

Farklı Oranlarda İnek Sütü ve Fındık İçeceğinden Hazırlanmış Kefir Benzeri Fermente
İçecek Karakterizasyonu

Peri Sağlam

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Eylül 2024

Characterization of Kefir-like Fermented Beverage Prepared from Different Ratios of
Cow's Milk and Hazelnut Beverage

Peri Sağlam

MASTER OF SCIENCE THESIS

Department of Food Engineering

September 2024

Farklı Oranlarda İnek Sütü ve Fındık İçeceğinden Hazırlanmış Kefir Benzeri Fermente
İçecek Karakterizasyonu

Peri Sağlam

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliği Uyarınca
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
YÜKSEK LİSANS TEZİ
olarak hazırlanmıştır.

Danışman: Doç.Dr.İlyas ATALAR

“ESOGÜ-BAP tarafından FYL-2023-2803 numaralı proje kapsamında desteklenmiştir.”

Eylül 2024

ONAY

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans öğrencisi **Peri SAĞLAM**'ın YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı “Farklı Oranlarda İnek Sütü ve Fındık İçeceğinden Hazırlanmış Kefir Benzeri Fermente İçecek Karakterizasyonu” başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek oybirliği ile kabul edilmiştir.

Danışman : Doç. Dr. İlyas ATALAR

İkinci Danışman :--

Yüksek Lisans Tez Savunma Jürisi:

Üye: Doç. Dr. İlyas ATALAR

Üye: Prof. Dr. Nevzat KONAR

Üye: Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun tarih ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr.....

Enstitü Müdürü

ETİK BEYAN

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre, Doç. Dr. İlyas Atalar danışmanlığında hazırlamış olduğum “Farklı Oranlarda İnek Sütü ve Fındık İçeceğinden Hazırlanmış Kefir Benzeri Fermente İçecek Karakterizasyonu” başlıklı Yüksek Lisans tezimin özgün bir çalışma olduğunu; tez çalışmamın tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallarına uygun davrandığımı; tezimde verdiğim bilgileri, verileri akademik ve bilimsel ilke ve kurallara uygun olarak elde ettiğimi; tez çalışmamda yararlandığım eserlerin tümüne atıf yaptığımı ve kaynak gösterdiğimi ve bilgi, belge ve sonuçları bilimsel etik ilke ve kurallara göre sunduğumu beyan ederim. 30/09/2024

Öğrenci Adı Soyadı

Peri SAĞLAM

İmza

ÖZET

Bu çalışmada kefir içeceğine benzer ürün geliştirmek amacıyla inek sütlerinin farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) fındık içecekleri ile karıştırılarak seyreltilmesi ile fermente edilen kefir benzeri içeceklerin mikrobiyel, fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik ve duyuusal özelliklerinin karakterizasyonu gerçekleştirilmiştir. Karışımlara 100 MPa basınç uygulanmış, örnekler 28 gün +4°C' de depolanmıştır. Fındık içeceğinin oranının artması fenolik madde içeriğini ve antioksidan kapasiteyi arttırmıştır. Fındık ilavesiyle beraber serum ayrılma oranı artış göstermiş en yüksek oran %75 oranında fındık içeceği eklenmiş içeceklerde tespit edilmiştir. Fındık ilavesi maya gelişimini arttırmış, *Lactobacilli*, *Lactococci* ve Toplam Mezofili Aerobik Bakteri (TAMB) sayılarında kısmi de olsa düşüslere yol açmıştır. Fındık içeceğinin kuru maddesi inek sütüne kıyasla düşük olduğundan, ilave oranı arttıkça içeceklerde viskozite ve kıvam indeksi değerlerinde azalma meydana gelmiştir ($p<0.05$). Kefir kıvamına ve viskozitesine en yakın oran %25 olarak tespit edilmiştir. Fındık oranının artması içeceklerin L^* ve b^* değerini düşürürken a^* değerinde artışlara yol açmıştır ($p<0.05$). İçeceklerin pH değerlerinde %75 fındık içeceği katım oranından sonra azalma gözlemlenmiştir ($p<0.05$). En yüksek genel beğeni puanı karışımı örneklerden %75 fındık ilaveli örneklerde tespit edilmiştir. Sonuç olarak fındık içeceği kullanılarak elde edilen içeceklerin, inek sütü ile farklı oranlarda karıştırılarak potansiyel kefir benzeri ürünlerin üretilmesinde kullanılabileceği tespit edilmiştir. Elde edilen kefir benzeri içeceklerin düşük kuru madde miktarlarından dolayı meydana gelen zayıf viskozite ve kıvam özellikleri için stabilizatör kullanımı önerilmektedir. Süt teknolojisi alanında fonksiyonel özelliklere sahip hibrit özellikte yeni fermente süt alternatiflerinin geliştirilmesi, sağlıklı beslenmeye yönelmek isteyen tüketiciler için etkili bir seçenek olarak değerlendirilebilir. Dünya'da en çok ülkemizde üretilen fındığın atık ürün olan küspesinden elde edilen maliyeti düşük, katma değeri yüksek bir ürün haline dönüştürülmesi hem üretici hem de gıda endüstrisi açısından önemli bir kazanım sağlayacaktır.

Anahtar Kelimeler: Bitkisel İçecekler, Kefir, Transglutaminaz, Reoloji, Fonksiyonel Gıda

SUMMARY

In this study, the microbial, physicochemical, bioactive, rheological, and sensory characteristics of kefir-like beverages were characterized by blending and diluting cow's milk with hazelnut beverages at different ratios (0%, 25%, 50%, 75%, and 100%) with transglutaminase enzyme. The mixtures were pressurized at 100 MPa, and the samples were stored at +4°C for 28 days. Increasing the hazelnut milk proportion increased phenolic substances' content and antioxidant capacity. The serum separation rate increased with the addition of hazelnut; the highest rate was found in beverages with 75% hazelnut beverage. Hazelnut addition increased yeast growth and caused a partial decrease in *Lactobacilli*, *Lactococci*, and Total Aerobic Mesophilic Bacteria (TAMB). Since the dry matter of hazelnut beverages is lower than cow's milk, viscosity and consistency index values decreased as the addition rate increased. The closest ratio to kefir consistency and viscosity was 25%. The increase in the hazelnut content decreased the L* and b* values of the beverages and increased the a* value. Significant decreases occurred in the pH values of the beverages after 75% hazelnut beverage content. The highest overall liking was found in the samples, with 75% hazelnut addition among all samples. As a result, it has been determined that hazelnut beverage can be used to produce potential kefir-like products by mixing them with cow's milk at different ratios. For the weak viscosity and texture properties caused by the low dry matter content of the obtained kefir-like drinks, stabilizers are recommended. The development of new fermented milk alternatives with functional properties in dairy technology can be considered a practical option for consumers who want to shift towards healthier diets. Transforming hazelnut meal, a by-product of hazelnut, which is predominantly produced in our country, into a low-cost, high-value-added product will provide significant benefits for both producers and the food industry.

Keywords: Plant-Based Beverages, Kefir, Transglutaminase, Rheology, Functional Foods

TEŞEKKÜR

Gerek yüksek lisans ders döneminde gerekse tez çalışmam boyunca benden desteklerini, bilgisini ve yardımını hiçbir zaman esirgemeyen ve sorularıma sabırla yaklaşan kıymetli danışman hocam Doç. Dr. İlyas ATALAR'a ve saygıdeğer tez jüri üyesi Prof. Dr. Nevzat KONAR hocama katkıları ve destekleri için teşekkür ederim. Benden manevi desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Yaşar KARADUMAN hocama, kendisiyle tanışmaktan ve ders almaktan onur duyduğum. Doç. Dr. Aysel GÜLBANDILAR ve Doç. Dr. Onur KETENOĞLU hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tez projeme maddi destek sağlayan Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yönetim Birimi'ne (FYL-2023-2803) teşekkür ederim.

Sabırla her zaman yanımda olan ve beni her koşulda destekleyen babam ve annem Şerafettin ve Şükran SAĞLAM'a, kardeşlerim Burak Aydın SAĞLAM ve Müge SAĞLAM BEZGİN'e, Ali BEZGİN'e ve arkadaşım Ali LİDAR'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZET	vi
SUMMARY	vii
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER.....	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	xiii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xv
1. GİRİŞ VE AMAÇ.....	1
2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI	3
2.1.Kefirin Tanımı	3
2.2.Kefirin tarihçesi	6
2.3.Kefirin üretim yöntemleri	7
2.4. Kefir tanesinin yapısı	10
2.5. Kefirin fermantasyon süreci.....	11
2.6. Kefirin genel kimyasal profili ve kompozisyonu	14
2.7. Bitkisel İçecekler	16
2.7.1. Bitkisel İçeceklerle Yapılan Çalışmalar	18
2.7.2. Fındık.....	22
2.7.3. Fındık İçeceği ve Kullanım Alanları	23
2.8. Transglutaminaz Enzimi	28
2.8.1. Transglutaminaz enziminin kullanım alanları	29
<u>2.8.1.1. Transglutaminaz enziminin süt endüstrisinde kullanımı.....</u>	<u>30</u>
3. MATERYAL VE YÖNTEM	35
3.1. Materyal.....	35
3.2. Üretim ve Akış Şeması	36
3.3. Analizler.....	38
3.3.1. Kuru madde analizi.....	38
3.3.2. pH analizi.....	38

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
3.3.3. Renk analizi	38
3.3.4. Mikrobiyoloji analizi	38
3.3.5. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizi	39
3.3.6. Reolojik analizler	41
3.3.7. Serum ayrılması	41
3.3.8. Duyusal Analizler	41
3.3.9. İstatistiksel Analizler	42
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	43
4.1. Kefirin Fizikokimyasal Özellikleri	41
4.1.1. Kuru Madde Miktarı	41
4.1.2. pH değeri	44
4.1.3. Renk değerleri.....	49
<u>4.1.3.1. L* renk değeri</u>	<u>49</u>
<u>4.1.3.2. a* renk değeri</u>	<u>52</u>
<u>4.1.3.3. b* renk değeri</u>	<u>55</u>
4.2. Mikrobiyoloji Sonuçları.....	59
4.2.1. <i>Lactococci</i> Sayısı	59
4.2.2. <i>Lactobacillus</i> Sayısı	63
4.2.3. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı.....	68
4.2.4. Maya sayıları (log kob/mL)	71
4.3. Kefirin Reolojik Özellikleri	75
4.3.1. Viskozite	75
4.3.2. Kıvam İndeks Değeri	80
4.3.3. Akış Davranış İndeksi Değeri.....	83
4.3.4. Serum ayrılması	86

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
4.4. Kefirin Biyoaktif Özellikleri.....	93
4.4.1. TFM (Toplam Fenolik Madde).....	93
4.4.2. Antioksidan aktivite kapasite (%İnhibisyon).....	97
4.5. Duyusal Özellikler	102
4.5.1. Tat ve koku puanları	102
4.5.2. Yapı-tekstür-kıvam puanları	103
4.5.3. Genel beğeni puanları	104
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	108
KAYNAKLAR DİZİNİ.....	111

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Geleneksel yöntem ile kefir üretimi prosesi	8
2.2. Endüstriyel yöntemle kefir üretim akış şeması.....	9
3.1. Soğuk Sıkım İşlemiyle fındıklardan yağın uzaklaştırılması.....	35
3.2. Fındık içeceklerinin yüksek basınç homojenizatör cihazından geçirilmesi	37
3.3. Kefir üretim akış şeması	37
3.4. Gallik asit kalibrasyon eğrisi	40



ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
2.1. Kefirin kimyasal bileşimi ve besinsel değeri.....	15
2.2. Kefirin kimyasal bileşeni.....	15
2.3. Bitkisel bazlı içeceklerin besin içeriği.....	17
4.1. Kefir örneklerine ait fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, biyoaktif parametreler arasındaki korelasyon tablosu.....	43
4.2. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait kuru madde değerleri değişim tablosu	42
4.3. Proses parametrelerinin kuru madde değerleri üzerine etkisi.....	42
4.4. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait pH değişim tablosu	45
4.5. Proses parametrelerinin pH değerleri üzerine etkisi.....	45
4.6. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait L* değeri değişim tablosu	50
4.7. Proses parametrelerinin L* değerleri üzerine etkisi	50
4.8 Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait a* değeri değişim tablosu	53
4.9. Proses parametrelerinin a* değerleri üzerine etkisi.....	53
4.10. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait b* değeri değişim tablosu.....	56
4.11. Proses parametrelerinin b* değerleri üzerine etkisi.....	56
4.12. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait <i>Lactococci</i> sayısı değişim tablosu ...	60
4.13. Proses parametrelerinin <i>Lactococci</i> sayısı değerleri üzerine etkisi	60
4.14. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait <i>Lactobacillus</i> sayısı değişim tablosu (log kob/mL).....	64
4.15. Proses parametrelerinin <i>Lactobacillus</i> sayısı değerleri üzerine etkisi.....	64
4.16. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait TAMB sayısı değişim tablosu	68
4.17. Proses parametrelerinin TAMB sayısı değerleri üzerine etkisi	69
4.18. Depolama süresinin kefir örneklerinin ait maya sayısı değişim tablosu	72
4.19. Proses parametrelerinin maya sayısı değerleri üzerine etkisi	72
4.20. Depolama boyunca kefir örneklerine ait viskozite değerinin değişim tablosu.....	76
4.21. Proses parametrelerinin viskozite değerleri üzerine etkisi	77
4.22. Depolama boyunca kefir örneklerine ait kıvam indeks değerinin değişim tablosu....	81
4.23. Proses parametrelerinin kıvam indeksi değerleri üzerine etkisi	81

ÇİZELGELER DİZİNİ

<u>Cizelge</u>	<u>Sayfa</u>
4.24. Depolama boyunca kefir örneklerine ait akış davranış indeks değerinin değişim tablosu.....	84
4.25. Proses parametrelerinin akış davranış indeksi değerleri üzerine etkisi	84
4.26. Depolama süresinin kefir örneklerine ait serum ayrılması değerleri üzerine etkisi ...	87
4.27. Proses parametrelerinin serum ayrılması değerleri üzerine etkisi	87
4.28. Depolama boyunca kefir örneklerine toplam fenolik madde değerinin değişim tablosu	94
4.29. Proses parametrelerinin toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisi.....	95
4.30. Depolama süresinin kefir örneklerine ait % inhibisyon değerleri üzerine etkisi.....	98
4.31. Proses parametrelerinin % inhibisyon değerleri üzerine etkisi	98
4.32. Depolama süresinin kefir örneklerine ait tat ve koku puanları üzerine etkisi	102
4.33. Depolama süresinin kefir örneklerine ait Yapı-tekstür-kıvam puanları üzerine etkisi	104
4.34. Depolama süresinin kefir örneklerine ait genel beğeni puanları üzerine etkisi.....	105

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Acıklama</u>
mL	mililitre
°C	Derece Santigrat
mg	Miligram
g	Gram
NaOH	Sodyum hidroksit
HCL	Hidroklorik asit
CO ₂	Karbondioksit
α	Alfa
β	Beta
γ	Gamma
μg	Mikrogram
kcal	Kilokalori
s	Saniye
dk	Dakika
pa	Pascal
MPa	Megapascal
N	Normalite
cm	Santimetre
mm	Milimetre
nm	Nanometre
U	Ünite
Ppm	Parts Per Million (Milyonda Bir Birim)
cP	Centipoise
rpm	Revolutions Per Minute (Dakikada Devir Sayısı)
log	Logaritmik birim
kob/mL	Koloni oluşturan birim/mililitre
FOS	Fruktooligosakkarit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Acıklama</u>
LAB	Laktik asit bakterileri
LA	Laktik asit
DPPH	2,2-difenil-1-pikrilhidrazil
TAMB	Toplam Aerobik Mezofilik Bakteri
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
UHT	Ultra High Temperature/ Ultra Yüksek Sıcaklık
EPS	Ekzopolisakkarit
p	Probability (olasılık)
TG	Transglutaminaz enzimi
Mtg	Mikrobiyal transglutaminaz
MUFA	Monounsaturated Fatty Acids
PUFA	Polyunsaturated Fatty Acids
HMF	Hidroksimetilfurfural

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Dünyanın dört bir yanındaki tüketiciler, besin açısından zengin bir diyet ile sağlık arasındaki ilişkinin giderek daha fazla farkına varmaktadır.

