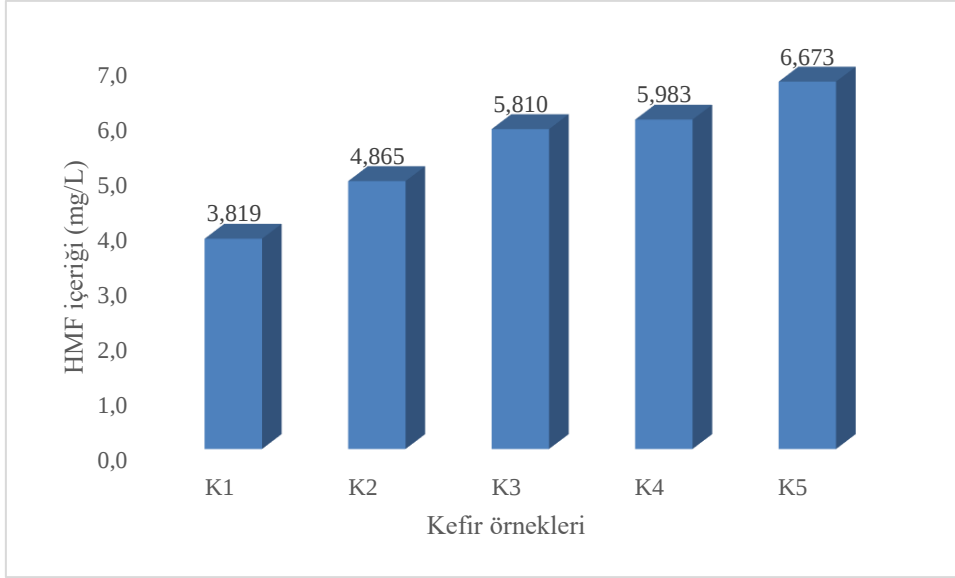
Ticari kefir örneklerinin renk değerleri Tablo 3.1’de verilmiştir. Kefir örneklerinin L^* değerleri 83.17 ile 89.03, a^* değerlerinin -2.87 ile -3.57 ve b^* değerlerinin ise 4.37 ile 6.02 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Gürsoy ve ark. (2020) yaptıkları çalışmada ticari 6 kefir örneğinin L^* değeri 84.21-86.68, a^* değeri (- 2.40)-(-2.87) ve b^* değeri ise 4.80-6.03 aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yalçın (2021) yapmış olduğu çalışmada özellikle kontrol grubu kefir örneklerinde L^* 89.15, a^* -1.24 ve b^* ise 7.66 değerleri ile mevcut çalışma ile benzer sonuçlar verdiği görülmüştür.

Tablo 3.1. Kefir örneklerine ait CIELab renk ve standart sapma değerleri

Kefir Örnekleri	L^*	a^*	b^*
K1	87.43±3.63	-3.31±0.08	6.02±0.04
K2	83.17±0.94	-3.57±0.12	5.91±0.21
K3	84.66±0.65	-2.87±0.07	4.37±0.19
K4	85.39±1.66	-3.12±0.07	5.97±0.17
K5	89.03±0.73	-3.23±0.02	5.80±0.05

3.7. 5-HMF Değerleri

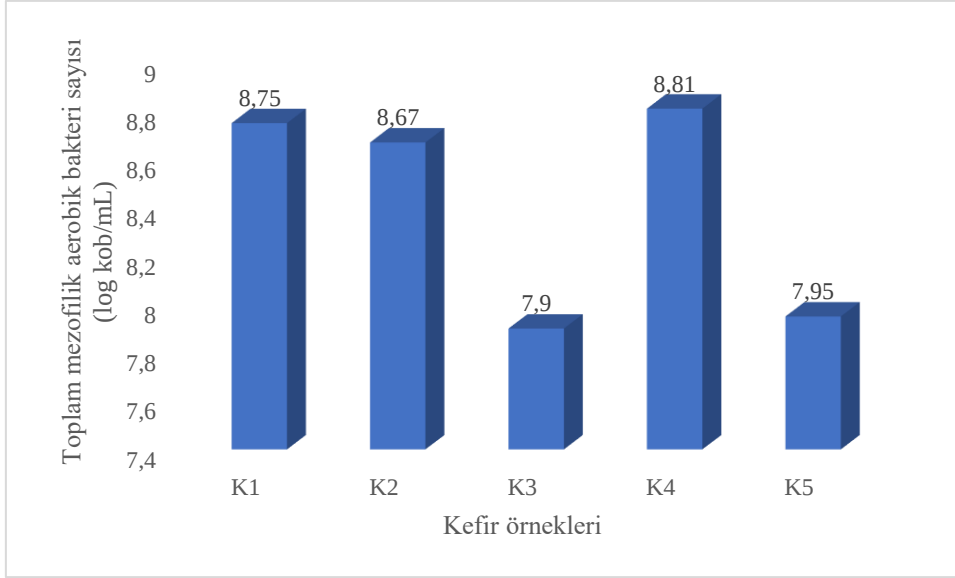
5-HMF içeriğinin çok önemli bir kalite/ısı hasarı belirtici olması sebebiyle ticari kefir örneklerinin 5-HMF içerikleri tespit edilmiştir. Bu parametreye ait veriler Şekil 3.6'da belirtildiği şekliyle 3.819-6.673 mg/L aralığında olduğu belirlenmiştir. Wu ve ark. (2023) tarafından 5-HMF tespit yönteminden kaynaklı Oksalik asit sindirimi sırasında laktozun bozunması, çiğ sütte 5-HMF seviyesinin tespit edilmesine sebebiyet verdiği, ancak süte uygulanan ısı işleme bağlı olarak en yüksek 5-HMF değerinin ultra yüksek sıcaklık (UHT) uygulamasında tespit edildiğini bildirmiştir (Wu ve ark., 2023). Li ve ark. (2022) sütte düşük sıcaklık uzun süre, yüksek sıcaklık kısa süre, UHT ve şişede sterilizasyon yöntemleriyle 5-HMF miktarındaki değişimi incelediği çalışmada sterilizasyon yöntemlerinin 5-HMF değerini 4.5 ile 8.4 kat artışına sebebiyet verdiği tespit edilmiştir (Li ve ark., 2022). Toker (2012) peynir ve dondurmanın 5-HMF içeriğini incelediği çalışmada özellikle peynirde değerin çok düşük olduğunu belirlemiştir. Peynirdeki bu düşük değerin sebebini ise pastörizasyon sıcaklığının daha düşük olması, asiditesinin daha düşük olması ve özellikle serumla birlikte 5-HMF değerinin peynirden uaklaşmasına bağlamışlardır. Sade dondurma 5-HMF değerlerinde ise 3 örnekte tespit edilmediği buna karşın 1.95 ppm, 2.17 ppm ve 5.25 ppm olarak tespit edilmiştir. Karamelli dondurma örneklerinde ise 5-HMF değerlerinin sade örneklerle kıyaslandığında önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür (Toker, 2012). Bazı gıdalarda (bal gibi) 5-HMF içeriği yasal olarak sınırlandırılmış olsa da süt ve süt ürünleri için böyle bir sınırlamaya gidilmemiştir.