Fonksiyonel bir gıda doğal bir gıda olabileceği gibi, tüketicinin sağlığı ve refahı üzerinde fonksiyonel etkisi olan bir veya daha fazla spesifik bileşen içeren bir gıda da olabilir. Bu bileşen, başta erken gelişim ve büyüme, metabolik süreçlerin düzenlenmesi, oksidatif strese karşı savunma, kardiyovasküler ve gastrointestinal fizyoloji, bilişsel ve zihinsel performans ve fiziksel performans ve zindelik olmak üzere sağlık yararları sağlamak için bir gıdaya eklenebilir, gıdadan çıkarılabilir veya gıdada doğal olarak geliştirilebilir veya değiştirilebilir. Japonya, Amerika Birleşik Devletleri ve Avrupa, fonksiyonel gıda tüketiminin en yüksek olduğu ülkelerin başında gelmektedir. Cinsiyet, yaş, eğitim ve sağlık durumu fonksiyonel gıda tüketiminin belirleyici unsurlarıdır.

Savaş, pandemi, artan dünya nüfusu, iklim değişiklikleri gibi etkenlerden ötürü gıda kaynaklarının maliyeti, sürdürülebilirliği ve çevreye etkileri son yıllarda önem kazanmıştır. Özellikle karbon ayak izi kavramına dikkat çekilmesiyle beraber tarımın çevre üzerindeki etkisi hakkında bilinç artmıştır. Tüm bu etkiler tüketicileri daha fazla bitkisel kaynaklı gıda tüketmeye yöneltmiş ve birçok kişide vegan yaşam tarzını teşvik etmiştir. Küresel vegan pazarının %9'luk yıllık bileşik büyüme oranıyla 2025 yılına kadar 22,27 milyar dolara ulaşması beklenmektedir (Küresel Vegan Gıda Pazarı Verileri ve Sektör Büyüme Analizi Alıntı Tarihi:14 Haziran 2021). Artan trende bağlı olarak gıda sektörü kuruluşları ürün geliştirme konusunda önemli atılımlar gerçekleştirmektedir. Ayrıca literatürde bu gruba girebilecek ürün formülasyonu araştırma ve geliştirme çalışmaları hız kazanmıştır.

Probiyotikler, "yeterli miktarda alındıklarında konakçı sağlığı üzerinde yararlı bir etki sağlayan canlı mikroorganizmalar" olarak tanımlanan ve araştırılan ürünler arasındadır. Probiyotikler fermente ürünlerle alınabilir.

Bitkisel kaynaklı olmaları, yoğun besin maddeleri içermeleri ve hoş organoleptik özelliklere sahip olmaları nedeniyle ağaç yemişleri, süt içermeyen probiyotik içeceklere ve

fermente süt alternatiflerine dntrlmeye uygundur (Bernat vd., 2015). Badem, kaju, fındık, am fıstığı, antep fıstığı ve ceviz en çok kullanılan ağaç yemileri arasındadır (Sabat vd., 2006). Bu yemiler, aynı zamanda prebiyotik etki gösteren polisakkaritlere ve polifenollere sahiptir (Lamuel-Raventos ve Onge, 2017).

Fındık (*Corylus avellena L.*) ekirdekleri, Fagales takımının, Betulaceae familyasının, Corylus cinsinden olup, dünyada bademden sonra en çok bilinen sert kabuklu meyvelerden biridir. Fındığın tarihi çok eski yıllara dayanmakla beraber, anayurdunun Karadeniz Bölgesi olduğu ve fındığın bu coğrafyadan dünyaya yayıldığı belirtilmiştir. Toplam retim %75'i Türkiye'den sağlanmaktadır. Fındığın oleik asit ağırlıklı lipit profili ve yüksek E vitamini (potansiyel antioksidan) içeriğinin kolesterolü ve dolayısıyla kardiyovasküler hastalıkları riskini azaltmada etkili olduğu bilinmektedir. Besinsel faydalarının yanı sıra, fındığın aromatik açıdan beğenilmesi yaygın olarak tüketilmesini sağlamaktadır.

Bu çalışmada soğuk pres atığı fındık küspesinden üretilen fındık içeceklerinin farklı kuru maddelere sahip kefir benzeri fermente ürün gelitirilmesindeki potansiyelinin araştırılması planlanmıştır. İnek sütlerinin farklı oranlarda (%0, %25, %50, %75 ve %100) fındık içecekleri ile karıştırılıp, farklı kuru madde değerlerine seyreltilmesi, bu karışım yapının transglutaminaz enzimi katılarak fermente edilmesiyle elde edilen kefir benzeri içeceklerin mikrobiyel, fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik ve duyuşal özellikleri ortaya konulmaya çalışılmıştır.

2. LİTERATÜR ARAŞTIRMASI

2.1. Kefirin Tanımı

Kafkas dağlarından Orta Asya'ya kadar uzanan ve binlerce yıllık tarihi olan kefir, kefir tanesi veya kefir kültüründen üretilen fermente bir süt ürünüdür. Kefir ismi etimolojik olarak Türkçe'deki, mutluluk ve zevk anlamlarına gelen "keyif" sözcüğünden (Keskin ve Güneş, 2021), bazı kaynaklar ise Kafkasya kökenli "en iyi yapıldı" anlamına gelen "keyf" kelimesinden türediğini bildirmiştir (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003). Bununla birlikte, kefir sağlık ve esenlik duygusuyla ilişkilendirdiği için "esenlik" anlamına gelen Slavca kökenli "Keif" kelimesinden geldiği düşünülmektedir (Rosa vd., 2017). Ayrıca farklı yerlerde kippi, kephir, knaphan, kiaphur gibi çeşitli adlarla da bilinmektedir (Arslan, 2019).

Kefir başta inek sütü olmak üzere birçok hayvan sütünden üretilmektedir (Öner vd., 2010). Literatürde inek, keçi, koyun, deve ve manda sütü ile üretilen kefir çalışmaları mevcuttur. Gul vd. (2018), inek ve manda sütünden, Kavas (2015), deve sütünden, Yılmaz-Ersan vd. (2018), inek ve koyun sütünden, Wang vd. (2021), keçi sütünden, Arroum vd. (2023), deve sütünden, Wszolek vd. (2001), inek, koyun ve keçi sütü ile kefir üretimi yapmışlar ve bu kefirlerin aromalarının farklı olduğunu vurgulamışlardır. Wszolek vd. (2001) inek ve koyun sütünden yapılmış kefirlerin aromalarının keçi sütünden üretilmiş kefirlerin aromalarına kıyasla daha iyi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kefir laktik asit bakterileri ve mayalar tarafından fermentasyon yoluyla üretilen asidik, ekşimsi bir tada sahip, viskoz yapıda süt ürünüdür (Sharifi vd., 2017).

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2022) kefiri; fermentasyonda, kefir danesine özgü karakteristik mikroorganizmalar olan *Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*'dan en az ikisini, laktozu fermente eden

mayalardan *Kluyveromyces marxianus* ve etmeyen mayalardan *Saccharomyces spp.*'yi zorunlu olarak içeren bunun yanında *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Acetobacter* ve benzeri bakteri cinslerine ait türler ile farklı maya türlerini de bulundurabilen kefir danelerinin veya starter kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürünü, olarak tanımlamaktadır.

Kefir, 10^8 - 10^9 kob/mL arasında yüksek sayıda canlı mikroorganizma yoğunluğuna sahiptir. Böylece, kefir içerdiği yararlı mikroorganizmaların varlığından dolayı doğal bir probiyotik ürün olarak değerlendirilmektedir (Alraddadi, 2024). Fermantasyon süreci, kefir taneleriyle ya da starter kültürler olarak kullanılan faydalı laktik asit bakterileri ve mayalar ile gerçekleşmektedir (Agarbatı vd., 2021).

Kefiri oluşturan ve aroma özelliklerinden sorumlu olan kefir tanelerinin veya kefir kültürünün mikroflorasıdır (Dertli ve Çon, 2017). Bu mikrofloralardan elde edilen mikroorganizma türlerinin mayalar (*Kluyveromyces*, *Candida*, *Saccharomyces* ve *Pichia*), laktik asit (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*) ve asetik asit bakterilerinden oluştuğu ve simbiyotik bir ilişki içerisinde çalıştıkları tespit edilmiştir (Plessas vd., 2016). Ayrıca *Acetobacter*, *Pseudomonas*, *Acinetobacter* gibi türlerin de farklı orjinli tanelerde bulunduğu belirtilmiştir (Dertli ve Çon, 2017).

Güzel Seydim vd. (2000), kefirin kendine has lezzetinin laktik asit ve alkol fermantasyonundan kaynaklandığını bildirmişlerdir. Kefirin diğer fermente süt ürünlerinden farkı, sadece laktik asit bakterilerinin metabolik aktiviteleri ile oluşmaması olup, aynı zamanda mayaların alkol fermantasyonunu gerçekleştirmesinden meydana gelmesidir.

Kefirin bileşiminde yer alan protein, yağ, laktoz, minerallerin dışında (Şahin vd., 2023); vitaminler (B_1 , B_2 , B_5 , B_9 , C, A, K), temel aminoasitler (serin, treonin, alanin, lizin, valin, izolösin, metionin, fenilalanin, triptofan) ,mikro elementler (potasyum, kalsiyum, fosfor, magnezyum, çinko, bakır, demir, manganez, molibden), alkaloidler, fenoller, esterler, yağ asitleri, steroidler (kolesterol ve ergosterol), polialkenler, heterosiklik bileşikler ve aromatik aldehytler de bulunmaktadır (Apalowo vd., 2024). Fermentasyon sırasında B_1 , B_2 vitaminleri ve folik asit seviyelerinde hafif artış gözlenirken, B_{12} vitaminin artması *Propionibacterium* suşlarının varlığında gerçekleşmektedir (Şahin ve Özmeriç 2021).

Kefir sağlığa faydası olan bir probiyotik içecek olarak kabul edilmiştir (Santos vd., 2023). Fermente süt içeceği olan kefirin, bağırsak mikrobiyota çeşitliliğini artırabileceği kanıtlanmıştır (Gupta vd., 2024). Kefirin mikrobiyota-bağırsak-beyin eksenini üzerindeki düzenleyici etkileri incelendiğinde olumlu etkilere sahip olduğu belirtilmiştir (Lordan vd., 2018). Ayrıca, anti-inflamatuar, anti-oksidatif, belirli patojen bakterilere karşı antimikrobiyal aktivite (Bourrie vd., 2021; Ostadrahimi vd., 2015; Gupta vd., 2024), geliştirilmiş laktoz sindirimi, anti-kanserojen, anti-hipertansif ve anti-diyabetik özellikleri gibi sağlığa birçok faydası bulunmaktadır (Apalowo vd., 2024).



2.2.Kefirin tarihçesi

Kefirin anavatanının Kafkasya'nın Elburus Dağları (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003), ilk üreticilerinin Ossetler ve Karbadinler olduğu bilinmesine rağmen, kefir tanelerinin ilk nasıl oluştuğuna dair yazılı bir kaynak bulunmamaktadır (Guzel-Seydim vd., 2021). Bazı kaynaklara göre Güneybatı Asya'da Türkler tarafından ortaya çıkarıldığı, alkol ve asit fermentasyonlarıyla üretilen ekşi, hafif alkollü ve köpüklü bir süt içeceği olduğu bildirilmiştir (Yüksekdağ ve Beyatlı, 2003). Çok eski kaynaklarda ise kefirin, taze sütün keçi derisi torbalarda fermentasyonu ile elde edildiği yer almaktadır (Guzel-Seydim vd., 2021). Kefir ilk olarak, kış aylarında ev içerisinde, yaz aylarında ise dışarıda tutulan keçi derisi torbasına yerleştirilen kefir taneleri ile keçi sütünden üretilmiştir (Alraddadi, 2024). Sütün korunması amacıyla bu deri torbalarda yapılan fermentasyon, ilk kefir tanelerini oluşturarak kefir üretim geleneğinin başlamasına yol açmıştır (Farnworth, 2008).

Kefirin ev yapımı üretimi, Kafkasya halklarının geleneksel uygulamalarına dayanmaktadır ve bu yöntem 19. yüzyılın sonlarından itibaren dünya çapında yayılmıştır. Rusya'da ilk endüstriyel düzeyde kefir üretimi 1930'lu yıllarda sütün, cam şişelerde inoküle edilerek, pıhtı oluşuncaya kadar termostat içinde tutulması ile gerçekleştirilmiştir. Fermentasyon sonrası soğutulan kefir set tip özellik göstermiştir. Günümüzdeki kefir üretim yönteminin ise 1950'li yılların sonlarında Rusya'daki bir araştırma merkezi tarafından geliştirildiği bilinmektedir (Sarica, 2019).

Kefir küresel düzeyde tüketilen bir içecek türüdür. Beslenme ve tedavi edici özellikleri sebebiyle çeşitli toplumların günlük beslenme alışkanlıklarına dahil edilmiştir (Leite vd., 2013). Günümüzde birçok ülkede özellikle Doğu Avrupa'da yaygın olarak tüketilmektedir (Grønnevik vd., 2011; Farnworth, 2008). Kefirin Amerika Birleşik Devletleri, Japonya ve hatta Afrika'da popülerlik kazandığı için uluslararası bir içecek haline geldiği de bilinmektedir (Baschali vd., 2017; Keskin ve Güneş, 2021).

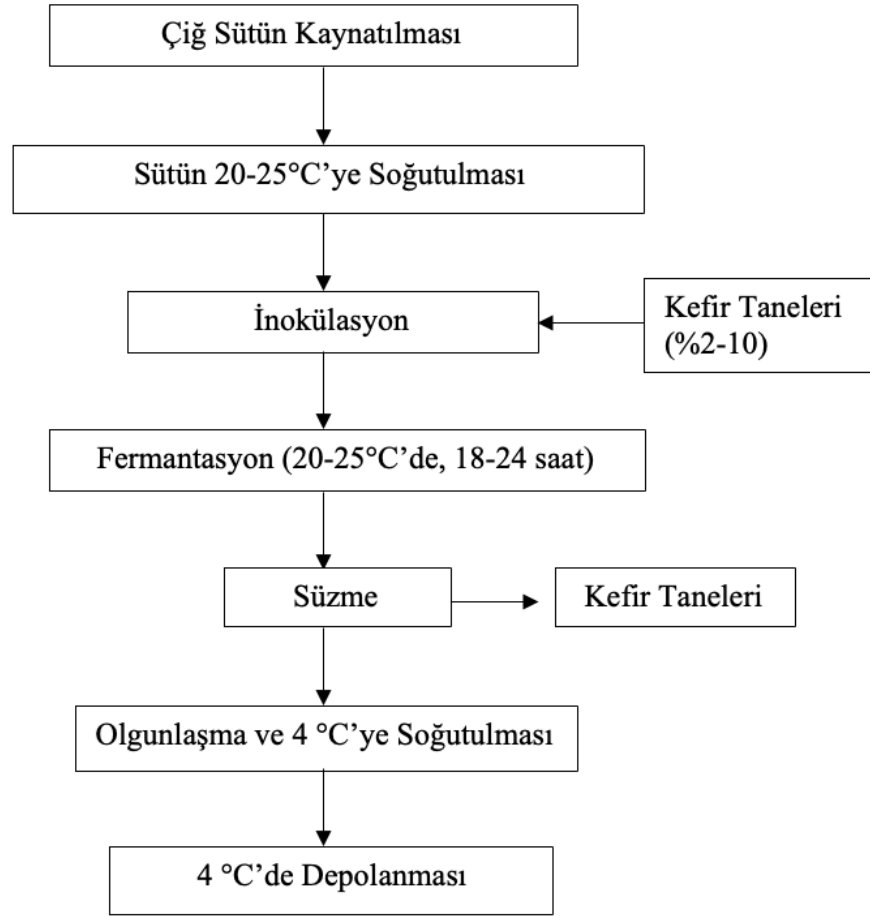
Hayvansal sütlerin yanı sıra; fıstık (Arslan, 2018), soya (Kınık vd., 2008), fındık (Atalar, 2019), pirinç (Ustaoğlu-Gençgönül vd., 2024), yer fıstığı (Bensmira ve Jiang, 2012), Hindistan cevizi (Lakshmi ve Pramela, 2018) ve badem (Atik vd., 2021) gibi bitkisel bazlı içeceklerden de kefir üretimi gerçekleştirilmiştir.

2.3.Kefirin retim yöntemleri

Kefirin ev yapımı bir içecek olduğu ancak günümüzde endüstriyel olarak değişik aromalar (meyve aromaları veya özütleri) ve yağı azaltılmış seçeneklerde üretildiği görülmektedir (Santos vd., 2023; Esmek ve Güzeller, 2015).

Kefir retiminde en çok kullanılan yöntemler; geleneksel ve endüstriyel olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Pastörize süte geleneksel yöntemde doğal kefir taneleri, endüstriyel yöntemde ise ticari starter kültür ilave edilmektedir (Sarıca, 2022).

Geleneksel kefir üretim yöntemi, kefir danelerinin sütün içine direkt atılmasıyla gerçekleşmektedir. Çiğ süt 85-90°C’de 20 dk kaynatıldıktan sonra 20-25°C’ye soğutulmaktadır. Kefir daneleri %2-%10 oranında inoküle edilerek 18-24 saat (Karagözlü ve Kavas 2000; Ufakşeker, 2019) pH 4.6’ya ulaşana kadar fermente edilir (Hikmetoglu vd., 2020). Fermantasyon işlemi ardından, daneler plastik süzgeçten geçirilerek sıvı kısımdan ayrılır. Daha sonra oda sıcaklığında kurutulur ve bir sonraki aşılama da kullanılmak üzere buzdolabında (+4°C’de) muhafaza edilir. Üretilen kefir ise ertesi gün tüketilmek üzere ağzı kapatılarak buzdolabında saklanır (Karagözlü ve Kanvas; Ufakşeker, 2019). Kefirin geleneksel üretim süreci şekil 2.1’de gösterilmiştir (Otles ve Cagindi 2003).

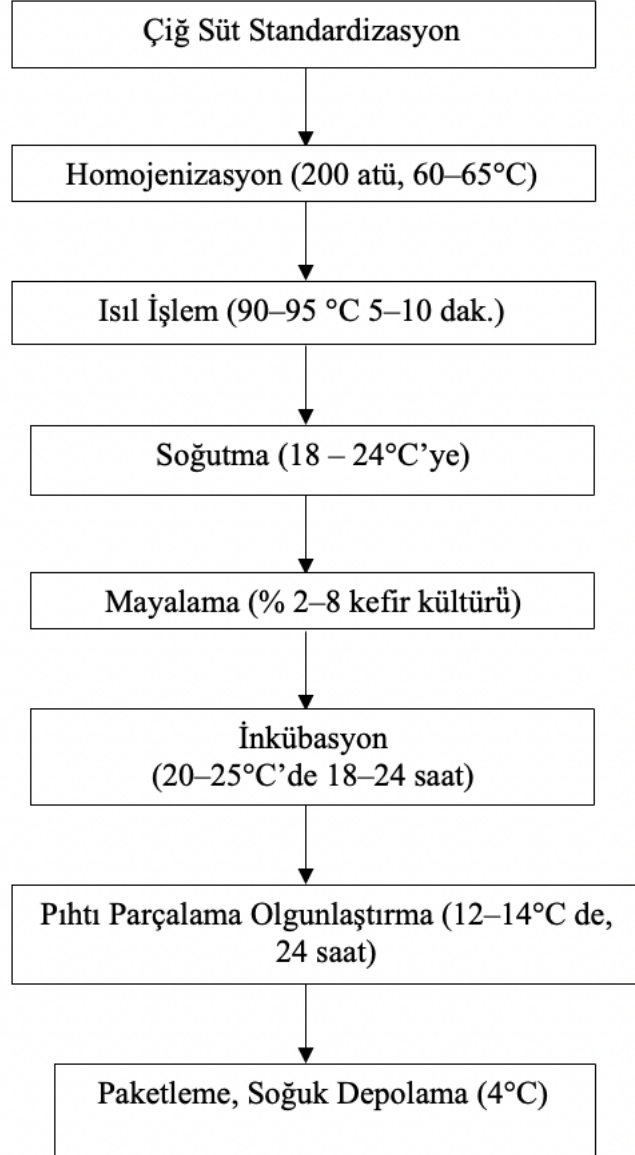


Şekil 2.1. Geleneksel yöntem ile kefir üretimi prosesi

Endüstriyel kefir üretiminde farklı yöntemler uygulanmasına rağmen temelde uygulanan işlem aynı prensibe dayanmaktadır (Mistry, 2004; Guzel-Seydim vd., 2010; Altay vd., 2013). Kefir üretiminin endüstriyel sürecinde kefir tanesi, taneden elde edilen kefir ve dondurularak kurutulmuş kefir kültürü kullanılabilirler (Ertekin, 2008; Karaçali, 2017).

Endüstriyel kefir üretim yönteminde, süt ilk olarak standart hale getirildikten sonra homojenizasyon ve ısıl işleme tabii tutulur. Sütün sıcaklığı 25°C'ye soğutulunca %2-%3 oranında kefir starter kültürü sütün içine ilave edilir (Erdoğan, 2016). Süt °SH değeri 30-40, pH değeri 4.60-4.65'e ulaşana kadar 25°C'de 18-24 saat boyunca fermente edilir (Kahraman, 2011). İnkübasyon sonrası pıhtılaşmış ürün şişelere doldurularak 4°C'de 24 saat

kadar olgunlaştırıldıktan sonra tüketime sunulur (Dağyıldız, 2015; Ufakşeker, 2019). Kefirin endüstriyel üretim süreci Şekil 2.2’de gösterilmiştir (Atalar, 2012).



Şekil 2.2. Endüstriyel yöntemle kefir üretim akış şeması

Geleneksel ve endüstriyel üretilen kefirlerin fizikokimyasal ve mikrobiyel bileşimi genellikle benzerlik göstermektedir. Ancak, kefir danelerindeki mikroorganizma yükü miktarının farklı olması, özellikle aroma ve tat bakımından değişiklikler meydana getirebilmektedir (Kezer, 2022). Apar vd. (2017) çalışmalarında, kefir üretiminin; fermantasyon sıcaklığından, kültür miktarından, kullanılan sütün türü ve ısıl işleminden etkilenebileceğini göstermiştir.

Geleneksel yöntemle üretilen kefirde tekstürel, duyuşal özellikleri ve güvenliğini olumsuz etkileyebilecek standardizasyon problemleri oluşabilmektedir. Bu nedenle, kefirin endüstriyel koşullarda üretilmesi standart ürün eldesi açısından gerekmektedir. Endüstriyel ölçekte kefir tanelerinin büyümelerinin yavaş olması, kontaminasyona açık olmaları ve yüksek maliyetleri, daha az tercih edilmelerine neden olmaktadır (Nejati vd., 2022).

Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde su tutma kapasitesinin yüksek, titrasyon asitliğinin düşük olduğu belirlenmiştir. Kefir tanesi ile üretilmiş kefirin raf ömrü 3-12 gün arasında değişirken, ticari starter kültürü kullanılanların ise 28 güne kadar çıktığı tespit edilmiştir (Rattray ve O'Connell, 2011). Endüstriyel üretimde bazı starter kültürlerin florasında mayalar çok tercih edilmemektedir. Mayaların ürettiği CO₂ kefir ambalajında deformasyonlara yol açmakta ve bu yüzden tüketici kişiler tarafından bozulmuş bir ürün olduğu algısı yaratmaktadır. Yüksek miktarda asitlik ve karbondioksitin oluşması, mayamsı tat ve kokunun baskın olması kefir tanesiyle üretilen kefirlerin raf ömrünün kısa olmasının nedenlerindendir (Kim vd., 2018).

2.4. Kefir tanesinin yapısı

Kefir tanesinin çapı 1-2 mm'den 3-6 mm'ye kadar değişen büyüklüklerde, beyaz ve sarı renk arasında, patlamış mısır ya da küçük karnabahar ve süngerimsi görünümündedir (Yaygın, 1994; İnal, 1990). Kefir tanelerinin tipik kimyasal bileşimi; su (%89 a/a-90 a/a), lipitler (%0.2 a/a), proteinler (%3.0 a/a), şeker (%6.0 a/a), külden (%0.7 a/a) oluşmaktadır (Plessas vd., 2016). Fermantasyon sırasında kefir tanelerinin oluşturduğu biyoaktif peptidler antihpertansif, antioksidatif, antialerjik, antitümör, antimikrobiyal, anti-enflamatuar, kolesterol düşürücü etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Nejati vd., 2020). Kefir tanesindeki proteinlerinin süt proteinlerinden daha yüksek moleküler ağırlığa sahip olduğu ve bunların proteoliz ürünü olmadıklarını görülmüştür (Franworth, 2008).

Kefir tanelerinin substrat oranı, fermantasyon süresi, sıcaklık ve karıştırma derecesi de kefirin mikrobiyota bileşimi ve besinsel içeriğini etkileyebilecek faktörler olduğu belirtilmiştir (Apalowo vd., 2024). Kefir tanelerinin mikrobiyal yapısı coğrafi orijinine, tane yetiştirme yöntemine, sanitasyon koşullarına, sütün türüne ve depolama teknikleri gibi çeşitli faktörlere bağlı olabilir (Garofalo vd., 2015; Gul vd., 2018).

Kefir taneleri ekmek, peynir ve süt gibi çeşitli fermente ürünlerde kullanılmış ve umut verici sonuçlar elde edilmiştir. Bu nedenle gıda endüstrisinde çok yönlü bir starter kültür olarak da değerlendirilmektedir (Plessas vd., 2016). Kefir taneleri, canlılıklarını ve işlevselliklerini korumak için çeşitli yöntemler kullanılarak muhafaza edilmektedir. Yaygın bir yaklaşımlardan biri, kefir tanelerinin dondurularak kurutulması ve farklı sıcaklıklarda nem bariyerli çok katmanlı bir plastik film içinde 90 gün boyunca depolanmasıdır. Dondurularak kurutma yöntemi sonucunda doğal mikrobiyotanın korunduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla kefir tanelerinin raf ömrü uzadığı için doğal kefir tüketimi artmaktadır (Kök-Taş, 2015). Kefir tanelerinin muhafazasında -18°C’de depolama, 4°C’de buzdolabında saklama etkili yöntemlerdir. Renk ve lezzetteki istenmeyen değişiklikler nedeniyle ticari uygulamalar için havayla kurutma önerilmez (Sarkar, 2008). Nemli kefir taneleri 4°C’de muhafaza edildiklerinde 8 ile 10 güne kadar canlılığını sürdürebilmektedir. Kurutulmuş kefir taneleri ise 12-18 ay boyunca aktivitelerini korumaktadırlar (Garrote vd., 1997). Uygun koşullarda depolandığında yıllarca aktivitelerini kaybetmeden stabil kalabilen kefir tanelerini yeniden canlandırmak için süt içinde tutularak biyolojik etkinliklerinin devam etmesi sağlanır (Rosa vd., 2017).

2.5. Kefirin fermentasyon süreci

Kefir, geleneksel olarak sütün kefir tanesiyle mayalanmasıyla üretilen ve kefir taneciklerinde bulunan; asetik asit bakterileri (AAB), laktik asit bakterileri (LAB) ve mayaların simbiyotik ilişkileriyle üretilen fermente süt içeceğidir (Köse, 2018; Kabak vd., 2011; Nejati vd., 2020; Leite vd., 2013). Simova vd. (2002), kefir tanelerinde baskın florayı %83–%90 arasında LAB’lerinin oluşturduğunu, laktobasillerden de *Lactobacillus bulgaricus* ve *Lactobacillus helveticus*’un önemli oranda bulunduğunu bildirmiştir.

Kefirin fermentasyonu sonucu laktik asit, asetik asit, asetaldehit, asetoin, CO₂, etanol ve aromatik bileşikler meydana gelmektedir (Öner vd., 2010). Kefir tanesi, çeşitli substratlara kolayca uyum sağladığından yeni probiyotik ürünler üretebilmektedir (Fiorda vd., 2017; Silva vd., 2018).

Kefir tanesiyle 25°C’de yapılan üretimde fermentasyon yaklaşık 16-22 saat sürmektedir (Güzel-Seydim ve Kök Taş, 2018). Kefir danesinden üretilen kefirin

fermantasyon sürecinde laktik asit, etanol ve asetik asit fermentasyonu gerçekleşmektedir. Bu süreçler sonucunda kefirin tat, koku ve besin bileşimi etkilenmektedir. Bu özelliği, kefir danesinden üretilen kefiri, starter kültürle üretilen diğer tüm fermente gıdalardan ayırmaktadır (Hikmetoglu vd., 2020; Güzel- Seydim ve Kök-Taş, 2019; Kavak ve Kılıçer, 2023).