Şekil 3.6. Kefir örneklerine ait 5-HMF değerleri

3.8. Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

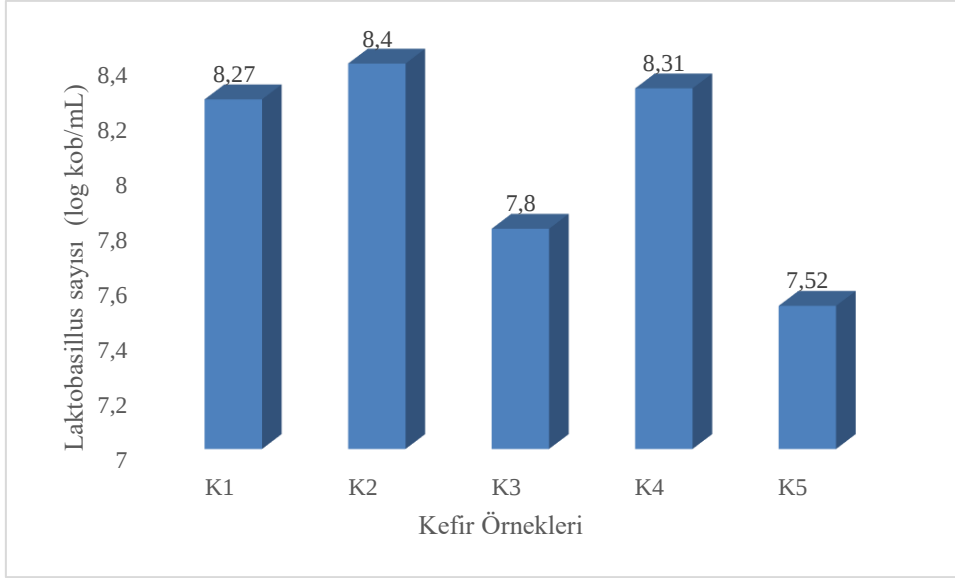
Kefir örneklerinin TMAB sayıları 7.9 log kob/mL ile 8.81 log kob/mL arasında belirlenmiştir (Şekil 3.7). K2 örneğine ait bu değer 8.67 log kob/mL olduğu tespit edilmiştir. Ufakşeker (2019) göre endüstriyel sade kefiirlere ait TMAB sayılarını 7.99 ile 10.67 log kob/mL arasında olduğunu ortaya konulmuştur (Ufakşeker, 2019). Kefir örneklerinin TMAB sayısının incelendiği başka bir çalışmada değerlerin 7.87 ile 9.41 log kob/mL arasında belirlendiği ve depolama boyunca azaldığı görülmüştür (Çınar, 2019). Set tipi kefirin üretildiği bir başka çalışmada TMAB sayısının en düşük değerin 8.80 log kob/mL en yüksek değerin ise 10.05 log kob/mL olduğu ve bu değerin kurumadde miktarındaki artışa bağlı olarak yükseldiği ifade edilmiştir (Ünal, 2013). Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğinde kefir için toplam spesifik mikroorganizma sayısını en az 10^7 kob/g olarak belirlendiği düşünüldüğünde örneklerin tamamının toplam spesifik mikroorganizma bakımından kriterlere uygun olduğu belirlenmiştir.



Şekil 3.7. Kefir örneklerine ait toplam mezofilik aerobik bakteri sayısı

3.9. Laktobasillus Sayımı

Kefir örneklerine ait laktik asit bakterilerinin sayısı Şekil 3.8’de verilmiştir. Kefir örneklerine ait Laktobasillus sayımında en yüksek değer 8.4 log kob/ml iken en düşük değer 7.52 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Çınar, (2019) sade kefir örneklerinin laktobasillus sayısını depolama gününe bağlı olarak 7.75-9.01 log kob/mL olarak hesaplamıştır. Ateş (2021) Aydın ilinde satışa sunulan kefir örneklerinin Laktobasillus sayımını 6.84 log kob/mL olduğu rapor edilmiştir. Ufakşeker (2019) endüstriyel ve geleneksel kefir üretiminde lactobasillus sayısı 7.04 log kob/mL ile 9.88 log kob/mL arasında olduğu tespit edilmiştir. Sade kefir örneklerinin üretildiği çalışmada da laktobasillus sayımlarının 6.30 ile 8.94 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Tüm bu çalışmalar incelendiğinde laktik asit bakteri sayısı açısından mevcut çalışmamız ile benzer sonuçlar elde edildiği görülmüştür.

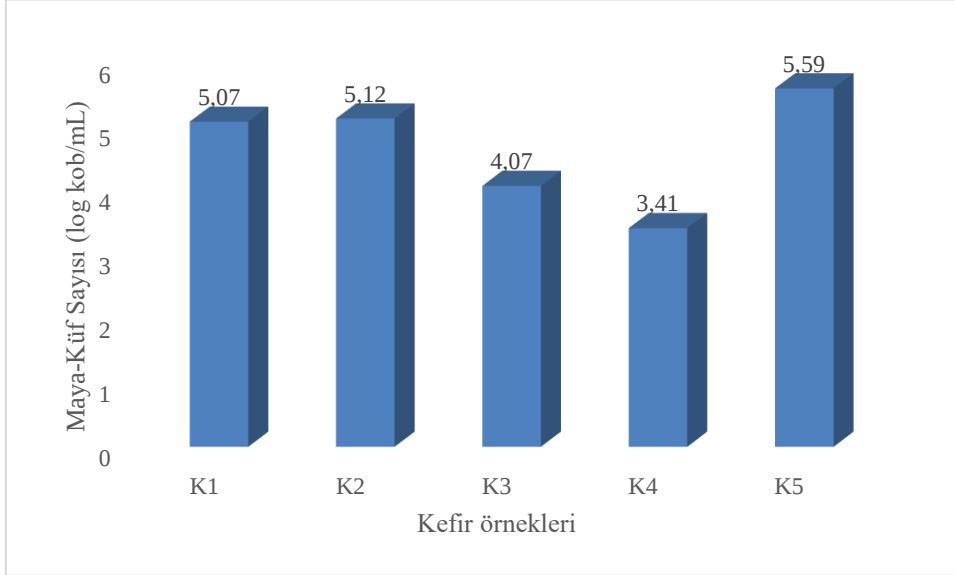


Şekil 3.8. Kefir örneklerine ait Laktobasillus sayısı

3.10. Toplam Maya ve Küf Sayımı

Kefir örneklerinin maya küf sayımına ait Şekil 3.9'daki grafik incelendiğinde 3.41 ila 5.59 log kob/mL arasında olduğu görülmüştür. Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğinde kefirin toplam maya sayısının standart olarak en az 3 log kob/mL olduğu bu açıdan kefir örneklerinin tamamının maya içeriğinin Tebliğe uygun olduğu tespit edilmiştir. Ünal ve ark. (2020) yaptıkları ticari kefir örnekleri üzerindeki çalışmada maya sayısını 4.38-5.37 log kob/mL arasında tespit etmişlerdir. Ufakşeker (2019) yaptığı çalışmada kefirlerin maya içeriklerinin 4.60 ± 0.06 ila 5.54 ± 0.03 log kob/mL arasında değiştiğini vurgulamıştır. Bu değerler göz önüne alındığında mevcut çalışmamızdaki maya ve küf sayısı bakımından benzer olduğu görülmüştür. Bir başka çalışmada piyasadan toplanılmış sade kefir örneklerinin maya ve küf sayısının 2.30 log kob/mL ila 5.20 log kob/mL daha düşük değerlerde tespit edildiği görülmüştür (Ateş, 2021). Ancak Garofalo ve ark. (2020) nın yaptığı çalışmada inek sütüne geleneksel yöntemle elde edilen kefir içeceklerinin maya sayımı ise 5.90 log kob/mL ile 7.62 log kob/mL aralığında olduğu diğer çalışmalarla karşılaştırıldığında değerlerin yüksek olduğu anlaşılmaktadır. Maya sayısı değerlerindeki bu farklılıkları, kefirin üretim şekline, kefir tanesinin menşesine ve kefir tanesinin mikrobiyal bileşimine bağlamışlardır. Her ne kadar kefirde maya içeriği Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğinde belirlenmiş olsa da gazlı ve köpüksü tekstür, nihai tüketici tarafından arzu edilmeyen bir duyuşsal özellik olması nedeniyle üreticiler tarafından

beğeniye arttırmak için kefirdeki maya içeriğinin bir şekilde düşük tutulduğu vurgulanmıştır. (Dinç, 2008).