Laktik asit fermentasyonunda kefir tanesindeki mikrofloranın süt içerisinde çoğalması inkübasyon sırasında gerçekleşmektedir. Laktoz, N grubu antijeni içeren *streptococci* (*Lactococcus lactis*) tarafından laktaz enzimi aracılığıyla kolaylıkla galaktoz ve glikoza parçalanır. Homofermantatif yolla laktik asit bakterileri glukozu parçalayarak pürüvattan laktik asit üretirler. Bu işlem, laktat dehidrogenaz enzimi tarafından gerçekleştirilir. Pirüvat, doğrudan bir H-akseptörü olarak işlev görür ve her bir glukoz molekülü için 2 mol laktat üretilir. Heterofermentatif laktik asit bakterileri, laktik aside ek olarak asetaldehit, aseton ve diasetil gibi aroma maddelerini üretmektedir (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994).

Etanol fermentasyonunu ortamdaki glukozu kullanan, *Kluyveromyces marxianus*, *Lactis*, *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces delbruecki*, *Candida kefir*, *Candida inconspicua* ve *Candida maris* gibi mayalar tarafından gerçekleştirilmekte ve etanol üretilmektedir (Beshkova vd., 2002; Güzel-Seydim vd., 2000; Elgarhy vd., 2018). Fermentasyon sürecinde genellikle kefirdeki son alkol konsantrasyonu, süte ilave edilen tanelerdeki maya miktarıyla ilişkilendirilmiştir. Bu durum da kefirin karakteristik özellikleri arasında gösterilmektedir (Beshkova vd., 2002).

Asetik asit fermentasyonunda, *Acetobacter aceti* ve *Acetobacter rasens* gibi heterofermantatif bakteriler fermentasyon sürecinin son aşamalarında ortamda bulunan ve mayalar tarafından üretilen etil alkolden asetik asit oluştururlar. Buna bağlı olarak kefirlerde, laktik asitten sonra en fazla bulunan organik asit asetik asittir (Ratray ve O'Connell, 2011; Leite vd., 2013).

Güzel-Seydim vd. (2000), kefir starter kültür fermentasyonu sırasında, organik asitleri ve uçucu organik bileşenleri belirlemişlerdir. Kefir numuneleri fermentasyonun 0., 5., 10., 15. ve 22. saatlerinde alınarak incelenmiştir. Fermentasyon ilerledikçe pirüvik ve

sitrik asitlerin seviyeleri azalırken, asetaldehit ve asetoinin düzeyleri artmıştır. Fermantasyon sonunda ise kefir kültürleri 6400 µg/g laktik asit üretmişlerdir.

Tat ve aromayı oluşturan karbonil bileşiklerin miktarı, kefir starter kültürü ile üretildiğinde, taneden üretilenlere kıyasla daha fazla olmaktadır (Beshkova vd., 2003). Fermantasyon süresince tat ve aromanın oluşumunda laktik asit bakterilerinin etkisi, maya ve asetik asit bakterilerine göre daha yüksektir. Fermantasyon sırasında mayaların oluşturduğu etanol ve karbondioksit ürünleri, kefirin ferahlatıcı, asitlik ve hafif mayamsı tad ve aromasını sağlamaktadır (Irigoyen vd., 2005).

Aşçı-Arslan (2015), 20°C ve 25°C olmak üzere iki farklı inkübasyon sıcaklık değerinin kefir üzerindeki etkisini gözlemlemiştir. Üretilen kefir örneklerinde titrasyon asitliği değerleri üzerine inkübasyon sıcaklığının etkili olduğu ve 25°C’de inkübe edilen örneğin daha yüksek titrasyon asitliği gösterdiği sonucuna varılmıştır. 25°C’de inkübe edilen kefir örneğinin, duyuşal özellikler bakımından 20°C’de inkübe edilen örneklere kıyasla daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir.

Dimitreli ve Antoniou (2011) farklı inkübasyon sıcaklıklarının (20°C, 25°C ve 30°C) kefirin reolojik özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 25°C’de inkübe edilen örneklerin diğer inkübasyon sıcaklıklarına göre kefirin üretimini artırdığı ve görünür viskozite değerlerinin daha yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Triwibowo vd. (2020) farklı kefir fermentasyon süreleri (18 saat, 21 saat, 24 saat) ve farklı kefir tanesi inokülasyon oranları (%3, %5, %7) deneyerek kefir üretimini gerçekleştirmişlerdir. Toplam Laktik Asit Bakteri sayısı %3 kefir tanesi konsantrasyonunda 1.80×10^7 kob/mL olarak ölçülmüştür. Bu parametrelerden optimum laktik asit seviyesi, protein ve toplam laktik asit bakteri miktarı %5 inokülasyon oranı ve 24 saatlik fermentasyon süresi koşullarında belirlenmiştir.

Irigoyen vd. (2005) %1 ve %5 oranlarında inoküle ettikleri kefirleri inokülasyondan 24 saat sonra 5°C’de 28 gün boyunca depolamışlardır. Süte inoküle edilen kefir tanesi oranının pH değerini önemli derecede etkilediği belirlenmiştir. Farklı oranlarda kefir tanesi

kullanımının kefirlerin toplam kuru madde ve yağ miktarı üzerine herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

2.6. Kefirin genel kimyasal profili ve kompozisyonu

Kefirlerin besin bileşenleri ve fiziko-kimyasal özelliklerinin tespiti; protein, yağ, kuru madde, titrasyon asitliği ve pH analizleri ile gerçekleştirilmektedir. Kefirin kimyasal bileşimi beslenme için gerekli olan protein, karbonhidrat, yağ, vitamin ve mineraller bakımından zengindir (Khaze Hagh, 2018). Yalçın ve Işık (2017) tarafından yapılan araştırmada, kefirin yüksek miktarda kalsiyum ve magnezyum içerdiği tespit edilmiştir. Bu kimyasal bileşim sütün türüne, ilave edilen starter kültüre ve kefirin üretim teknolojisine göre değişkenlik göstermektedir (Ahmed vd., 2013). Kefir başta biotin olmak üzere alkoller, B₁, B₁₂, K vitaminleri, fosfor, organik ve folik asit kaynağı olarak da bilinmektedir (Ötles ve Çağındı, 2003). Genel olarak kefir %87.5 su, %3.5 yağ, %3.3 protein, %4.0 laktoz, 0.65-1.33 g/L karbondioksit (CO₂) %0.5-%1.5 etanol ve %0.7-%1.0 laktik asit içermektedir (Şahin, 2023; Ide, 2008; Aristya vd., 2013). Kefirin kimyasal bileşimi ve besin değerleri Çizelge 2.1’de gösterilmiştir (Ürkek vd., 2011).

Kefir, tüketicilerin taleplerini karşılamak için kabul edilebilir bir aroma, lezzet ve iyi bir ağız hissi özelliklerine sahip olmalıdır. Kefirin reolojik özellikleri bu parametrelerle yakından ilişkilidir (Farag vd., 2020). Kefirin kendine özgün tat ve aromasını veren asitler, fermentasyon sırasında oluşan laktik asit, asetik asit, pirüvik asit, hippürik asit, propiyonik asit, bütirik asit, diasetil ve asetaldehittir (Arslan, 2015). Kefirin oluşumu sırasında, protein ve laktozun parçalanması ve vitaminlerin sentezlenmesi ile kefirin beslenme değeri artmıştır (Libudzisz ve Piatkiewicz, 1990; Arslan, 2019).

Kefirin depolanması sırasında oluşan etil alkol ve CO₂ miktarlarında değişiklikler meydana gelmiştir. Bu nedenle kefir aromatik özelliklerine göre; tatlı kefir, orta sert kefir, sert kefir ve çok sert kefir olmak üzere dört farklı gruba ayrılmıştır (Yalçın ve Işık, 2017).

Çizelge 2.1. Kefirin kimyasal bileşimi ve besinsel değeri (Ürkek vd., 2011).

Bileşen	Miktar (100g'da)	Bileşen	Miktar (100g'da)
Su(%)	87.5	Vitaminler (mg)	
Protein (%)	3.3	A	0.06
Yağ (%)	3.5	B ₁	0.04
Laktoz(%)	4.0	B ₂	0.17
Enerji (kcal)	65	B ₆	0.05
Süt Asidi (g)	0.8	B ₁₂	0.5
Etil Alkol (g)	0.9	Karoten	0.02
Laktik Asit (g)	1	Niasin	0.09
Kolestrol (mg)	13	C	1
Esansiyel Amino Asitler		D	0.08
Triptofan (g)	0.05	E	0.11
Fenilalanin+Trizoin (g)	0.35	Mineraller(g)	
Lösin (g)	0.34	Kalsiyum	0.12
İsolösin (g)	0.21	Fosfor	0.10
Treonin (g)	0.17	Magnezyum	12
MEtionin +Sistin (g)	0.12	Potasyum	0.15
Lisim (g)	0.27	Sodyum	0.05
Valin (g)	0.22	Klorid	0.10
İz Elementler			
Demir (mg)	0.05	Molibden(mg)	5.5
Bakır (mg)	12	Manganez(mg)	5
Çinko (mg)	0.36		

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefirin kimyasal bileşimi Çizelge 2.2'de gösterilmektedir (RG, 2009- 27143).

Çizelge 2.2. Kefirin kimyasal bileşeni

Süt Proteinini* (Ağırlıkça %)	En az 2,7
Süt yağı (Ağırlıkça %)	En fazla 10
Titrasyon asitliği (Ağırlıkça % Laktik asit)	En az 0.6
Toplam Spesifikasyon Mikroorganizma (kob/g)	En az 10 ⁷
Etikette Belitilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g)	En az 10 ⁶
Mayalar (kob/g)	En az 10 ⁴

* Süt Proteinini; Kjeldahl metodu ile belirlenen toplam azot miktarı x 6.38

Cetinkaya vd., (2012) yaptıkları çalışmada, Bursa'da farklı yerlerden temin ettikleri 50 adet kefirin bazı kimyasal özelliklerini incelediklerinde, kefirlerin kuru madde miktarını %11.3, yağ miktarını %2.3, pH değerini 3.9- 4.7 ve ortalama asitlik değerini %0.8 L.A olarak tespit etmişlerdir.

Kefirin üretiminde kullanılan sütün kefir kompozisyonuna direkt etkisinin olduğu bilinmektedir. Hidayat vd. (2015) yaptıkları çalışmada, keçi sütüne %5 kefir tanesi ilave

ederek ürettikleri kefirin kimyasal bileşiminin %21.3 karbonhidrat, %8.65 yağ ve %5.26 protein içerdiğini; inek sütüne %5 kefir tanesi kullanarak ürettikleri kefirin kimyasal bileşiminin ise %7.28 karbonhidrat, %10.6 yağ ve %3.75 protein içerdiğini tespit etmişlerdir.

Gamba vd. (2020), soya ve inek sütü kullanarak ürettikleri kefirlerin kimyasal bileşim oranlarını protein %3.25-%5.09, yağ %1.34-%3.87, karbonhidrat %3.73-%0.60 değerlerinde bulmuşlardır.

Muir vd. (1999), geleneksel yöntemle ürettikleri kefirlerin protein miktarını %3.22 ile %4.54 aralığında saptamışlardır.

Kefir, tam ve yarım yağlı ya da yağsız pastörize süttten üretilmektedir (Rosa vd., 2017; Otles ve Cagindi, 2003). Türk Gıda Kompozisyonu Verilerine göre 100 g kefirin içerisinde bulunan yağ oranı %1.6-%3.6'dır ve Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliğine göre kefirin yağ oranı %10'u geçmemelidir (Koyu ve Demirel, 2018). Çünkü sütteki yağ içeriğinin yüksek olması, kefirin yoğun ve kremsi olmasına neden olmaktadır (Santos, 2008).

Kefirin yapısını etkileyen parametrelerin başında süttün ısıt işlemler koşulları, stabilizatör türü ve kullanım seviyeleri, inkübasyon sıcaklığı, starter kültür çeşidi, yağ içeriği ve homojenizasyon şartları, son ürün pH değeri, soğutma koşulları gelmektedir (Lucey vd., 2004).

2.7. Bitkisel İçecekler

Bitkisel bazlı içecekler kuruyemiş, tahıl ve baklagil gibi bitki kaynaklı gıdalardan üretilmektedir. Bu içecekler görünüş ve kıvam bakımından hayvansal süte benzeyen, bitki proteinleri, yağ kürecikleri ve biyopolimerlerin su ile ekstrakte edilmesiyle elde edilen kolloidal dispersiyonlar ya da baklagil, tahıl ve kuruyemişlerin suda çözünebilen özleri olarak tanımlanmıştır. Sağlığa birçok faydaları olan bitkisel içecekler; vitamin, mineral ve antioksidan aktivitesi bakımından zengindir (Kayeye, 2023; Silva vd., 2020; Gajdos Kljusuric vd., 2015; Reyes-Jurado vd., 2023). Çizelge 2.3'te bitkisel bazlı içeceklerin besin içeriği tablosu verilmiştir.

Çizelge 2.3. Bitkisel bazlı içeceklerin besin içeriği (Aydar vd., 2020).

Bitkisel İçecekler	Nem (%)	Protein (%)	Toplam Kuru Madde (%)	Toplam Yağ (%)	Kül (%)	Karbonhidrat (%)	Lif (%)	pH	Referans
Badem Sütü	%72-93.40	%0.80-1.7	%3.36-8.11	%1.06-8.89	%0.09-3.04	%0.08-4.50	%0.58-1.25	5.72-6.92	Alozie, Yetunde ve Udofia (2015)
Kaju Sütü	%87.12	%2.05	%12.88	%3.30	%2.63	%4.38	%1.15	*	Manzoor vd. (2017)
Hindistan Cevizi Sütü	%50-54	%3.28-3.6	%14.00	%30.13-34.7	%1.20	%6.6	%0	6.61	Abdullah vd. (2018)
Fındık Sütü	%94.10	%0.65-4.17	%5.30-9.60	%1.55-4.02	%0.20	%3.23-3.99	%0.4	6.35-7.15	Atalar, (2019)
Soya Sütü	%88.12-91	%2.36-8.71	%8.11	%2.35-4.35	%0.81-0.84	%4.78-5.00	%0.70	6.9-7.39	Kundu vd. (2018)
Yulaf Sütü	*	%0.78	*	%0.28	%0.48	%2.78 maltoz	%0.80	7.16	Mäkinen vd. (2015)
Pirinç Sütü	*	%0.07-0.6	%12.90	%0.87-2.33	%0.13-0.42	%25.28	%0.00	5.21-6.10	Vanga ve Raghavan (2017)

Bitki bazlı içecekler, soya, bezelye gibi baklagillerden, yulaf, arpa, mısır, pirinç, kinoa gibi kuruyemişlerden ve fındık, badem, hindistancevizi, ceviz, kaju, fındık, susam gibi kuruyemişler olmak üzere çeşitli bitkisel kaynaklardan elde edilen süt alternatifleridir. Günümüzde bu içecekler az yağlı, yağsız, şekerli, şekersiz ve aromalı şekilde ticari olarak satışa da sunulmaktadır. Satış rakamları incelendiğinde ilk sırada %64 ile badem sütü, ardından %13 ile soya sütü, %12 ile Hindistan cevizi sütü ve %11 ile diğer bitkisel içecekler gelmektedir (Mäkinen vd., 2016).

Bu içecekler veganlar ve laktoz intoleransı olan kişiler tarafından tercih edilmekte olup, sütün yerine geçen popüler seçenekler arasında yer almaktadır. Bitkisel bazlı içecekleri en fazla tüketen grubun veganlar olduğu açıklanmıştır (Eveleigh vd., 2020; Pontonio ve Rizzello, 2021; Sanjaya ve Romula, 2023). Bu içeceklerin, üretilen ürün birimi başına enerji girdisinin hayvansal süte kıyasla çok daha az olması sürdürülebilirlik bakımından avantaj sağlamaktadır. Ayrıca talebe göre formülasyonlarının değiştirilebilmesi üretim ve tüketimlerini hayvansal sütlerle göre avantajlı duruma getirmektedir.

Bitkisel bazlı içecekler günümüzde kefir, yoğurt, peynir, tereyağı ve dondurma benzeri birçok vegan gıda ürünlerinin oluşturulmasında önemli bir rol oynamaktadır (Selvaraj vd., 2023). Ayrıca farklı hayvan sütleri ile karıştırılarak kefir (Atalar 2019), yoğurt (Ilyasoğlu ve Yılmaz, 2019) ve peynir (Oyeyinka vd. (2019) gibi çeşitli ürün grupları üretilmiştir.

2.7.1. Bitkisel İçeceklerle Yapılan Çalışmalar

Karaçali (2017), inek sütü ile soya sütü karışımı ve *Bifidobacterium* spp. Bakterisi ile üretilen kefirlerin özelliklerini incelemiştir. Kefir örneklerinde istenilen aroma bileşiklerinin yüksek, istenmeyenlerin ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırmaya göre, soya sütü ve *Bifidobacterium longum*'un birlikte endüstriyel kefir üretiminde kullanılabileceği ayrıca bu kombinasyonun sağlıklı ve lezzetli gıda üretimi için uygun bir alternatif olabileceği vurgulanmıştır.

Lee vd. (2011), soya sütü ile ürettikleri yoğurtların laktik asit düzeyinin, inek sütü ile ürettikleri yoğurtlara göre çok düşük olduğunu bildirmişlerdir. Bunu önlemek için soya sütüne süt tozu ilave edilmesiyle laktik asit düzeyinin standart yoğurt seviyesine yükseltildiği belirlenmiştir (Granata ve Morr, 1996; Uzuner, 2012).

Almghawesh vd. (2022), inek sütü (kontrol), soya sütü ve soya sütü ile inek sütünü karıştırıp yeni bir fonksiyonel yoğurt benzeri ürün üreterek, inek sütü yoğurduyla kıyaslamışlardır. Starter kültür ve *Bifidobacterium bifidum* kullanılarak üretilen bu ürünler, 4°C'de 15 gün boyunca depolanmıştır. Sonuç olarak, tüm örneklerin depolamanın 15. gününe kadar 10^6 kob/g canlılık seviyesini korudukları için probiyotik gıda özelliği gösterdikleri bildirilmiştir. Soya sütüne ilave edilen probiyotik bakterilerin, ürünün raf ömrünü uzattığı ve tadını geliştirdiği belirlenmiştir. Soya sütü yoğurdunun en yüksek protein içeriğine (%3.75) ve palmitoleik asit hariç doymamış yağ asitleri seviyelerine (oleik asit 26.80 ± 0.1 , linoleik asit 32.03 ± 0.1 , α -linolenik asit 3.74 ± 0.1) sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle soya sütünün kaliteli tat, koku ve yapı sunarak, besleyici, sağlıklı, inek sütü yoğurduna alternatif ve probiyotik vegan bir gıda ürünü olarak değerlendirilebileceği bildirilmiştir.

Dağyıldız (2015), %100 inek sütü (kontrol) kefir, %75 inek sütü+%25 soya sütü karışım kefir ve %75 inek sütü+%25 soya sütü karışım kefirine 0.5 U/g protein, 1 U/g protein, 1.5 U/g protein olmak üzere üç farklı miktarda mikrobiyal transglutaminaz (m-TG) ilave ederek ürettiği örneklerin 30 günlük depolama boyunca kalite özelliklerini incelemiştir. Mikrobiyal transglutaminaz ilaveli örneklerin viskozite değerlerinin, kontrol örneği ve enzim ilavesiz soyalı kefire göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu durum, mikrobiyal transglutaminaz enziminin oluşturduğu çapraz bağlardan kaynaklanabileceği olarak belirtilmiştir. Sonuç olarak, enzim ilavesinin kefir örneklerinin viskozite değerleri üzerinde etkisi olduğu bildirilmiştir.

Gamba vd. (2020), soya sütü ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin fermantasyon sonrası serbest amino asitlerini inek sütü kefirinde 20.92 mg/100mL⁻¹, soya sütü kefirinde 36.20 mg/100mL⁻¹ olarak ölçmüşlerdir. Her iki kefirde de çoğunlukla glutamik asit tespit edilmiştir. Bunun nedeni, mikrobiyal proteolizin serbest amino asitlerde, özellikle glutamik asitte artışa neden olduğunu göstermektedir. İnek sütü kefirinde 10⁸–10⁹ kob/mL⁻¹ laktik asit bakteri, 10⁶–10⁷ kob/mL⁻¹ asetik asit bakteri ve 10⁶–10⁷ kob/mL⁻¹ maya sayısı tespit edilmişken, soya sütü kefirinde ise maya ve asetik asit bakteri sayıları inek sütüne kıyasla düşük tespit edilmiştir. Hem inek sütü hem de soya sütü kefirlerinde *Lactococcus lactis*, *Kazachstania unispora* ve *Saccharomyces cerevisiae* izole edilmiş, *Acetobacter orientalis* ise yalnızca inek sütü kefirinde bulunmuştur. Her iki kefirin antioksidan aktivite göstererek, *Escherichia coli*, *Salmonella Typhimurium* ve *Staphylococcus aureus*'a karşı bakterisidal (bakteri öldürücü) etki gösterdiği bildirilmiştir. İnek sütü ve soya sütü kefirinin ACE (anjyotensin dönüştürücü enzim) inhibitör aktivitesi gösterdiği ve fermantasyon sonrasında ise bu enzimin önemli ölçüde arttığı saptanmıştır.

Peng ve Guo (2015), soya sütü ile ürettikleri yoğurtta farklı haşlama sıcaklıklarının (50°C, 60°C, 70°C, 80°C, 90°C) etkisini incelemişlerdir. 70°C'den yüksek haşlama sıcaklıklarının, geleneksel yöntemle üretilen yoğurda göre jel yapısını zayıf, sertliği ise %50 oranında azalttıkları tespit edilmiştir.

Kesenkaş vd. (2013), dondurmaya fonksiyonellik kazandırmak amacıyla soya sütü ilave etmişler ve dondurma mikslerinde kefir kültürü veya kefir kullanarak probiyotik özellik sağlamayı amaçlamışlardır. Çalışma sonucunda, soya sütü ve soya sütü ile inek sütü

karışımlarının dondurma üretiminde kullanılabileceği belirlenmiştir. Dondurma mikslerinin fermentasyonu kefir kültürüyle değil, kefirin kendisiyle yapıldığında tat ve koku özelliklerinin geliştiği gözlemlenmiştir.

Aboulfazli vd. (2016) yaptıkları çalışmada, inek, soya ve hindistancevizi sütünden üç farklı çeşitte fermente dondurma ve inek sütü, soya sütü ve hindistancevizi sütünün farklı oranlarda karışımlarını (1 = %25, 2 = %50 ve 3 = %75) kullanarak üç farklı çeşitte dondurma üretmişlerdir. Dondurma karışımına La-05 ve Bb-12 probiyotikleri ilave edilerek fermentasyon sırasındaki değişimleri incelenmiştir. Böylece, bitkisel içeceklerden yapılan dondurmaların daha hızlı bir pH düşüşüne sebep olduğu belirlenmiştir. İnek sütü yerine soya ve hindistancevizi sütü kullanılmasının, fermente dondurmalarındaki Bb-12 probiyotiklerinin gelişmesini önemli ölçüde arttırdığı tespit edilmiştir. Aynı şekilde, La-5 probiyotiğinin fermente soya sütü dondurmasındaki gelişiminin, inek sütü dondurmasına göre önemli ölçüde arttığı saptanmıştır. %75 soya sütü+%25 hindistancevizi sütü karışımı ile üretilen dondurmanın, La-05 ve Bb-12'nin gelişme hızını arttırdığı gözlemlenmiştir. Bb-12 ve La-05'in, soya ve hindistancevizi sütü dondurmalarında inek sütü dondurmasına göre daha çok geliştikleri belirlenmiştir. Sonuç olarak, fermente bitkisel içeceklerden üretilen dondurmanın, Bb-12 ve La-05'in kullanımı için etkili bir araç olabileceği bildirilmiştir.

Oyeyinka vd. (2019) soya sütünü, farklı oranlarda (%0, %20, %40, %60, %80, %100) kaju sütüyle karıştırarak peynir analogları üretmişlerdir. %40 kaju sütü içeren peynirin en yüksek protein ve kül içeriğine sahip, lipid miktarının ise düşük olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle renk, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından tercih edildiği belirlenmiştir. Kaju sütü miktarının artması ile örneklerin genel kabul edilebilirliği ve peynir veriminin azaldığı saptanmıştır. Sonuç olarak, kaju ve soya sütü karışımlarından yapılan vegan peynir ürünlerinin alternatif bir protein kaynağı olarak düşünülebileceği ifade edilmiştir.

Bolarinwa vd. (2018), soya sütü: ceviz sütü karışımlarını çeşitli oranlarda (0:100, 10:90, 30:70, 50:50) üretmişlerdir. Soya ve ceviz sütü karışım içeceklerinin bileşim aralıkları nem %86.93-%90.67, protein %1.96-%2.87, yağ %3.08-%5.09, kül %0.14-%0.30 ve karbonhidrat %2.18-%6.89 olarak hesaplanmıştır. Mineral içerikleri demir 0.97 ppm-2.38 ppm, magnezyum 22.13 ppm-59.51 ppm, kalsiyum 26.08 ppm-35.08 ppm, sodyum 2.71

ppm-3.25 ppm, çinko 1.38 ppm-2.14 ppm değerlerinde ölçülmüştür. Fizikokimyasal özellikleri ise pH %4.95-%5.36, toplam katı madde %9.34-%13.17, toplam çözünür katı madde %3.4-%3.9, toplam titre edilebilir asitlik %0.25-%0.42 olarak bulunmuştur.

Abdolmaleki vd. (2015), starter kültür kefiri ile fermente ettikleri süt, peynir altı suyu ve soya sütünden hazırlanmış içecekleri karşılaştırmışlardır. Üç farklı substrattan üretilen bu içeceklerin özelliklerinde benzer değişiklikler gözlemlenmiştir. 28 günlük depolama süresince tüm kefir örneklerinde *Lactobacillus* ve *Lactococcus* sayıları azalırken, maya sayısının arttığı saptanmıştır. Bu durum, mayaların metabolik aktiviteleri aracılığıyla karbonhidrat kullanımı, etanol ve asit üretimi gibi biyokimyasal değişiklikler üzerinde laktik asit bakterilerine kıyasla daha büyük bir etkiye sahip olabileceklerini göstermektedir.

Erol (2020), badem, inek sütlerinden ve bu sültere farklı oranlarda bal ile muz ilave ederek (A: %100 pastörize inek sütü, B: %60 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal+%10 muz, C: %70 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal, D: %85 badem sütü+%5 bal+%10 muz, E: %95 badem sütü+%5 bal ve F: %100 badem sütü) 6 çeşit kefir üretmiştir. Kefir üretiminde badem sütünün inek sütü yerine geçebilecek iyi bir alternatif olduğu belirlenmiştir.

Ersan ve Topçuoğlu (2019), badem sütünden probiyotik yoğurt ürettikten sonra mikrobiyolojik ve fizikokimyasal özelliklerini analiz etmişlerdir. Badem sütü ile üretilen probiyotik yoğurt numunelerinden %100 badem sütü ile üretilen yoğurttaki, depolama süresince probiyotik bakteri sayısının arttığı belirlenmiştir. 21 günlük depolama boyunca tüm bakteri sayısının terapötik etki için gerekli olan sayının $10^6 > \text{kob g}^{-1}$ üzerinde hesaplanması badem sütünün fonksiyonel özellikleri artırıcı nitelikte olduğunu göstermektedir. Badem sütü kullanılmasının yoğurtların fizikokimyasal özelliklerinde olumsuz etkiye neden olmadığı bildirilmiştir.

Wulansari (2022), keçi sütüyle ürettiği kefire, farklı oranlarda yulaf sütü (%8 a/h, %12 a/h, %16 a/h) ve *Lactocaseibacillus casei* AP (%2 h/h, %4 h/h) karıştırarak ilave etmiştir. Yulaf sütü ilave miktarının artması ile istenmeyen sineresis oranının azaldığı, viskozitenin ise arttığı belirlenmiştir. Mikrobiyolojik kaliteyi etkilemediği için kefir ürünlerinin fiziksel özelliklerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Bu bulgulardan yola çıkarak,

yulaf sütü ve *Lacticaseibacillus casei* AP kombinasyonuna dayalı keçi sütü kefirinin potansiyel olarak geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Dinkçi vd. (2015), inek sütü ve yulaf sütü karışımı kullanarak kefir üretimini gerçekleştirmişlerdir. Farklı oranlarda (%20, %40, %60) yulaf sütü ve kontrol olarak %100 inek sütünden üretilen kefirler 4°C’de 21 gün boyunca depolanmıştır. Depolama boyunca tüm kefir örneklerinde pH ve viskozite değerlerinin düştüğü, yulaf sütü ile üretilen kefirlerde ise titrasyon asitliğinin arttığı tespit edilmiştir. Ayrıca, yulaf sütü oranı arttıkça kefirlerin protein, yağ ve kuru madde içeriklerinin azaldığı belirlenmiştir. Sonuç olarak, inek sütü ve yulaf sütü karışımı yeni bir kefir ürünü üretilbileceği bildirilmiştir.

Özgül (2019), kayısı çekirdeği içi sütü ve inek sütünü farklı oranlarda (%100 inek sütü, %75 inek sütü+%25 kayısı çekirdeği içi sütü, %50 inek sütü+%50 kayısı çekirdeği içi sütü, %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği içi sütü, %100 kayısı çekirdeği içi sütü) karıştırarak ürettiği kefirleri 4°C’ de 20 gün boyunca depolamıştır. Yapılan analizler sonucunda, kefir üretiminde kayısı çekirdeği içi oranının %50 üzerine çıkmadan %25 ve %50 oranlarında kullanılması tavsiye edilmiştir.

2.7.2. Fındık

Fındık (*Corylus avellena* L.) çekirdekleri, Fagales takımının, *Betulaceae* familyasının, *Corylus* cinsinden olup, dünyada bademden sonra en çok bilinen sert kabuklu meyvelerden biridir. Fındığın tarihi çok eski yıllara dayanmakla beraber, anayurdunun Karadeniz Bölgesi olduğu ve fındığın bu coğrafyadan dünyaya yayıldığı belirtilmiştir. Başlıca fındık üreten ülkeler Türkiye ve İtalya olup, toplam üretimin %75’i Türkiye’den sağlanmaktadır. Türkiye’de yetiştirilen on altı fındık çeşidi içerisinde en kaliteli ve popüler olanı, Giresun’da bulunan Tombul (yuvarlak) fındık türüdür (Gao vd., 2022; Alasalvar ve Bolling, 2015; Mitra, 2003; Çakal, 2005).