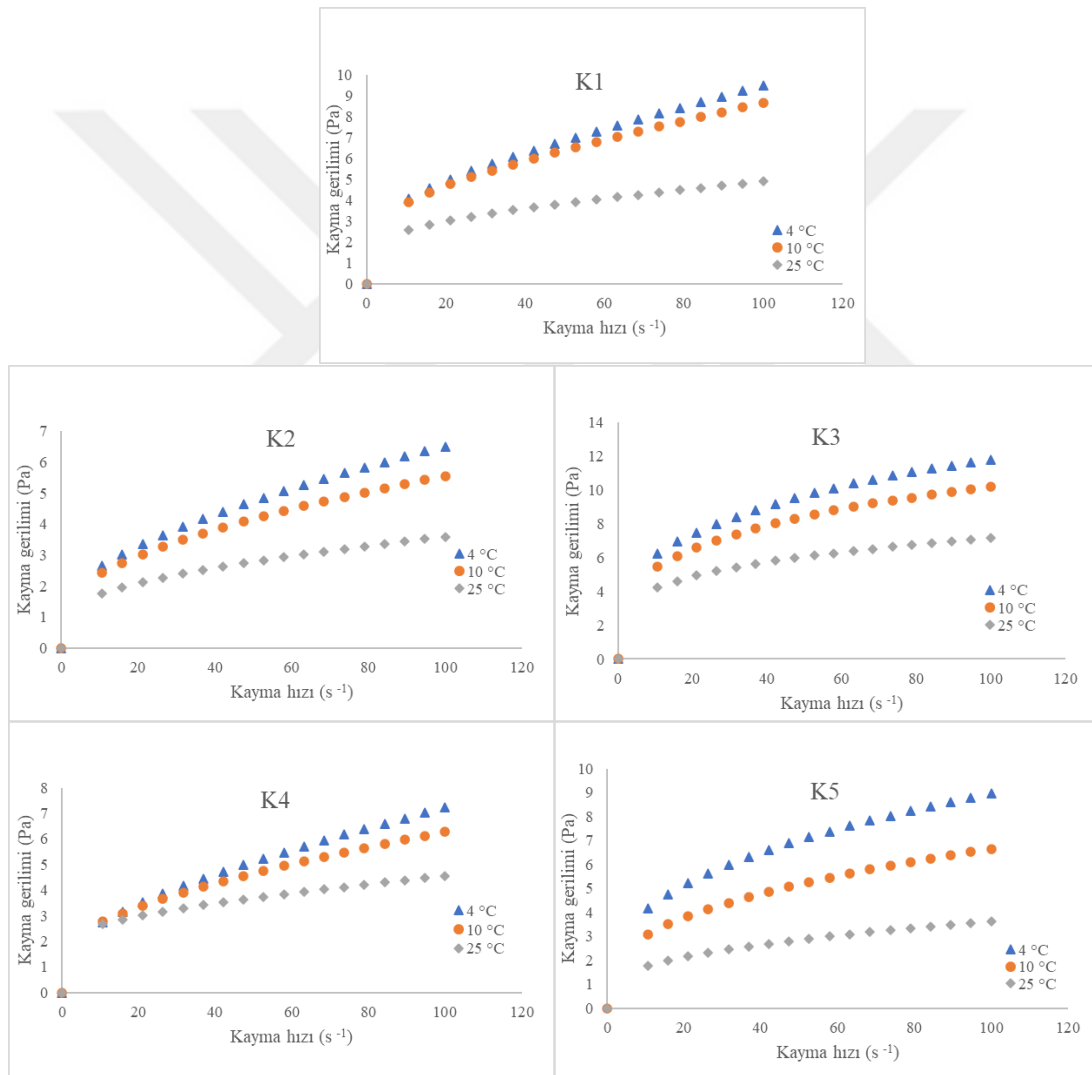


Şekil 3.9. Kefir örneklerine ait maya-küf sayısı

3.11. Reolojik Değerlendirme Sonuçları

Kayma gerilimi değerlerinin verildiği Şekil 3.10 incelendiğinde kayma hızı ve sıcaklık değerlerindeki artışa bağlı olarak arttığı görülmektedir. Farklı sıcaklık değerlerinin kefirin reolojik özellikleri üzerine etkilerinin daha kapsamlı incelenebilmesi için bazı reolojik modellerin (Bingham, Üssel ve Herschel-Bulkley modeli) elde edilen deneysel kayma gerilimi (Pa) ve kayma hızı (s^{-1}) değerlerine uygunluğu doğrusal olmayan regresyon analizi yardımı ile tespit edilmiştir. Modeller arasındaki karşılaştırmanın daha detaylı yapılabilmesi amacıyla teorik hesaplanan değerlerden elde edilen HKOK ve χ^2 değerleri istatistiksel olarak karşılaştırılmıştır. Bu modellerden Bingham modelinin daha düşük R^2 daha yüksek hata oranları (HKOK ve χ^2) sahip olması sebebiyle kefir örnekleri için uygun görülmemiştir. Tablo 3.2 incelendiğinde istatistiksel veriler ışığında, Üssel model ve Herschel-Bulkley modellerinin daha uygun olduğu fakat her iki model incelendiğinde ise Herschel-Bulkley modelinin daha yüksek R^2 ve daha düşük hata oranlarına (HKOK ve χ^2) sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada en uygun modelin R^2 değerlerinin 0.999-1.000 ile çok yüksek olduğu görülmüştür.

Saygılı ve ark. (2022) farklı inkübasyon sıcaklıklarında (20, 25 ve 30 °C) ürettikleri kefir örneklerinin reolojisini inceledikleri çalışmada 20°C sıcaklıktaki değerlerin üssel modele diğer sıcaklıklarda ise mevcut çalışmamızda olduğu gibi Herschel-Bulkley modeline uyduğu belirlenmiştir. Diğer bir çalışmada ticari 6 kefir örneğinin reolojik özellikleri incelenmiş ve Power Law modeline uygun olduğu tespit edilmiştir (Ünal ve ark., 2020). Tablo 3.3 incelendiğinde akış davranış indeksi (n) değerinin 0.1958-0.7160 arasında olduğu (n<1) için Newton olmayan psödoplastik davranış gösteren sıvılar olarak değerlendirilmiştir.



Şekil 3.10. Kefir örneklerinin farklı işlem sıcaklıklarına ait kayma hızına karşı kayma gerilim grafiği.

Tablo 3.2. Farklı sıcaklıklarda reolojik olarak incelenen kefir örneklerinin bazı reolojik modellere uygunluğuna ait istatistiksel veriler

Kefir örnekleri	Sıcaklık (°C)	İstatistiksel veriler	Modeller		
			Bingham model	Üssel model	Hershel-Bulkley model
K1	4	R ²	0.994±0.0010	0.992± 0.0012	1.000±0.0000
		HKOK	0.1230 ±0.0124	0.1470 ±0.0111	0.0236 ±0.0024
		χ ²	0.017149± 0.003452	0.024415 ±0.003587	0.000673 ±0.0001
	10	R ²	0.991±0.0015	0.993±0.0015	1.000±0.0000
		HKOK	0.1272±0.0140	0.1198±0.0072	0.0187±0.0055
		χ ²	0.018363±0.003958	0.016179±0.001941	0.000444±0.000254
	25	R ²	0.984±0.0060	0.994±0.0042	0.999±0.0006
		HKOK	0.0856±0.0205	0.0513±0.0136	0.0142±0.0038
		χ ²	0.008604±0.003711	0.003116±0.001678	0.000253 ±0.000130
K2	4	R ²	0.988±0.0021	0.997±0.0011	1.000±0.0000
		HKOK	0.1276±0.0088	0.0577±0.0140	0.0040±0.0011
		χ ²	0.018364±0.002509	0.003891±0.001943	0.000020±0.000011
	10	R ²	0.984±0.0010	0.998±0.0015	1.000±0.0000
		HKOK	0.1158±0.0084	0.0437±0.0113	0.0051±0.0027
		χ ²	0.015136±0.002184	0.002242±0.001192	0.000037±0.000038
	25	R ²	0.982±0.0030	0.997±0.0010	1.000±0.0000
		HKOK	0.0716±0.0059	0.0303±0.0052	0.0050±0.0012
		χ ²	0.005799±0.000966	0.001050±0.000341	0.000032±0.000014
K3	4	R ²	0.963±0.0052	0.999±0.0001	0.999±0.0006
		HKOK	0.3153±0.0186	0.0412±0.0028	0.0326±0.0063
		χ ²	0.112117±0.013270	0.001912 ±0.000268	0.001311±0.000489
	10	R ²	0.958±0.0032	0.999±0.0006	0.999±0.0006
		HKOK	0.2826±0.0193	0.0238±0.0108	0.0232±0.0103
		χ ²	0.090113±0.012369	0.000723±0.000651	0.000730±0.000645
	25	R ²	0.958±0.0150	0.999±0.0015	1.000±0.0000
		HKOK	0.1729±0.0363	0.0272±0.0137	0.0119±0.0028
		χ ²	0.034601±0.014147	0.000971±0.000954	0.000176±0.000079
K4	4	R ²	0.991±0.0010	0.997±0.0010	1.000±0.0000
		HKOK	0.1261±0.0152	0.0754±0.0073	0.0036±0.0013
		χ ²	0.018063±0.004323	0.006434 ±0.001260	0.000017±0.000012
	10	R ²	0.988±0.0035	0.995±0.0021	1.000±0.0000
		HKOK	0.1116±0.0203	0.0681±0.0157	0.0047±0.0014
		χ ²	0.014321±0.004993	0.005395±0.002476	0.000028±0.000017
	25	R ²	0.986±0.0020	0.991±0.0015	1.000±0.0000
		HKOK	0.0660±0.0046	0.0526±0.0041	0.0073±0.0013
		χ ²	0.004917±0.000684	0.003123±0.000497	0.000065±0.000022
K5	4	R ²	0.971±0.0062	0.999±0.0006	1.000±0.0000
		HKOK	0.2376±0.0253	0.0226±0.0155	0.0061±0.0012
		χ ²	0.063966±0.013602	0.000754±0.000737	0.000046 ±0.000019
	10	R ²	0.975±0.0027	0.999±0.0006	0.999±0.0006
		HKOK	0.1641±0.0164	0.0279±0.0053	0.0059±0.0017
		χ ²	0.030513±0.006015	0.000895±0.000334	0.000044±0.000027
	25	R ²	0.979±0.0021	0.998±0.0000	1.000±0.0000
		HKOK	0.0793±0.0052	0.0234±0.0025	0.0041±0.0007
		χ ²	0.007101±0.000916	0.000620±0.000137	0.000021±0.000008

Tablo 3.3. Farklı sıcaklıklarda elde edilen Hershel-Bulkley modeline ait reolojik katsayı değerleri

Kefir Örnekleri	Sıcaklık (°C)	Kıvam katsayısı, K (Pa.s ⁿ)	Akış davranış indeksi, n	Akma gerilimi, τ_0 (Pa)	Regrasyon katsayısı, R ²
K1	4	0.2688±0.0331	0.7160±0.0302	2.7765±0.1408	1.000±0.0000
	10	0.2543±0.0323	0.6644±0.0285	2.5890±0.0342	1.000±0.0000
	25	0.2444±0.0240	0.5389±0.1081	1.5685±0.2623	0.999±0.0006
K2	4	0.3778±0.0253	0.5898±0.0283	1.2537±0.2907	1.000±0.0000
	10	0.3426±0.0346	0.5416±0.0184	1.1253±0.3478	1.000±0.0000
	25	0.2532±0.0586	0.5153±0.0400	0.9151±0.0897	1.000±0.0000
K3	4	2.1288±0.1067	0.3462±0.0019	1.5238±0.0199	0.999±0.0006
	10	2.6338±0.1456	0.2860±0.0036	0.2114±0.0354	0.999±0.0006
	25	1.2531±0.7350	0.3411±0.0918	1.4601±0.9874	1.000±0.0000
K4	4	0.3227±0.0538	0.6489±0.0266	1.3965±0.0887	1.000±0.0000
	10	0.2990±0.0960	0.6078±0.0591	1.5357±0.2195	1.000±0.0000
	25	0.1958±0.0306	0.5640±0.0274	1.9284±0.0673	1.000±0.0000
K5	4	1.1116±0.2001	0.4253±0.0265	1.0382±0.2284	0.999±0.0006
	10	0.7863±0.1562	0.4339±0.0293	0.9325±0.1426	1.000±0.0000
	25	0.3352±0.0557	0.4655±0.0278	0.7992±0.0559	1.000±0.0000

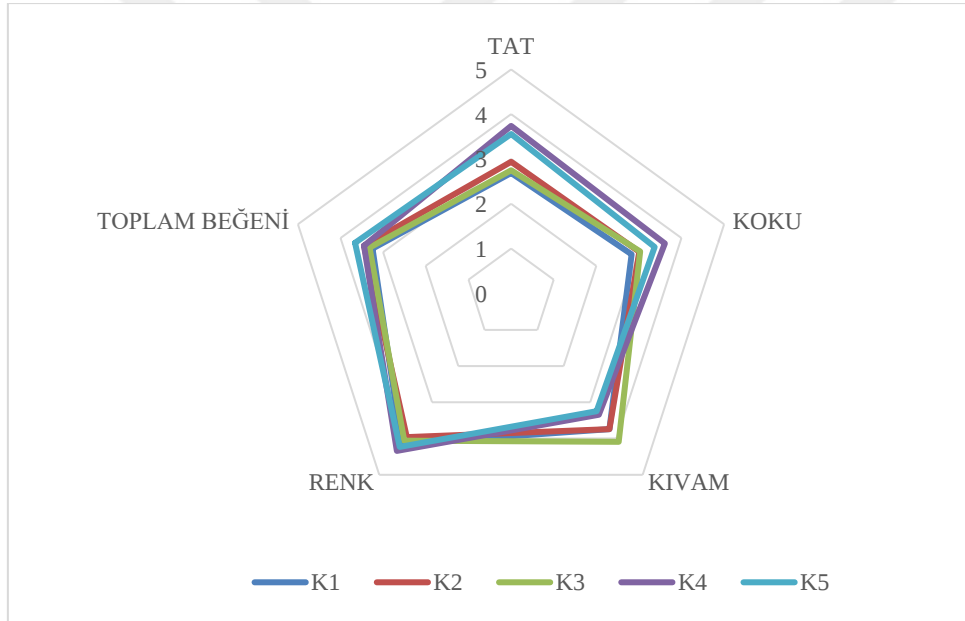
3.12. Duyusal Değerlendirme Sonuçları

Gıda üretiminde en önemli kriterlerden biri üretilen ürünün nihai tüketici üzerindeki duyusal olarak beğenisi. Kefir örneklerine ait duyusal kalite kriterlerinden tat, koku, kıvam, renk ve toplam beğeniye ait veriler Tablo 3.4'te verilmiştir. Elde edilen puanlar doğrultusunda K4 örneğinin tadının en çok beğenildiği görülmüştür. Koku kriterine ait değerlendirmede en yüksek puanlı K4 örneğinin en düşük puanlı K1 örneğinden %21 daha fazla beğeni aldığı belirlenmiştir (Tablo 3.4).

Tablo 3.4. Kefir örneklerine ait duyusal değerlendirme sonuçları

Kalite Kriterleri	Kefir örnekleri				
	K1	K2	K3	K4	K5
TAT	2.69±0.515	2.94±0.616	2.75±0.419	3.74±0.507	3.56±0.509
KOKU	2.83±0.522	3.01±0.684	3.03±0.530	3.61±0.670	3.37±0.549
KIVAM	3.74±0.458	3.74±0.458	4.09±0.284	3.34±0.499	3.25±0.441
RENK	4.15±0.544	3.96±0.367	4.06±0.246	4.34±0.684	4.23±0.426
GENEL BEĞENİ	3.25±0.442	3.45±0.507	3.32±0.499	3.45±0.576	3.66±0.482

Kıvam puanları incelendiğinde ise K3 örneğinin 4.09 beğeni oranıyla en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Genel kabul edilebilirliği temsil eden genel beğeni değeri ise 3.66 olarak K5 kefir örneğinde belirlenmiştir. Kefir örneklerin tat ve koku değerlendirmesi incelendiğinde tüm örnekler için beğeni puanların düşük olduğu anlaşılmaktadır. Benzer sonuçlar Ünal ve ark. (2020) yılında ticari kefir örneklerinde yaptıkları duysal değerlendirmede de tespit edilmiştir. Bu durum; kefir ürününün tüketiciler tarafından pek iştahla tercih edilmediği kanısına neden olmuştur. Fermente süt ürünlerinin tüketim alışkanlıklarının ölçüldüğü bir çalışmada, katılımcılar tarafından “kefir tüketmiyorum” soruna verilen evet cevabının çok yüksek olması tercih edilmeme durumunu göz önüne sermektedir. (Tarakçı ve ark., 2015). Kefirin duysal değerlendirilmesinden elde edilen verilere ait görsel Şekil 3.11’de sunulmuştur.



Şekil 3.11. Kefir örneklerine ait duysal değerlendirme grafiği

4. SONUÇ

Piyasadan toplanan ticari kefir örneklerinin fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik duyuusal ve ısı kalite hasarı oluşturan 5-HMF içeriğini belirlemek amacıyla ulusal çapta üretim yapan 5 firmaya ait kefirler analiz edilmiştir.

Kefir örneklerinin % kurumadde içeriklerinin kullanılan hammadde bileşimiyle ilişkili olduğu bilinmektedir. Burada incelenen örneklerin en düşük % kurumadde miktarı 8.93 iken en yüksek değeri ise 11.11 olarak tespit edilmiştir.

Ticari kefirlerin % asitlik değerleri 0.879 ile 0.958 arasında olduğu ve bu değerlerin fermente süt tebliğindeki en az % 0.6 kriterini sağladığı belirlenmiştir. Örneklerin pH değerlerinin ise 4.69 ile 4.82 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Örneklere ait yağ değerlerinin en düşük %1.9 en yüksek ise %3 olduğu bu değerlere göre Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğindeki yağ limitleri açısından kütlece en fazla %10 sınırını aşmadığı ve mevzuata uygun olduğu tespit edilmiştir.

Ürünün kıvamında önemli kriterlerden biri olan su tutma kapasitesi değerleri en düşük %31.21 en yüksek değerin ise %39.44 olduğu belirlenmiştir. Kurumadde miktarındaki artışla su tutma kapasite değerinin de arttığı bilinmektedir. K3 örneği incelendiğinde hem kurumadde miktarının, hemde su tutma kapasitesinin yüksek olduğu saptanmıştır.