Fındık, gıda endüstrisi tarafından süt ve süt ürünleri, unlu mamuller, yağ, ezme, çikolata, şekerleme gibi ürünlerin üretiminde; yemek, salata ve pastalara yardımcı madde olarak eklenerek aroma ve lezzet katmak amacıyla dünya genelinde yaygın olarak kullanılmaktadır (Güner, 2017).

Fındığın protein miktarı yumurta ve tahıllardan yüksek, et ve baklagillere yakın eşitlikte olduğu belirlenmiştir. Protein bakımından zengin ve iyi bir enerji kaynağı olan fındığın bileşimi %10-%24 protein, %50-%73 yağ, %10-%22 karbonhidrat, %1-%3.4 kül, %1-%3 selüloz, %2-%6.5 su, diyet lifleri ve fenolik bileşiklerden oluşmaktadır. Günlük 25 gram fındık tüketimi, E vitamininin (α -tokoferol) %24'ünü ve B₆ vitaminin %25 ihtiyacını karşılamaktadır. Kalsiyum (Ca) miktarı 209 mg/100 g olup, bitkisel bazlı besinler arasında demiri 3.4 mg/100 g-5.8 mg/100 g miktarında en fazla içeren gıdadır. Kalsiyumun vücuda emiliminin sağlanması için kuşburnu, portakal ve limon gibi C vitamin kaynağı besinler ile tüketilmesi önerilmektedir. Ayrıca, fındık lipid çözünür fenolik antioksidanlar açısından da mükemmel bir fitokimyasal kaynağıdır (Şimşek ve Aslantaş, 1999; Köksal vd., 2002; Yorulmaz vd., 2009; Shahidi vd., 2007).

Tokoferoller, fitosteroller, karatenoidler ve biyoaktif maddeler bakımından zengin olan fındık yağının büyük bir bölümünü %92.8 oranında doymamış yağ asitleri olan; %73.6 oleik, %9.8-%16.6 linoleik, %4.1-%6.8 palmitik ve %1.6-%3.7 stearik oluşturmaktadır (Sun vd., 2022; Taş ve Gökmen, 2015; Cui vd., 2020).

Yetiştirildiği bölgenin iklim koşullarına bağlı olan fındığın kimyasal bileşimini ve kalitesini yetiştirilme tekniği, çeşidi ve uygulanan yöresel işlemler etkilemektedir (Gülsoy vd., 2019).

Fındığın badem, ceviz, Antep fıstığı ve fıstığa göre daha avantajlı olmasının nedeni içeriğindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin düşük oranda bulunması olarak belirtilmiştir. Bu durum, yağın oksidasyonu sonucunda oluşan acılaşmış tadı engelleyerek, ürün stabilitesini ve raf ömrünü arttırmaktadır (Garcia vd., 1994; Özdemir, 1998).

Fındık, önemli bir besin kaynağı olmasına rağmen fındık içeceği üretimi için nispeten pahalıdır. Soğuk pres ekstraksiyon tekniği ile üretilen fındık küspesi, herhangi bir kimyasal kalıntı içermemekte ve fındık içeceği üretimi için bir hammadde olarak kullanılabilir (Atalar vd., 2019).

2.7.3. Fındık İçeceği ve Kullanım Alanları

Fındık içeceği, çiğ iç fındığın su içinde öğütülüp homojenize edildikten sonra süzülmesiyle üretilen potasyum, fosfor, magnezyum, kalsiyum, E vitamini, diyet lifleri, resveratrol, niasin, arjinin, fitosteroller ve fenolik bileşikler içermesi sayesinde beslenme ve sağlığa faydalı bir bitkisel içecek alternatifidir (Ermış vd., 2018; Bernat vd., 2014; Gul vd., 2017; Gul vd., 2018; Paul vd., 2020). Besinsel faydalarının yanı sıra, fındığın aktif tat bileşikler (aminoasitler, organik asitler ve diğerleri) açısından zengin olması yaygın olarak tüketilmesini sağlamaktadır.

Gocer ve Kobtagel (2023) yaptıkları çalışmada hem inek sütü hem de fındık içeceğinin fermantasyonunda kefir mayası kullanarak ürettikleri kefirleri 1 ay ve 4°C'de depolamışlardır. En yüksek enerji içeriği, fındık içeceğinde ve fındık içeceğinden yapılan kefirde belirlenmiştir. Depolama boyunca kefir örneklerindeki çoklu doymamış yağ asidi, toplam şeker ve organik asit azalırken, doymuş yağ asidi ve pH değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Fındık içeceği kefirinin doymamış yağ asidi içeriği inek sütü kefirinden yüksek, doymuş yağ asidi içeriği ise daha düşük olarak belirlenmiştir. Ayrıca, inek sütünden yapılan kefirde baskın olan aromaların etanol ve etil asetat olduğu saptanmıştır.

Atalar (2019), inek sütü ve inek: fındık içeceği karışımı ile ticari starter kültürle kefir örnekleri üreterek soğuk sıkım fındık yağı atık ürününün kefir içeceklerini zenginleştirilmesi sonucu değerlendirilmesini amaçlamıştır. Kefir örnekleri A (%100 inek sütü), B (%75 inek sütü+%25 fındık içeceği), C (%50 inek sütü+%50 fındık içeceği), D (%25 inek sütü+%75 fındık içeceği) olarak belirlenmiştir. Bu örnekler 25°C'de 20 saat inkübasyondan sonra 4°C'de depolanmış ve depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde analizleri gerçekleştirilmiştir. Sonuç olarak, fındık içeceğinin kefir üretiminde besin içeriğini ve duyuşal beğeniyi arttıracakı bildirilmiştir. Ayrıca, fındık içeceğinin kalite özellikleri üzerinde termosonikasyon işleminin etkileri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar geleneksel termal işlemle kıyaslanmıştır. Termosonikasyonun fındık içeceğinin ticari üretimi için başarıyla kullanılabileceği, geleneksel yöntemlere göre iyileştirilmiş kalite ve güvenlik standartları sunabileceği, geleneksel ürünlere göre daha besleyici fındık içeceği üretimi sağlandığı ifade edilmiştir. Fındık içeceği ile üretilen kefirin, inek sütüyle elde edilen kefire göre daha yüksek miktarda protein, yağ, su tutma kapasitesi (WHC) ve

ekzopolisakkarit (EPS) içerdiği tespit edilmiştir. Fındık içeceği ilave edilen kefirin yapısal özelliklerinin iyileştiği ve lipid profilinin inek sütü kefirine göre daha sağlıklı olduğu belirtilmiştir.

Gul vd. (2022), fındık yağı endüstrisinin yan ürünlerinden elde edilen fındık içeceğinin fonksiyonel yoğurt üretimine nasıl entegre edilebileceğini incelemişlerdir. Yoğurt, inek sütü: fındık içeceğinin farklı oranlarında (1:0, 3:1, 2:1, 1:1, 0:1) hazırlanmıştır. Yoğurt üretimi için fındık içeceği ve inek sütü, yağsız süt tozu ile 100 g başına 14.5 g'a standartlaştırılmıştır. Fındık içeceğinin yoğurt üretiminde kullanılmasının, su tutma kapasitesi ve viskozite değerlerini arttırdığı, *L. bulgaricus* bakteri sayılarını ise olumsuz etkilediği belirlenmiştir. Fındık içeceği konsantrasyonunun artması ile toplam fenolik bileşikler, antioksidan aktivite, doymamış yağ asitlerinin arttığı tespit edilmiştir. Fındık içeceği ile zenginleştirilmiş yoğurtların asitlik değerleri düşük olduğu için raf ömrünü uzatmanın depolama süresi boyunca büyük önem taşıdığı bildirilmiştir. Fındık içeceği yoğurdunun biyoaktif özelliklerinden dolayı, inek sütü ile üretilen yoğurda göre daha zengin olduğu belirtilmiştir. Görünüm, lezzet ve genel kabul edilebilirlik açısından en uygun yoğurt oranının 3:1 (inek sütü: fındık içeceği) olduğu bulunmuştur. Bu çalışma yapısal, reolojik ve duysal özelliklere dayanarak, fındık küspesinden elde edilen fındık içeceğinin zenginleştirme amacıyla kullanılabileceğini ortaya koymuştur.

İlyasoğlu ve Yılmaz (2019), fındık içeceği ile üretilen yoğurtların yüksek miktarda doymamış yağ asitleri, düşük oranda ise kolesterol ve fitosteroller içermesi nedeniyle inek sütü yoğurduna göre daha yüksek nitelikte olduğunu tespit etmişlerdir. Ancak fındık içeceği, yoğurdun tat ve kokusunu olumsuz etkilediği için tatlandırıcılarla birlikte kullanılması gerektiği önerilmiştir.

Kalkan ve Balpetek Külcü (2022), İskandinav kökenli geleneksel fermente süt ürünü Viili'den, fonksiyonel bitkisel içecek alternatifleri geliştirmek amacıyla inek sütü ve fındık içeceğinden Viili yoğurdu üretilerek yeni ürünler elde etmişlerdir. Bu iki üründe depolama boyunca mikrobiyolojik analiz sonucunda yüksek probiyotik seviyelerin korunduğu, TMAB (toplam mezofilik aerobik bakteri) 6.68 log kob/g–7.14 log kob/g, maya 6.90 log kob/g–7.85 log kob/g, laktik asit bakteri 5.80 log kob/g–7.91 log kob/g ve *Lactococcus* spp. 5.14 log kob/g–7.60 log kob/g değerlerinde bulunmuştur. Duyusal analiz sonucunda fındık

ieeğinden üretilen Viili yoğurdunun renk, görünüm, yapı, kıvam, tat ve koku özelliklerinin tüketim için yeterli olduğu ve beğenildiği belirlenmiştir. Fındık ieeğinin, yeni bir probiyotik fermente ürün olarak kabul edildiği, vejetaryenler ve laktoz ile hayvansal proteinlere alerjisi olan tüketiciler için uygun bulunduğu bildirilmiştir.

Ersöz (2019), fındık ieeğinden muhallebi üreterek, fındık ieeğinin sütlü tatlılarda kullanılmasının uygun olduğunu tespit etmiştir. Muhallebinin kabul edilebilir özellikte olması için inek sütüne en fazla %50 oranında fındık ieeği ilave edilmesi, yapının daha iyi ve uzun raf ömrü için formülasyona %0.2 karragenan katılması, serum ayrılmasını önlemek ve tekstür özelliklerini iyileştirmek amacıyla karragenan ve keçiboynuzu gamı kullanılması tavsiye edilmiştir. Muhallebi retiminde kullanılan fındık ieeğinin bileşimi %3.53 yağ, %2.03 protein, %0.30 kül, %7.57 kuru madde ve pH 6.40 olarak bulunmuştur.

Atalar vd. (2021), dondurma üretiminde inek sütü yerine fonksiyonel bir gıda bileşiği olarak yüksek basınçla homojenize edilmiş fındık ieeğini %0, %25, %50, %75, %100 oranlarında ilave ederek, dondurmanın reolojik, tekstürel, fiziksel, fonksiyonel ve duysal özellikleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Fındık ieeği oranının artması ile dondurmanın su tutma özellikleri, akış davranışları ve emülsiyon kapasitesinin geliştiği gözlemlenmiştir. Ayrıca, dondurmanın erime hızının azaldığı ve ilk damlama süresinin geciktiği belirlenmiştir. Fındık içeriğinin artması ile dondurmanın yüksek kıvam, sertlik değeri, toplam fenolik içerik ve antioksidan aktivite gösterdiği saptanmıştır. Dondurma retiminde fındık içeriğinin %75'e kadar kullanılmasının, ürünün kabul edilebilirliğini arttırdığı belirlenmiştir. Dondurmanın fındık ieeği ile zenginleştirilmesinin, süt ürünlerinin fonksiyonel, yapısal ve besinsel özelliklerini arttırdığı tespit edilmiştir.

Bernat vd. (2014) araştırmalarında, fındıkların ıslatılması ve öğütülmesi ile ürettikleri fındık içeceklerini Lactobacillus bakterisi ile inülin katkısıyla fermante etmişlerdir. Üretilen süt 33 MPa'da homojenize edildikten sonra 85°C'de 30 dk pastörize işlemi uygulanmıştır. Isıl işlemden önce sütün stabilizasyonu için 0.05 g/100 mL ksantan gam, inülin ve glukoz eklenmiştir. Fındık ieeğinin kül miktarı %0.20, protein %3.93, yağ %4.021 ve kuru madde miktarı %5.3 değerlerinde bulunmuştur. Bitkisel içeceklerin üretiminde, sulandırma leği ve uygulanan proses farklılığının kuru madde değerlerinde değişikliğe sebep olduğu belirlenmiştir.

Gul vd. (2017), fındık içeceğinin mikroyapı ve reolojik özellikleri üzerinde yüksek basınçlı homojenizasyonun etkisini incelemişlerdir. Yüksek basınç uygulanan örneklerin partikül boyutlarında ve kıvam değerlerinde (91.82 Pa.sn-0.51 Pa.sn) azalma, akış davranış indeks değerlerinde (0.15-0.36) artış gözlemlenmiştir. Depolama modülünün (G') kayıp modülünden (G'') daha yüksek olması fındık içeceğinin elastik özellikleri bakımından baskın ve yumuşak bir jel olarak sınıflandırılabilceğini göstermiştir.

Kuru ve Tontul (2020) fındık, kabak çekirdeği ve ayeği tohumu hammaddelerinden %0 -100 oranlarında 14 farklı bitki kaynaklı içecek karışımları ürettikleri çalışmada, fındık miktarının artması ile protein, beyazlık indeksi, serum ayrılması ve duyuasal özelliklerinin olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Ürünün formülasyonu optimum %66.3 fındık, %33.7 ayeği tohumu ve %0 kabak çekirdeği içermesi durumunda talep göreceği bildirilmiştir.

Aysu vd. (2022), fındık içeceğinin besin içeriğini protein 2.3 g/100 g, yağ 6.56 g/100 g, karbonhidrat 2.31 g/100 g, enerji 77.41 kcal, kül 0.30 g/100 g olarak, pH'ı 6.82, asitliği %0.009, toplam fenolik içeriği 51.45 mg/L, antioksidan kapasiteyi 55 μ mol/L değerlerinde ölçmüşlerdir. En fazla tespit edilen yağ asidinin oleik asit (%80'den fazla) olduğu, ardından linoleik, palmitik ve stearik asidin geldiği tespit edilmiştir.