Duyusal olarak renk açısından standardizasyonun sağlanabilmesi için incelenen L* değerinin 83.17 ile 89.03, a* değerinin -2.87 ile (-3.57) ve b* değerinin ise 4.37 ile 6.02 aralığında olduğu tespit edilmiştir.

Ürünlerin 5-HMF içeriğinin çok önemli bir kalite/ ısı hasarı belirteci olması dolayısıyla ticari kefir örneklerinin HMF içerikleri tespit edilmiştir. Bu pametreye ait değer aralığı 3.819-6.673 mg/L olduğu tayin edilmiştir. Ancak süt ve süt ürünleri için yasal bir limit olmamasına rağmen toksik etkisi ve besin değerindeki kayıplar açısından düşünüldüğünde araştırılması önem arz etmektedir.

Kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarının 7.9 log kob/mL ile 8.81 log kob/mL arasında olduğu belirlenmiştir. Elde edilen bu değerler; kefir için fermente süt tebliğinde belirtilmiş “toplam spesifik mikroorganizma sayısı en az 10^7 kob/g olmalı” kriterini sağladığı görülmüştür.

Ticari kefir örneklerine ait Laktobasillus sayımında en yüksek değer 8.4 log kob/ml iken en düşük değer 7.52 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Yine bu örneklerin toplam

maya-küf sayımı incelendiğinde örneklerde küfe rastlanılmadığı maya değerlerinin ise 3.41 ila 5.59 aralığında olması bu kriterin fermente süt tebliğindeki yasal limitlere uygun olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

Kefir örneklerinin duysal değerlerdirme puanları incelendiğinde örneklerin tat bakımından en çok beğenilenle en az beğenilen arasında %28.07'lik bir fark olduğu belirlenmiştir. Kefirin tat ve koku açısından puanların düşük olduğu bu durumun damak tadı açısından beğenilmediği sonucuna ulaştırmıştır. Kıvam açısından en yüksek puanı K3 örneğinin aldığı tespit edilmiştir.

Duyusal olarak kıvam beğeni değerleri incelendiğinde K3 örneğinin 4.09 olduğu görülmektedir. Kefir örneklerinin kayma gerilimi değerleri incelendiğinde sıcaklığa bağlı olarak tüm örnekler içinde en yüksek değerin K3'te olduğu belirlenmiştir. Bu değerler daha viskoz bir ürünün panelistlerin beğenisini arttırdığı sonucuna ulaştırmıştır.

İncelenen bu değerlerin Üssel model ve Herschel-Bulkley modellerinin daha uygun olduğu fakat her ikisi incelendiğinde ise Herschel-Bulkley modelinin daha yüksek R^2 ve daha düşük hata oranlarına (HKOK ve χ^2) sahip olduğu tespit edilmiştir. bu modele ait R^2 değerlerinin 0.999-1.000 ile çok yüksek olduğu görülmüştür. ayrıca kefir örnekleri akış davranış indeki (n) değerinin 0.1958-0.7160 arasında olduğu (n<1) için Newtonyel olmayan psödoplastik davranış gösteren sıvı olarak değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak ticari kefir örneklerinin asitlik, yağ içeriği, toplam mezofilik aerobik bakteri ve maya-küf içeriği açısından Türk Gıda Kodeksi fermente süt tebliğinde belirtilen limitlere uygun olduğu görülmektedir. Duyusal değerlendirme sonuçları incelendiğinde; kefirin tüketiminin kısıtlı olmasının esas sebebinin faydalarının toplumca bilinmemesine bağlanmaktadır. Bu bakımdan kefirin sağlık üzerindeki pozitif etkilerinin topluma ifade edilmesi gerekmektedir. Ayrıca 5-HMF ile ilgili literatür tarandığında sütte sınırlı sayıda çalışmaların olduğu ancak kefirdeki içeriğinin çalışılmadığı görülmüştür. Bu çalışmanın, ticari olarak kefirin piyasadaki durumunu tespit etmek, reolojik özelliğini belirlemek, beğeni durumunu öğrenmek ve özellikle 5-HMF içeriğini tespit etmek açısından literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

5. KAYNAKLAR

- 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.
- Altuğ T., Elmacı Y.** 2011. gıdalarda duyuusal değerlendirme (2nd ed.), Sidas Medya, İzmir, p. 134.
- Akpınar, D., Kılıç, G.B.** 2012. Laktik Asit Bakterileri Tarafından Üretilen Antifungal Bileşenler. *Gıda*, 37(1):47-54.
- Allen, J.M., Jagers, R.M., Solden, L.M., Loman, B.R., Davies, R.H., Mackos, A.R., Bailey, M.T.** 2019. Dietary oligosaccharides attenuate stress-induced disruptions in immune reactivity and microbial B-vitamin metabolism. *Frontiers in immunology*, 10:1774.
- Arı, P., Eroğlu, S., İçier, F., Karagözlü, C., Obuz, E.** 2012. Farklı yağ içeriklerine sahip kefirlerin inkübasyon süresince reolojik özellikleri ve pH değerlerindeki değişimin incelenmesi. *III Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Konya.
- Ateş, H.G.** 2021. Aydın İlinde Tüketime Sunulan Ticari Kefirlerin Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Kalitesinin Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Aydın.
- Aydar, K.** 1994. Geleneksel fermente süt ürünlerimizin teknolojileri ve raf ömürleri, Seminer, Ankara Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Süt Teknolojisi Bölümü, 29-38.
- Badel, S., Bernardi, T., Michaud, P.** 2011. New perspective for Lactobacilli exopolysaccharides. *Biotechnology Advances*, 29: 54–66.
- Badıllı, A.** 2020. Dondurma üretiminde süttozu yerine nohut ununun kullanılabilme olanaklarının araştırılması. *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü. Şanlıurfa. 104s
- Barreto, I., Rangel, A., Urbano, S., Bezerra, J., Oliveira, C.** 2019. Equine milk and its potential use in the human diet. *Food science and technology*, 39:1-7.
- Bengoa, A.A., Iraporda, C., Garrote, G.L., Abraham, A.G.** 2019. Kefir micro-organisms: Their role in grain assembly and health properties of fermented milk. *Journal of Applied Microbiology*, 126:686–700.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I., Dimitrov, Z.P.** 2003. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. *International Dairy Journal*, 13(7):529-535.
- Bourrie, B.C.T., Willing, B.P., Cotter, P.D.** 2016. The microbiota and health promoting characteristics of the fermented beverage kefir. *Frontiers in Microbiology*, 7:647.

- Bozkurt, P., Köktaş, T., Güzel-Seydim, Z.** 2010. Geleneksel ve ticari olarak üretilen kefirlerin mikrobiyal içeriklerinin belirlenmesi. *I. Uluslararası Adryatik'ten Kafkaslar'a Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, s.330, 15-17 Nisan, Tekirdağ.
- Chen, H.L., Tung, Y.T., Tsai, C.L., Lai, C.W., Lai, Z.L., Tsai, H.C., Lin, Y.L., Wang, C.H., Chen, C.M.** 2014. Kefir improves fatty liver syndrome by inhibiting the lipogenesis pathway in leptin-deficient ob/ob knockout mice. *International Journal of Obesity*, 38:1172–1179.
- Cheirsilp, B., Shimizu, H., Shioya, S.** 2003. Enhanced kefir production by mixed culture of *Lactobacillus kefirifaciens* and *Saccharomyces cerevisiae*. *Journal Biotechnology*, 100:43-53.
- Czamanski, R.T., Greco, D.P., Wiest, J.M.** 2004. Evaluation of antibacterial activity in filtrates of traditional kefir. *Revista Higiene Alimentar*, 18:75–77.
- Çevik, M., Tezcan, D., Sabanci, S., Icier, F.** 2016. Changes in Theological Properties of Koruk (Unripe Grape) Juice Concentrates During Vacuum Evaporation. *Akademik Gıda*, 14(4):322-332.
- Çebi, K., Özyürek, S., Türkyılmaz, D.** 2018: Süt ve süt ürünleri tüketiminde tüketici tercihlerini etkileyen faktörler: Erzincan ili örneği. *Tarım Bilimleri Dergisi*, 28(1):70-77.
- Çınar, K.** 2019. Farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin depolama süresince mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve in vitro antioksidan kapasitesindeki değişimin tespiti, *Yüksek lisans Tezi*, Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Dağyıldız, K.** 2015. Soya sütü ve inek sütü karışımı kullanılarak yapılan kefirlerin fizikokimyasal mikrobiyal ve duyu özellikleri üzerine transglutaminaz enziminin etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Dave, R.I., Shah, N.P.** 1997. Viability of Yoghurt and Probiotic Bacteria in Yoghurts Made from Commercial Starter Cultures. *International Dairy Journal*, 7(1):31-41.
- de Vrese, M., Marteau, P.R.** 2007. Probiotics and prebiotics: effects on diarrhea. *The Journal of Nutrition*, 137:803–811.
- Delgado-Fernández, P., Corzo, N., Olano, A., Hernández-Hernández, O., Moreno, F.J.** 2019. Effect of selected prebiotics on the growth of lactic acid bacteria and physicochemical properties of yoghurts. *International Dairy Journal*, 89:77–85.
- Dertli, E., Çon, A.H.,** 2017. Microbial Diversity of Traditional Kefir Grains and Their Role on Kefir Aroma. *LWT-Food Science and Technology*, 85:151-157.

- Dimitreli, G., Antoniou, K.D.** (2011). Effect of incubation temperature and caseinates on the rheological behaviour of Kefir. *Procedia Food Science*, 1:583-588.
- Dinç, A.** 2008. Kefirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duitschaever, C.L., Kemp, N., Emmons, D.** 1987. Pure culture formulation and procedure for the production of kefir. *Milchwissenschaft*, 42(2):80-82.
- Farag, M.A., Jomaa, S.A., Abd El-Wahed, A., El-Seedi, H.R.** 2020. The many faces of kefir fermented dairy products: Quality characteristics, flavour chemistry, nutritional value, health benefits, and safety. *Nutrients*, 12:346.
- Farnworth, E.R.** 2005. Kefir a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*. 2(1):1-17,
- Ferreira, C.** 2010. Quefir como alimento funcional. In Alimentos Funcionais Componentes Bioativos e Efeitos Fisiológicos (Quefir as a functional food. In Functional Foods – bioactive Components and Physiological Effects), vol. 1: 111–122.
- Figler, M., Mózsik, G., Schaffer, B., Gasztonyi, B., Ács, P., Szili, B., Szakály, S.** 2006. Effect of special Hungarian probiotic kefir on faecal microflora. *World Journal of Gastroenterology: WJG*, 12(7):1129.
- Fiorda, F.A., de Melo Pereira G.V., Thomaz-Soccol V., Rakshit S.K., Pagnoncelli M.G.B., Vandenberghe L.P.D.S., Soccol C.R.** 2017. Microbiological, biochemical, and functional aspects of sugary kefir fermentation—A review. *Food Microbiology Journal*, 66:86–95.
- Garofalo, C., Ferrocino, I., Reale, A., Sabbatini, R., Milanović, V., Alkić-Subašić, M., 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., Milanovi, V., Aquilanti, L., De Filippis, F., Stellato, G., Di Mauro, S., Turchetti, B., Buzzini, P., Ercolini, D., Clementi, F.** 2015. Bacteria and yeast microbiota in milk kefir grains from different Italian regions. *Food Microbiolgy*, 49:123-133.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G., De Antoni, G.L.** 2001. Chemical and Microbiological characterisation of kefir grains. *Journal of Dairy Research*, 68:639–652.
- Gomes, A.C., Bueno, A.A., de Souza, R.G.M., Mota, J.F.** 2014. Gut microbiota, probiotics and diabetes. *Nutrition journal*, 13(1): 1-13
- Goncu, B., Celikel, A., Guler-Akin, M.B., Akin, M.S.** 2017. Some properties of kefir enriched with apple and lemon fiber. *Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka*, 67(3):208-216.

- Grishina, A., Kulikova, I., Alieva, L., Dodson, A., Rowland, I., Jin, J.** 2011. Antigenotoxic effect of kefir and ayran supernatants on fecal water-induced DNA damage in human colon cells. *Nutrition and cancer*, 63(1):73-79.
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Dal, H.Ö.G., Yakalı, H.N., Yılmaz, Y.** 2020. Physicochemical and rheological properties of commercial kefir drinks. *Akademik Gıda*, 18(4):375-381.
- Güven, A., Güven, A., Gülmez, M.** 2003. The effect of kefir on the activities of GSH-Px, GST, CAT, GSH and LPO levels in carbon tetrachloride-induced mice tissues. *Journal of veterinary medicine. B, Infectious diseases and veterinary public health*, 50:412-416.
- Güzel-Seydim, Z.B., Wyffels, J.T., Seydim, A.C., Greene, A.K.** 2005. Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscobic observation. *International Journal of Dairy Technology*, 58(1):25-29.
- Hadisaputro, S., Djokomoeljanto, R.R., Soesatyo, M.H.** 2012. The effects of oral plain kefir supplementation on proinflammatory cytokine properties of the hyperglycemia Wistar rats induced by streptozotocin. *Acta Medica Indonesiana*, 44(2):100-104.
- Halkman, A.K.** 2005. Gıda mikrobiyolojisi uygulamaları. Başak Matbaacılık ve Tanıtım Hizmetleri. Ankara.
- Hamida, R.S., Shami, A., Ali, M.A., Almohawes, Z.N., Mohammed, A.E., Bin-Meferij, M.M.** 2021. Kefir: A protective dietary supplementation against viral infection. *Biomedicine and Pharmacotherapy*, 133:110974.
- Hernández-Ledesma B., Contreras, M.M., Recio, I.** 2011. Antihypertensive peptides: production, bioavailability and incorporation into foods. *Advances in Colloid and Interface Science*, 165:23-35.
- Hertzler, S.R., Clancy, S.M.** 2003. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. *Journal of the American Dietetic Association*, 103:582-587.
- Hosono, A., Tanabe, T. Otani, H.** 1990. Binding properties of lactic acid bacteria isolated from kefir milk with mutagenic amino acid pyrolyzates. *Milchwissenschaft*, 45(10):647-651.
- Inal, T.** 1990. Süt ve süt ürünleri hijyen ve teknolojisi. İstanbul, Final ofset.
- Irigoyen, A., Akana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibanez, F.C.** 2005. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry*, 90:613-20.

- Ismail, A.A., Ghaly, M.F., El-Naggar, A.K.** 2011. Milk kefir: ultrastructure, antimicrobial activity and efficacy on aflatoxin b1 production by *Aspergillus flavus*. *Current Microbiology*, 62:1602–1609.
- Karagözlü, C.** 1990. Farklı ısıtma işlem uygulanmış inek sütlerinden kefir kültürü ve tanesi ile üretilen kefirlerin dayanıklılığı ve nitelikleri üzerine araştırmalar *Yüksek Lisans Tezi*, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ürünleri Teknoloji Ana Bilim Dalı, İzmir.
- Karagözlü, C., Kavas, G.** 2000. Alkollü fermente süt içecekleri: Kefir ve kımızın özellikleri ve insan beslenmesindeki önemi. *Gıda*, 6(7):86-93.
- Karakavuk, E., Goksu, A., Sabanci, S.** 2022. Investigation of electrical conductivity and bioactive quality during ohmic evaporation process of Apple juice. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(11):e17036.
- Karatepe, P., Yalçın, H., Patır, B., Aydın, I.** 2012. Kefir ve kefirin mikrobiyolojisi. *Elektronik Mikrobiyoloji Dergisi TR*, 10 (1):1-1
- Kesenkas, H., Dinkci, N., Seckin, K., Kinik, O., Göncü, S., Ergönül, P.G., Kavas, G.** 2011. Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of soymilk kefir. *African Journal of Microbiology Research*, 5:3737–3746.
- Kesenkas, H., Gürsoy, O., Özbay, H.** 2017. Kefir. fermented foods in health and disease prevention; Academic Press: Cambridge, M.A, USA. 339–361.
- Kırmaz, C., Kınık, Ö., İçer, F.** 2023. Determination of rheological properties of kefir produced with buffalo milk and other milk mixtures. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 60(1):37-51.
- Koca, A.** 2016. Rendelenmiş trabzon hurması, muz ve elma ilave edilerek üretilen kefir yoğurtlarının fiziksel, kimyasal ve duyu özelliklerinin depolama süresince değişimi *Yüksek Lisans Tezi*, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Koçak, C., Gürsel, A.** 1981. Kefir. *Gıda*, 6(4).
- Koroleva, N.S.** 1982. Special products (kefir, koumyss, etc.). *International Dairy Congress*, s.146-152.
- Koroleva, N.S.** 1988. Technology of Kefir and Kumys. Science and Technology of Fermented Milks. *Bulletin of IDF*, 227.
- Korsak, N., Taminiau, B., Leclercq, M., Nezer, C., Crevecoeur, S., Ferauche, C., Detry, E., Delcenserie, V., Daube, G.** 2015. Short communication: Evaluation of the microbiota of kefir samples using metagenetic analysis targeting the 16S and 26S ribosomal DNA fragments. *Journal of Dairy Science*, 98:3684–3689.

- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A.** 1993. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi Genişletilmiş 5. Baskı. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No:18 Ders Kitapları Seri No: 252/d Erzurum.
- Kwon, C.S., Park, M.Y., Cho, J.S., Choi, S.T., Chang, D.S.** 2003. Identification of effective microorganisms from kefir fermented milk. *Food Science and Biotechnology*, 12:476–479.
- Laureys, D., Aerts, M., Vandamme, P., de Vuyst, L.** 2018. Oxygen and diverse nutrients influence the water kefir fermentation process. *Food Microbiology*, 73:351-361.
- Leite, A.M.D.O., Miguel, M.A.L., Peixoto, R.S., Rosado, A.S., Silva, J.T., Paschoalin, V.M.F.** 2013. Microbiological, technological and therapeutic properties of kefir: a natural probiotic beverage. *Brazilian journal of microbiology*, 44:341-349.
- Libudzisz, Z., Piatkiewicz, A.** 1990. Kefir production in Poland. *Dairy Industry International*, 55:31-33.
- Liutkevičius, A. ve Šarkinas, A.** 2004. Studies on the Growth Conditions and Composition of Kefir Grains – as a Food and Forage Biomass. *Veterinary Zootec*, 25:64–70.
- Lopitz-Otsoa F, Rementeria A, Elguezabal N, Garaizar J.** 2006. Kefir: a symbiotic yeasts–bacteria community with alleged healthy capabilities. *Revista Iberoamericana de Micología*, 23:67–74.
- Maeda, H., Zhu, X., Omura, K., Suzuki, S., Kitamura, S.** 2004. Effects of an exopolysaccharide (kefiran) on lipids, blood pressure, blood glucose, and constipation. *Biofactors*, 22(1-4): 197-200.
- Marquina, D., Santos, A., Corpas, I., Munoz, J., Zazo, J., Peinado, J.M.,** 2002. Dietary influence of kefir on microbial activities in the mouse bowel. *Letters in Applied Microbiology*, 35:136-140.
- Marsh, A.J., O’Sullivan, O., Hill, C., Ross, R.P., Cotter, P.D.** 2013. Sequencing-based analysis of the bacterial and fungal composition of kefir grains and milks from multiple sources. *PLoS One* 8:e69371.
- Marshall, V.M., Cole, W.M.** 1985. Methods for making kefir and fermented milks based on kefir. *Journal of Dairy Research*, 52:451-456.
- Mendes, R.M.L., de Andrade, R.H.C., Marques, M.D.F.F., de Andrade, E.R.** 2021. Potential use of the passion fruit from caatinga in kefir. *Food Bioscience*, 39:100809.
- Meng, J., Zhang, Q.X., Lu, R.R.** 2017. Surface layer protein from *Lactobacillus acidophilus* NCFM inhibit intestinal pathogen-induced apoptosis in HT-29 cells. *International Journal of Biological Macromolecules*, 96:766–774.

- Metin, M.** 2005. Sütün Bileşimi ve İşlenmesi. Ege Üniversitesi Basımevi, 802s, İzmir.
- Metin, S., Tavlas, B.** 1986. Kefir tanesi ve kefir kültürü kullanılarak üretilen kefirlerin kalitesi üzerine olgunlaşma koşullarının etkisi. *Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 4(1):51-68.
- Nalbantoglu, U., Cakar, A., Dogan, H., Abaci, N., Ustek, D., Sayood, K., Can H.** 2014. Metagenomic analysis of the microbial community in kefir grains. *Food Microbiology*, 41:42–51.
- Nogueira, L.K., Aguiar-Oliveira, E., Kamimura, E.S., Maldonado, R.R.** 2016. Milk and açai berry pulp improve sensorial acceptability of kefir-fermented milk beverage. *Acta Amazonica*, 46:417—424.
- Odet, G.** 1995. Fermented milks. Bulletin-International Dairy Federation, (300), 98-100. Kefir.DanoneWorldsNewsletter,No:11.Erisim:[http://www.danonevitapole.com/nutri_views/newsletter/eng/news_11/titre_2.html]. Erisim tarihi: 07. Eylül. 2006.
- Oh, Y., Osato, M.S., Han, X., Bennett, G., Hong, W.K.** 2002. Folk yoghurt kills *Helicobacter pylori*. *Journal of applied microbiology*, 93(6):1083-1088.
- Ostadrahimi, A., Taghizadeh, A., Mobasser, M., Farrin, N., Payahoo, L., Gheshlaghi, Z. B., Vahedjabbari, M.** 2015. Effect of probiotic fermented milk (kefir) on glycemic control and lipid profile in type 2 diabetic patients: a randomized double-blind placebo-controlled clinical trial. *Iranian journal of public health*, 44(2):228.
- Otles, S., Cagindi, O.** 2003. Kefir: A probiotic dairy-composition, nutritional and therapeutic aspects. *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2):54-59.
- Otsoa, F.L., Rementeria, A., Elguezabal, N., Garaizar, J.** 2006. Kefir: A Symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. *Revista Iberoamericana de Micologia*, 23:67-74.
- Özcan, A., Kaya, N., Atakisi, O., Karapehlivan, M., Atakisi, E., Cenesiz, S.** 2009. Effect of kefir on the oxidative stress due to lead in rats. *Journal of Applied Animal Research*, 35(1):91-93.
- Özcan, T., Eroğlu, E.** 2018. Sütün enzimatik koagülasyonu ve peynir üretiminde bitkisel pıhtılaştırıcılar. *Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 32(2):201-214.
- Pogačić, T., Šinko, S., Zamberlin, Š., Samaržija, D.** 2013. Microbiota of Kefir Grains. *Mljekarstvo*, 63(1):3–14.
- Paredes, J.L., Escudero-Gilete, M.L., Vicario, I.M.** 2022. A new functional kefir fermented beverage obtained from fruit and vegetable juice: Development and characterization. *Food Science and Technology*, 154:112728.

- Petrova, P., Ivanov, I., Tsigoriyna, L., Valcheva, N., Vasileva, E., Parvanova-Mancheva, T., Arsov, A., Petrov, K.** 2021. Traditional Bulgarian dairy products: ethnic foods with health benefits. *Microorganisms*, 9:480.
- Powell, J.E.** 2006. Bacteriocins and bacteriocin producers present in Kefir and Kefir grains, *M. Sc Thesis*, Department of Food Science, Stellenbosch Universit.
- Prado M.R., Blandón L.M., Vandenberghe L.P.S., Rodrigues C., Castro G.R., Thomaz-Soccol V., Soccol C.R.** 2015. Milk kefir: Composition, microbial cultures, biological activities, and related products. *Frontiers in Microbiology*, 6:1–10.
- Quirós, A., Hernández-Ledesma, B., Ramos, M., Amigo, L., Recio, I.** 2005. Angiotensin-converting enzyme inhibitory activity of peptides derived from caprine kefir. *Journal of Dairy Science*, 88(10):3480-3487.
- Ratray, F.P., O'Connell, M.J.** 2022. Kefir (P.L.H. McSweeney, J.P. McNamara (Eds.), *Encyclopedia of dairy sciences* (3rd ed.), Academic Press, Oxford, pp. 438-445.
- Rimada, P.S., Abraham, A.G.** 2006. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *International Dairy Journal*, 16:33–39.
- Rodrigues, K.L., Caputo, L.R.G., Carvalho, J.C.T., Evangelista, J., Schneedorf, J.M.** 2005. Antimicrobial and healing activity of kefir and kefir extract. *International Journal of Antimicrobial Agents*, 25:404–408.
- Rosa, D.D., Dias, M.M.S., Grześkowiak, Ł.M., Reis, S.A., Conceição, L.L., Maria do Carmo, G. P.** 2017. Milk kefir: Nutritional, microbiological and health benefits. *Nutrition Research Reviews*, 30:82–96.
- Sadiye, A.** 2020. Impact of storage time on the content of kefir. *Eurasian Journal of Food Science and Technology*, 4:82–90.
- Saija, N., Welman, A., Bennett, R.** 2010. Development of a dairy based exopolysaccharide bioingredient. *International Dairy Journal*, 20: 603–608.
- Saloff-Coste, C.J.** 1996. Kefir. Nutritional and health benefits of yoghurt and fermented milks. *Dannone World Newsletter*. 11:1–7.
- Santos, A., San Mauro, M., Sanchez, A., Torres, J.M. Marquina. D.** 2003. The antimicrobial properties of different strains of *Lactobacillus* spp. isolated from kefir. *Systematic and Applied Microbiology*, 26:434–437.
- Sarkar, S.** 2008. Biotechnological innovations in kefir production: A review. *British Food Journal*, 110:283–295.
- Say, D., Tangüler, H., Güzeler, N.** 2019. Çilek ve kayısı aromalı kefirlerin depolanması sırasında mikrobiyolojik özelliklerindeki değişim. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 7(2):306-311.