2.8. Transglutaminaz Enzimi

Transglutaminazlar (TG), (EC.2.3.2.13) standart koduyla belirlenen, transferazlar sınıfına ait geniş bir enzim ailesidir (Alipour vd., 2023). Doku transglutaminaz ya da TG2 olarak da bilinen transglutaminaz (EC 2.3.2.13, TGaz), protein glutamin kalıntıları ile farklı asil reseptörler arasında ϵ -(γ -glutamin) izopeptidlerinin oluşumunu katalizleyerek, proteinin küçük moleküller tarafından çapraz bağlayarak modifikasyonuna yol açmaktadır (Ye vd., 2024). Glutaminin γ -karboksiamid gruplarını ve çeşitli primer aminleri, özellikle lizinin ϵ -amino grubunu çapraz bağladığı için doğal bir yapıştırıcı olarak işlev görmektedir. Bitkiler, memeliler, mikroorganizmalar ve böceklerde transglutaminaz (TG) enzimi yaygın olarak bulunmaktadır (Ariyoshi vd., 2024). Bu nedenle biyolojik süreçlerde de önemli rol oynamaktadır (Xue vd., 2020). Ayrıca, transglutaminazın (TG) memelilerden ve bitkilerden elde edilmesi pahalı ve karmaşık bir süreç olduğu için gıda endüstrisinde sınırlı kullanılmaktadır (Xue vd., 2020).

Doğal tarama yöntemiyle transglutaminaz (TG) üreten organizmaların genellikle enzim üretme yetenekleri düşüktür ve elde edilen enzim, düşük aktiviteye ve zayıf substrat özgüllüğüne sahip olduğundan dolayı endüstriyel uygulamaları sınırlı olmaktadır (Xue vd., 2020).

Mikroorganizmalardan üretilen transglutaminaz (TG) ilk olarak *Streptoverticillium mobaraense*'nin kültür ortamından izole edilmiştir. Daha sonra yüksek enzim aktivitesi için yeni suşlar seçilerek, enzim üretimi geleneksel fermantasyon ile farklı stratejilerle optimize olmuştur (Akbari vd., 2021). Transglutaminaz (TG) üreten ve yaygın olarak kullanılan *Streptoverticillium mobaraense* suşu, transglutaminaz enzimini ticarileştirmiştir. *Corynebacterium sp.*, *Escherichia coli*, başta olmak üzere çeşitli genetik modifiye suşlar kullanılarak transglutaminaz enzimi üretilmektedir. Geleneksel fermantasyonda genetik modifiye suşlarla üretilen transglutaminazın (TG'nin) verimliliği, yabani suşlarla üretilen transglutaminaz (TG) göre daha fazla olmuştur (Wang vd., 2018). Transglutaminaz (TG) üreten suşları doğadan ayırtmak ve saflaştırmak çok önemlidir. Bu suşları doğadan izole etmek ilk olarak protein çapraz bağlama flokülasyon çökeltme yöntemiyle yapılmıştır. Bu yöntemin birincil tarama yöntemlerine göre daha avantajlı ve düşük maliyetli olduğu belirlenmiştir (Huang vd., 2005; Xue vd., 2020).

Transglutaminazın (TG) en iyi çalıştığı ve yüksek olduğu parametreler, pH 5-7 ve 37°C sıcaklık olarak belirlenmiştir (Ganesh vd., 2022). Bu enzim, proteinler arasında çapraz bağ reaksiyonlarını indükleyerek, yüksek molekül ağırlıklı protein polimerlerini oluşturmaktadır (Chen vd., 2023). Transglutaminaz konsantrasyonu yüksek olduğu zaman proteinler birbirine daha sıkı bağlanarak aralarındaki bağların sayısı artmaktadır. Böylece su, protein matrisi içinde daha az hareket ederek, protein-su etkileşimlerini azaltmaktadır (Salinas-Valdés vd., 2015). Transglutaminaz tarafından oluşturulan bağlar, proteolitik parçalanmaya karşı yüksek direnç göstermektedirler (Zhu vd., 2008).

Transglutaminaz (TG), proteinlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinde önemli değişikliklere yol açarak gıda ürünlerinin mukavemet, elastikiyet, viskozite ve su kapasitesini arttırmaktadır (Alipour vd., 2023).

2.8.1. Transglutaminaz enziminin kullanım alanları

Transglutaminaz (TG) gıda endüstrisinde yaygın olarak kullanılan oldukça verimli bir biyokatalizördür. Protein jelinin ağ yapısını ve fizikokimyasal özelliklerini geliştirmektedir. Proteinlerin moleküller arası ve molekül içi bağlanma miktarı büyük ölçüde arttığı için daha yoğun bir jel ağ yapısı oluşturmaktadır (Li vd., 2023).

Transglutaminazın (TG) gıda ürünlerine uygulanması, enzimin hayvan dokularından izole edilmesiyle başlamıştır. Enzimin hayvan dokularından, özellikle Gine domuzu karaciğerinden çıkarılması 18. yüzyılın sonuna kadar tek ticari yaklaşım olmuştur. Kaynağının az olması, karmaşık ayırma ve saflaştırma prosedürü, enzimin yüksek maliyetli olmasına yol açmıştır.

Transglutaminaz (TG), insan tüketimi için güvenli olarak kabul edilen “GRAS” (Genellikle Güvenli Kabul Edilen) ve kullanım alanları oldukça geniş olan bir enzimdir (Wang vd., 2018).

Streptomyces mobaraensis’ten elde edilen transglutaminaz enzimi (TG), et, süt ve soya ürünleri gibi protein kaynaklı gıdaların tekstürünü (ağız hissi, sertlik, yumuşaklık, pürüzsüz yapı) geliştirmek için yaygın olarak kullanılmaktadır (Ye vd., 2024). Oluşturduğu

çapraz bağlarla, bitkisel proteinlerin su tutma, çözünürlük, emülsifikasyon, köpürme ve jel oluşumu gibi işlevsel özelliklerini önemli ölçüde etkilediği için bu enzime olan ilgi artmıştır (Ganesh vd., 2022; Xue vd., 2020). Gıdaların fonksiyonel özelliklerini, tadını, görünümünü, yapısını iyileştirdiği, raf ömrünü uzattığı ve alerjenleri azaltabildiği belirlenmiştir (Zhu vd., 2008).

Transglutaminaz enzimi (TG), düşük viskoziteli protein çözeltilerinden ve dispersiyonlarından, jel benzeri ağ yapıları üretmektedir (Gaucho vd., 2009). Jel oluşum kinetiğindeki farklılıklar, transglutaminaz (TG) eklenmesiyle oluşan kovalent bağlardan kaynaklanmaktadır. Bu bağların fermentasyonda “protein-protein” etkileşimini yavaşlattığı, hidrofobik bölgelere ulaşımı engellediği ve daha kuvvetli bir çapraz bağlı ağı oluşturduğu belirtilmiştir (Masia vd., 2024). Farklı proteinlerdeki kovalent çapraz bağlanma oluşumunu katalize eden transglutaminaz (TG), gıda işleme açısından oldukça önemlidir. Hayvansal ve bitkisel proteinlerin fonksiyonel özelliklerindeki değişiklikler, bu tepkimelerden kaynaklanmakta ve daha iyi duyuşal ve reolojik özelliklere sahip ürün oluşturmaktadır (Gaucho vd., 2009). Transglutaminaz (TG) balık, tofu, jöle ve un gibi diğer gıda ürünlerinde de kullanılmaktadır (Wang vd., 2018).

2.8.1.1. Transglutaminaz enziminin süt endüstrisinde kullanımı

Süt ve süt ürünlerinde kullanılan transglutaminaz (TG), süt protein (MPC) ve misel kazein (MCC) konsantrelerinin fiziksel özelliklerini değiştirerek bu ürünleri daha fonksiyonel duruma getirmektedir. Transglutaminaz (TG) ile işlem görmüş MCC ve MPC bir bileşen olarak kullanıldığında, mozzarella peynirinin fonksiyonel özelliklerini değiştirmektedirler. Yağsız sütte transglutaminaz (TG) kullanımı ise ısı ve alkol stabilitesini artırmıştır (Salunke vd., 2023). Süt ürünlerinde kullanılan transglutaminaz (TG) enziminin bu ürünlerde, güçlü bir asit jeli, daha yüksek kıvam, yapışkanlık, viskozite indeksi ve daha kremamsı bir ağız hissi gibi yapısal özellikleri geliştirdiği belirlenmiştir (Zhang, 2012; Wang vd., 2018).

Wróblewska vd. (2009) yaptıkları çalışmada, kefir üretiminde transglutaminaz enzimi eklenmesinin, süt proteinlerinin immünoreaktivitesi ile kefirin duyuşal özellikleri

üzerine etkilerini incelemişlerdir. Transglutaminaz enzimi kullanılan süttten elde edilen kefirlerde kazein fraksiyonlarının immünoreaktivitesinin engellendiği belirlenmiştir. İmmünoreaktivite β -laktoglobulininde bulunamazken, minör alerjen olan α -laktalbumininde belirgin bir şekilde arttığı tespit edilmiştir. TG ilavesinin daha yoğun bir kıvam ve yüksek viskoziteye yol açtığı belirlenmiştir. Depolama sırasında tekstür parametrelerinin transglutaminaz enzimi içermeyen kontrol örneklerinde artmazken, transglutaminaz içeren örneklerde artış gösterdiği saptanmıştır. Sonuç olarak transglutaminaz enzimi kullanılarak üretilen kefirlerin duyusal açıdan, kontrol gruplarına göre daha fazla beğenildiği tespit edilmiştir.

Transglutaminaz enzimi (50 ppm, 100 ppm ve 150 ppm) ve ksantan gam (%0.05, %0.1, %0.2) üç farklı konsantrasyonda kefirle ilave edilmiştir. Ksantan gam ve transglutaminaz miktarlarının artışıyla birlikte kefir örneklerin viskozitesi artarken, sineresizsin belirgin bir şekilde azaldığı gözlemlenmiştir. 150 ppm transglutaminaz ve %0.2 ksantan gam eklenen kefir örneğinin en yüksek probiyotik bakteri sayısına sahip olduğu bildirilmiştir. Ayrıca, duyusal değerlendirmelerde de en yüksek beğeni puanlarını aldığı belirlenmiştir (Sabooni, Pourahmad ve Adeli, 2018).

Transglutaminaz (TG) yoğurtlarda kıvam indeksi değerini artırmakta, peynir üretim sürecinde sütün ayrıştırılması ile oluşan süt peynirinde meydana gelen fiziksel değişiklikleri dengelemektedir. Peynir altı suyu proteininde uygulanan ultrason işlemi ise bu enzimin etkinliğini arttırdığı için ürünün reolojik ve jelleşme özelliklerinin geliştiği belirlenmiştir (Gauche vd., 2009; Li vd., 2023).

Transglutaminaz enziminin, peynir altı suyu proteinin hidrolizasyonu, denatürasyonu ve peynir pıhtılaşmasında etkili olduğu belirlenmiştir (Gantumur vd., 2023; Gauche vd., 2009). Peynir altı suyunun filtrasyonunda ön arıtma uygulamalarının endüstriyel verimlilik ve sürdürülebilirliği artırmak için kullanılabileceği bildirilmiştir (Rosseto vd., 2023).

Transglutaminazın alfa-laktoz (α -La), beta-laktoglobulin (β -Lg) ve kazeinomakropeptitleri katalize eden en uygun enzim olduğu, peynir altı suyu proteininin emülsifiye edici özelliklerini, su tutma kapasitesini, köpüklenme ve gıdalarda

kullanıldığında elastikiyet gibi özellikleri arttırdığı çalışmalar bulunmaktadır (Gantumur vd., 2023).

Süte transglutaminaz (TG) eklenmesinin yoğurt üretiminde jel mukavemetini arttırdığı, jelasyonu geliştirdiği, sinerezisi azalttığı ve su tutma kapasitesini, yapı ile viskoziteyi güçlendirerek yoğurdun reolojik özelliklerini değiştirdiği saptanmıştır (Gauche vd., 2009; Salunke vd., 2023; Akbari vd., 2021).

Günümüzde kardiyovasküler hastalıklar nedeniyle düşük yağlı gıda ürünlerine, özellikle düşük yağlı peynire olan talep artmıştır. Bundan dolayı bu çalışmada, yağ yerine kullanılan kappa-karagenan gamının (%0, %0.03 ve %0.06) ve transglutaminaz enziminin (0-0.5 Ünite/g protein) 4°C’de ve 30 gün depolama boyunca ultrafiltrasyon yöntemiyle üretilen düşük yağlı peynirlerin fizikokimyasal ve renk kabul edilebilirliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Kappa-karagenan ve transglutaminaz miktarının artması ile sinerezisin azaldığı belirlenmiştir. Sinerezis oranı en yüksek kontrol örneğinde (%0 gam ve %0 transglutaminaz), en düşük %0.06 kappa-karagenan ve 0.5 Ünite/g protein transglutaminaz içeren örnekte tespit edilmiştir. Gam miktarının artması ile örneklerin renk kalitesinin düştüğü, ancak kontrol ve %0.03 kappa-karagenan içeren örnekler arasında belirgin bir fark gözlemlenmediği belirtilmiştir. Duyusal değerlendirme sonuçlarına göre, 0.5 Ünite/g protein transglutaminaz enzimi ve %0.03 gam içeren örnek en yüksek puanı aldığı için düşük yağlı peynirin bu konsantrasyonlarda üretilebileceği bildirilmiştir (Bohamid vd., 2023).

Ceren Akal (2023) yaptığı çalışmada, mikrobiyal transglutaminazın (mTG) farklı oranlarının (2 U/g protein ve 5 U/g protein) peynir altı suyu peynirinin mikrobiyolojik, yapısal ve duyusal parametreleri üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırmanın bulguları, 2 U/g protein oranında mTG içeren örneklerin verim, sertlik ve duyusal değerlendirme açısından daha üstün özelliklere sahip olduğunu ve daha fazla çapraz bağ oluşturduğunu göstermiştir. 5 U/g protein oranında mTG içeren örneklerde ise daha düşük miktarda laktik asit bakterisi bulunduğundan dolayı duyusal özelliklerde olumsuzluklar meydana geldiği bildirilmiştir. Bu sonuçlar, 2 U/g protein miktarında mTG eklemenin peynir altı suyu peynirinin verimliliğini, tekstürel profilini ve duyusal özelliklerini geliştirebileceğini, ancak aşırı miktarda mTG eklemenin bu parametreler üzerinde olumsuz etkiler oluşturabileceğini göstermiştir.

Güner Şener (2012) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, beyaz peynir üretiminde mikrobiyal transglutaminaz (mTG) kullanımının etkileri incelenmiştir. Çalışmada, farklı mayalama sıcaklıklarında (30°C ve 34°C), 1.8 U/g protein miktarında mTG, %8 oranında glutatyon (GSH) ve rennetin birlikte kullanılmasıyla elde edilen ürünlerin tekstürel özellikleri, proteoliz ve verim üzerindeki etkileri değerlendirilmiştir. Her iki mayalama sıcaklığında (30°C ve 34°C), TGase ve GSH kullanılan peynirlerin verim oranlarının, kontrol grubu peynirlerin verim oranlarına göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kontrol grubunda, verim oranı 30°C’de mayalanan peynirlerde %15.33, 34°C’de mayalanan peynirlerde ise %17.93 olarak belirlenirken, TGase ve GSH karışımı kullanılan peynirlerde bu oranlar sırasıyla 30°C’de %18.97 ve 34°C’de %22.35 olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar, mTG ve GSH'nin peynir verimini olumlu yönde etkilediğini göstermiştir. Ayrıca, mTG ve GSH kullanılan örneklerin laktik asit, pH, tuz ve protein içeriklerinde önemli farklılıklar gözlenmemiştir. Kontrol örneklerine kıyasla, mTG ve GSH kullanılan peynirlerin esneklik, sertlik, çiğnenebilirlik, dış ve iç yapışkanlık değerlerinin daha yüksek olduğu belirlenmiştir. 90 gün süren olgunlaşma sürecinde toplam serbest aminoasit içeriklerinin ve kuru madde miktarının daha düşük düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, mTG ve GSH ilavesinin peynirde proteoliz üzerinde yavaşlatıcı bir etkisinin bulunmadığı belirlenmiştir.