- Saygılı, D., Döner, D., İçier, F., Karagözlü, C.** 2021. Rheological properties and microbiological characteristics of kefir produced from different milk types. *Food Science and Technology*, 42:e32520.
- Schneedorf, J., Anfiteatro, D.** 2004. Quefir, um probiotico produzido por microorganismos encapsulados e inflamação. In Fitoterapicos Anti-inflamatorios (Kefir, a probiotic produced by encapsulated microorganisms and inflammation. In *Anti-inflammatory Phytotherapy*, pp. 443–462.
- Singh, P.K., Shah, N.P.** 2017. Other fermented dairy products: Kefir and koumiss. In *Yogurt in health and disease prevention* (pp. 87-106). Academic Press.
- Tamime, A.Y., Deeth, H.C.,** 2006. Yoghurt Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43 (12):939-977.
- Tamime, A.Y., Deeth, H.C.** 1980. Yoghurt: Technology and biochemistry. Pergamon Pres Ltd., Headington Hill Hall, Oxford, 431p. England.
- Tarakçı, Z., Karaağaç, M., Çelik, Ö.F.** 2015. Ordu il merkezindeki tüketicilerin fermente süt ürünleri tüketim alışkanlıkları. *Akademik Ziraat Dergisi*, 4(2):71-80.
- Toker, Ö.S.** 2012. Farklı gıdalarda 5-hmf düzeyinin belirlenmesi ve riskli bulunan gıdaların 5-hmf içeriğinin farklı yöntemler kullanılarak azaltılma olanaklarının araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Tomar, O., Çağlar, A., Akarca, G.** 2017. Kefir ve sağlık açısından önemi. *AKU Journal Science Engineering Science*, 17:834-853.
- Toscano, M., De Grandi, R., Pastorelli, L., Vecchi, M., Drago, L.** 2017. A consumer's guide for probiotics: 10 golden rules for a correct use. Digestive and Liver Disease: *Official Journal of the Italian Society of Gastroenterology and the Italian Association for the Study of the Liver*, 49 (11):1177–84.
- Türk Gıda Kodeksi (TGK),** 2022. Türk Gıda Kodeksi, Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tarım ve Köy işleri Bakanlığı Tebliğ No:2022/44, Ankara.
- Türk Standartları, (TS ISO),** 2014. Gıda zinciri mikrobiyolojisi -Mikroorganizmaların sayımı için yatay yöntem - Bölüm 2: Su aktivitesi 0.95'e eşit veya daha düşük olan ürünlerde koloni sayım tekniği. Türk Standartları Enstitüsü.
- Türk Standartları Enstitüsü,** 2006.Yoğurt Standardı, TS 1330, Ankara.
- Ufakşeker, K.** 2019. Geleneksel ve endüstriyel olarak üretilen kefirin fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- URL-1,** 2021. 9 Food Trends to Watch For in 2021. <https://www.ift.org/news-and-publications/blog/2021/2021-food-tech-predictions>. Erşim Tarihi 21 Haziran 2021.

- URL-2, 2024. <https://arastirma.tarimorman.gov.tr/tepge/Belgeler/PDF%20DurumTahmin%20Raporlar%C4%B1/2021%20DurumTahmin%20Raporlar%C4%B1/S%C3%B Ct%20ve%20S%C3%BCt%20%C3%9Cr%C3%BCnleri%20Durum%20Tahmin%20Raporu%202021-331%20TEPGE.pdf>. Erişim tarihi 01.01.2024.
- URL-3, 2024. <https://www.marketdataforecast.com/market-reports/kefir-market>. Erişim tarihi, 01.01.2024.
- Ünal, F.N., Kalyas, A., Gürbüz, Z., Şengül, M., Ürkek, B. 2020. Ticari Kefirlerin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi. *Gıda*, 45(3):555-563.
- Ünal, F.G. 2013. Kuru madde oranları farklı sütlerden starter kültür ve dane ile üretilen set tipi kefirlerin duyusal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri *Yüksek Lisans Tezi*, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Ürkek, B., Erkaya, T., Şengül, M. 2011. Kefir: Bileşimi, üretimi, probiyotik ve terapötik özellikleri. *Akademik Gıda*, 9(5):60–66.
- Vinderola, C.G., Duarte, J., Thangavel, D., Perdigon, G., Farnworth, E., Matar, C. 2005. Immunomodulating capacity of kefir. *Journal of Dairy Research*, 72(2):195-202.
- Wang, S.Y., Chen, H.C., Liu, J.R., Lin, Y.C., Chen, M.J. 2008. Identification of Yeasts and Evaluation of their Distribution in Taiwanese Kefir and Viili Starters. *Journal of Dairy Science*, 91(10):3798–3805.
- Wang, Y.P., Li, C., Liu, P., Zaheer, A., Xiao, P., Bai, X. 2010. Physical characterization of exopolysaccharide produced by *Lactobacillus plantarum* KF5 isolated from Tibet Kefir. *Carbohydrate Polymers*, 82(3): 895-903.
- Weis W., Burgbacher, G. 1986. 100 Jahre kefir in Deutschland-Nach wie vor ein aktuelles thema. Untersuchung von kefir aus Molkereien und Handel sowie dessen problematik. *Deutsche Milchwissenschaft*, 37: 81-84.
- Westby, A., Reilly P.J.A., Bainbridge, Z.A. 1997. Review of the effect of fermentation on naturally occurring toxins. *Food Control*, 8:329–339.
- Witthuhn, R.C., Schoeman, T., Britz, T.J. 2005. Characterisation of the microbial population at different stages of kefir production and kefir grain mass cultivation. *International Dairy Journal*, 15:383–389.
- World Health Organization (WHO), 1948. Summary report on proceedings minutes and final acts of the International Health Conference held in New York from 19 June to 22 July 1946. Official Records of the World Health Organization, (2).

- Wszolek, M., Tamime, A.Y., Muir, D.D., Barclay, M.N.I.** 2001. Properties of kefir made in Scotland and Poland using bovine, caprine and ovine milk with different starter cultures. *LWT–Food Science and Technology*, 34:251–261.
- Wyder, M.T.** 1998. Identification and characterisation of the yeast flora in kefir and smear ripened cheese: Contribution of selected yeasts to cheese ripening. *International Journal of Food Microbiology*, 86;(2003):51– 60.
- Xiao, R., Liu, M., Tian, Q., Hui, M., Shi, X., Hou, X.** 2023. Physical and chemical properties, structural characterization and nutritional analysis of kefir yoghurt. *Frontiers in microbiology*, 13:1107092.
- Yalçın, M.M.** 2021. Havuç lifi ile zenginleştirilmiş kefirin bazı özellikleri. *Yüksek Lisans Tezi*, Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Yalçın, N.F., Işık. M.K.,** 2017. Kefir; Ürün Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkisi. *Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3(1):439–452.
- Yatık, E.S., Karahan Çakmakçı, A.** 2021. Kefir fermantasyonu sırasında mikrobiyel ve kimyasal değişimin izlenmesi. *Yüksek Lisans Tezi*, Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Yıldız-Akgül, F., Yetişemiyen, A., Şenel, E., Yıldırım, Z.** 2018. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir produced by secondary fermentation. *Mljekarstvo*, 68(3):201–213.
- Yılmaz, L., Yılsay, T.O., Bayazit, A.A.,** 2006. The Sensory Characteristics of Berry flavoured Kefir. *Czech Journal of Food Sciences*, 24:26-32.
- Yılmaz, İ.** 2021. *Lactobacillus sakei* biyokoruyucu kültürün vakum ambalajlı sığır etinin mikrobiyolojik kalitesine etkisi. *Yüksek Lisans Tezi*, Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Ankara.
- Yöney, Z.** 1959. Fermente olmuş süt ve mamülleri teknolojisi. Ankara Üniversitesi Basımevi. Ankara. 1959 s.160.
- Zajšek, K., Goršek, A., Kolar, M.** 2013. Cultivating conditions effects on kefir production by the mixed culture of lactic acid bacteria imbedded within kefir grains. *Food Chemistry*, 139:970–977.
- Zourari, A., Anifantakis, E.M.** 1988. Le kefir caracteres physicochimiques, Microbiologiques et Nutritionnels. Technologie de production. *Une revue. Le Lait*, 68(4):373-392