Rossa vd. (2012) yaptıkları çalışmada, farklı yağ oranları içeren dondurmalarda mikrobiyal transglutaminaz (mTG) enziminin fonksiyonel ve reolojik özelliklerini araştırmışlardır. Enzim ilaveli dondurmaların, enzim içermeyenlere kıyasla daha fazla hacim artışı, yağ birleşmesi ve erimeye karşı direnç gösterdiği belirlenmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz uygulamasının akış davranış indeksi ve numunelerin psödoplastik özelliklerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz (mTG) enziminin, kazeinleri kovalent ve moleküller arası bağlarla polimerize ederek emülsiyonları ve köpükleri stabilize etme yeteneğine sahip olduğu bildirilmiştir. Bu nedenle hava kabarcıklarını içeren kazein polimerlerinin oluştuğu tespit edilmiştir. Bu sürecin, dondurmanın hacim artışına ve hava kabarcığı stabilizasyonuna neden olduğu saptanmıştır. Mikrobiyal transglutaminaz ilavesi ile süt proteini polimerizasyonu yoluyla daha yapışkan bir protein ağının meydana gelmesi, buz kristali oluşumunu azaltmıştır. Çalışmada, yağ içeriğinin artmasıyla beraber dondurmanın yapısının daha yumuşak olduğu belirlenmiştir.

Ayrıca, yumuşak dondurma üretiminde 4 u/g miktarında enzim kullanılabileceği bildirilmiştir.

Laktozun hidrolize edildiği toz süt ürünlerine, laktaz enziminden sonra eklenen transglutaminazın (TG), Maillard reaksiyonunu önemli ölçüde hızlandırdığı tespit edilmiştir. Transglutaminaz enziminin kullanımı ile toz süt ürünlerinin su aktivitesi, nem, kül ve su tutma kapasitesi gibi özellikleri etkilenmemiştir (Francisquini vd., 2024).



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Beyazlatılmış iç fındık örnekleri Yavuzkan Hazel Gıda (Giresun)'dan temin edilmiştir. Beyazlatılmış fındıklardan yağ çıkarma işlemi Uğurluoğlu Bitkisel Yağ Gıda Kozmetik İth.İhr Ltd şirketinde (Konya) gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.1). Fındık küspesi bileşimi %97.33 kuru madde, %24.66 protein, %2.85 kül, %45.25 yağ, %24.57 karbonhidrat olarak belirlenmiştir. Kefir üretiminde kullanılan pastörize süt Eskişehir Halk Süt'ten tedarik edilmiştir. İnek sütü bileşimi %11 kuru madde, %3 yağ, %4.5 karbonhidrat, %3 protein, %0.5 kül olarak belirlenmiştir. Transglutaminaz enzimi Benosen (Türkiye) firmasından satın alınmıştır.



Şekil 3.1. Soğuk Sıkım İşlemiyle fındıklardan yağın uzaklaştırılması

3.2. Üretim ve Akış Şeması

Deneme planında kontrol amaçlı sadece inek ve fındık ieeği kullanarak kefir üretimi yapılmıştır. Ayrıca bu içeceklerin 3 farklı oranlarda karıştırılması sonucu farklı kuru maddelerde ürün formülasyonları geliştirilmiştir.

A: %100 pastörize inek sütü- (11g /100 mL kuru madde)

B: %75 inek sütü+%25 fındık ieeği+%0.15 TG enzimi- (10g /100 mL kuru madde)

C: %50 inek sütü+ %50 fındık ieeği+ %0.15 TG enzimi- (9g /100 mL kuru madde)

D: %25 inek sütü+ %75 fındık ieeği+ %0.15 TG enzimi-(8g /100 mL kuru madde)

E: %100 fındık ieeği- (7.3g /100 mL kuru madde)

Fındık kşpesinden %10 oranında distile su ile sulandırılan örnekler ultraturaks homojenizatör (IKA T18, Almanya) vasıtasıyla 10000 rpm’de 10 dakika homojenize edilmiştir. Homojenizasyon işleminden sonra kaba parçacıklar süzgeç elekten geçirilmiş elde edilen fındık içecekleri 100 MPa basınçtan geçirilmiştir (Gea Panda Plus 2000, İtalya) (şekil 3.2). Pastörize inek sütleri 20 MPa basınçta homojenizatörden geçirilmiştir.

Karışım sütlerine Transglutaminaz enzimi ilave edildikten sonra 50 C’de 1 saat boyunca termomiks (Vorwerk, Almanya) cihazında enzimin inkübasyonu gerçekleştirilmiştir. Ardından sütler 85C’de 3 dakika boyunca Thermomix cihazında pastörize edilmiş, enzim aktivitesi sonlandırılmıştır. 25C’ ye soğutulan sütlere starter kültür (Danisco) inoküle edildikten sonra 24 saat inkübe edilmiştir. Üretilen kefirler sterilize edilmiş tek kullanımlık pet şişelerde 28 gün boyunca 4C’de depolanmıştır. Kefirin retim akış şeması şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.2. Fındık içeceklerinin yüksek basınç homojenizatör cihazından geçirilmesi



Şekil 3.3. Kefir üretim akış şeması

3.3. Analizler

3.3.1. Kuru madde analizi

Standart gravimetrik yöntem ile tespit edilmiştir. Boş metal kroze kapları, $105 \pm 1^\circ\text{C}$ 'lik etüvde 60 dakika bekletilmiştir. Kuruyan metal krozeler desikatöre alınarak ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan metal kroze kaplarının ilk tartım işlemi yapıldıktan sonra daraları kaydedilmiştir. Kurutma kaplarına yaklaşık 3'er g kefir örnekleri konularak tekrar tartım işlemi yapılmıştır. Daha sonra kefir örnekleri $105 \pm 1^\circ\text{C}$ 'lik etüvde (FN 300, Nüve, Türkiye) sabit ağırlığa (<0.5 mg) gelene kadar kurutulmuştur. Kuruyan örnekler desikatöre alınarak ve desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulduktan sonra tartım işlemi yapılmıştır. Hesaplama Denklem 1'e göre gerçekleştirilmiştir.

$$\text{Kuru madde (\%)} = [(G_3 - G_1) / (G_2 - G_1)] \times 100 \quad (3.1)$$

G_1 = Boş metal krozenin kütlesi (dara), g

G_2 = Örnek ile birlikte kabın kütlesi, g

G_3 = Kurutulmuş örnek ile birlikte kabın kütlesi, g

3.3.2. pH analizi

Kefir örneklerinin pH değerleri pH metre (Aquasearcher, Ohaus, A.B.D) cihazı kullanılarak ölçülmüştür (4°C).

3.3.3. Renk analizi

Kefirin renk analizleri (L^* , a^* ve b^*) renk tayini cihazı (Konica Minolta CR-400, Japonya) ile gerçekleştirilmiştir.

3.3.4. Mikrobiyoloji analizi

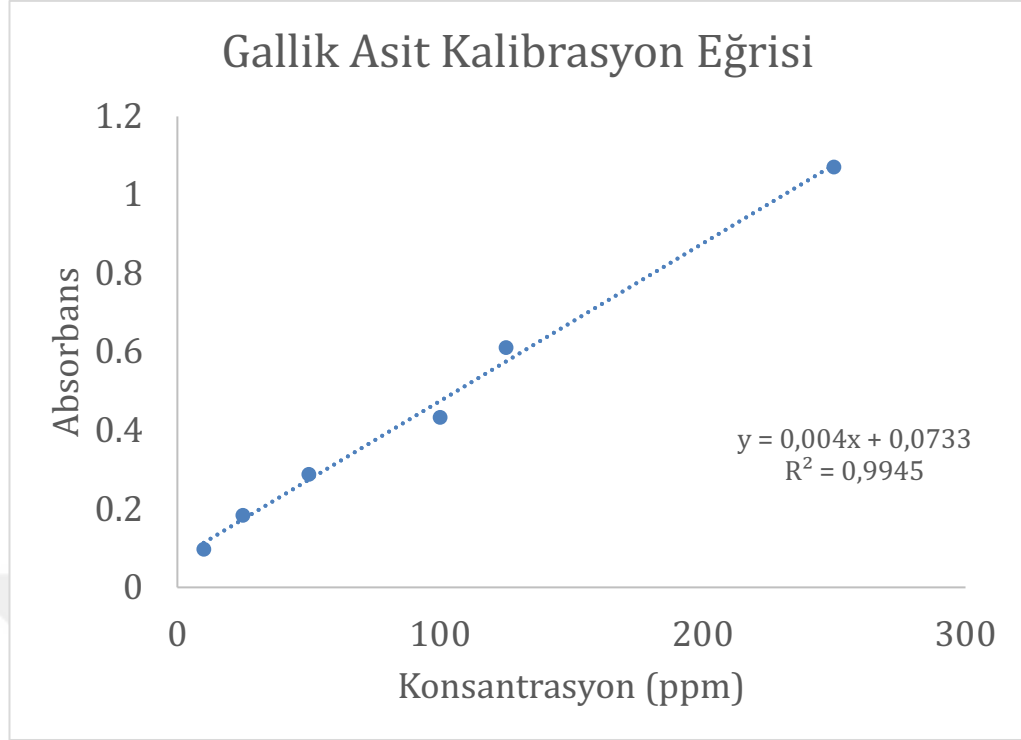
Mikrobiyolojik ekimler yapılmadan önce tuzlu su çözeltisi (8.5g/1L) kullanılarak aseptik şartlar altında, uygun desimal seri dilüsyonlar (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} , 10^{-7} , 10^{-8} , 10^{-9}) hazırlanmıştır. Kefir örneklerinde canlı *laktobasil* bakteri sayılarının

belirlenmesinde De Man, Rogasa and Sharp (MRS, Merck, Darmstadt, Almanya) agar besi ortamı kullanılmıştır. Analiz dökme plak yöntemi gerçekleştirilmiş olup inkübasyon anaerobik ortamda 30°C’de 72 saat olarak gerçekleştirilmiştir. *Lactococci* bakteri sayılarının belirlenmesinde, M17 agar (Merck, Darmstadt, Almanya) besiyeri kullanılmış ve inkübasyon aerobik koşullar altında 30°C’de 72 saat olarak yapılmıştır. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımında PCA besiyeri (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmış, inkübasyon aerobik koşullar altında 30°C’de 72 saat olarak gerçekleştirilmiştir. Maya sayımı için YGC besiyeri (Merck, Darmstadt, Almanya) kullanılmış, inkübasyon 25°C’de 72 saat olarak yapılmıştır.

3.3.5. Toplam fenolik madde ve antioksidan kapasite analizi

Toplam fenolik bileşik miktarı gallik asitin (Sigma-Aldrich, Almanya) standart olarak kullanıldığı Folin-Ciocalteu metodu ile hesaplanmıştır. Yöntem için 0.5 mL örnekten alınarak üzerine 2.5 mL Folin-Ciocalteu (1:10) ayracı (Merck, Almanya) ve 2 mL %7.5’luk sodyum karbonat (Sigma-Aldrich, Almanya) ilave edilmiştir. Tüpler vorteks ile karıştırıldıktan sonra 30 dakika oda sıcaklığında ve karanlıkta bekletilerek spektrofotometrede (Jasco, Japonya) 760 nm’de absorbans değerleri okunmuştur. Sonuçlar elde edilen standart grafiği yardımıyla mg gallik asit eşdeğeri cinsinden hesaplanmıştır.

Örneklerin toplam fenolik madde miktarları, gallik asit (1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 20 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm ve 250 ppm) çözeltisi kullanılarak elde edilen kalibrasyon grafiğinin doğru denklemi kullanılarak mg gallik asit eşdeğeri mg (GAE)/100 mL olarak ifade edilmiştir (Şekil 3.4)



Şekil 3.4. Gallik asit kalibrasyon eğrisi

Örneklerin antioksidan aktivitesi (AA), (Sangsrchan ve Wanson, 2008) tarafından gerçekleştirilen DPPH (2,2-Difenil-1-pikrilhidrazil) (Sigma, Almanya) radikal süpürme kapasitesi yöntemi ile belirlenmiştir. Antioksidan özelliklere sahip olan bileşikler DPPH çözeltisinde renk değişikliğine neden olmaktadır ve bu yöntemle renk değişikliği spektrofotometrik olarak belirlenmiştir. Antioksidan aktivite tayinlerinde fenolik bileşiklerin ekstraksiyon yöntemi ile elde edilen ekstraktlar kullanılmıştır. Ekstraktan 100 µl alınarak 1.5 mL 6×10^{-5} M DPPH çözeltisi içerisine aktarılmıştır. Karanlıkta oda sıcaklığında 30 dk bekletildikten sonra UV spektrofotometrede 515 nm’de absorbans değeri (A örnek) ölçülmüştür. Kontrol olarak ekstrakt içermeyen DPPH çözeltisi de aynı işlemlere tabi tutulmuştur ve absorbans değeri (A kontrol) kaydedilmiştir. Serbest radikalın inhibisyon yüzdesi aşağıdaki denklemlerle (2) hesaplanmıştır.

$$\% \text{Inhibisyon} = [(A_c - A_t) / A_c] \times 100 \quad (3.2)$$

Ac; Kontrol absorbans değeri, At; örnek absorbans değeri

3.3.6. Reolojik analizler

Kefir örneklerine ait akış davranış parametreleri silindir ve plaka geometrisi kullanılarak (35 mm çap, 0.105 mm boşluk, 2° açı) 1–100 s⁻¹ kayma hızında 4°C’de gerçekleştirilmiştir (Haake Mars 40, Thermo, Almanya). Görünür viskozite değeri 50 s⁻¹’deki değerler baz alınarak kıyaslama yapılmıştır. Viskozite değerleri Ostwald-de-Waele modeli kullanılarak yorumlanmıştır (Denklem 3).

$$\eta = K\dot{\gamma}^{(n-1)} \quad (3.3)$$

η : görünür viskozite (50 s⁻¹), k : kıvam indeksi (Pa.sⁿ), n : akış indeksi (boyutsuz)
Hesaplamalar Reowin 4 Data Manager yazılım (versiyon 4.2, Haake) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

3.3.7. Serum ayrılması

Kefir örneklerinin su tutma kapasitesinin belirlenmesi için 25 g kefir örnekleri santrifüj tüpleri içerisinde tartılıp, 4°C’de 1250 g santrifüj hızında 10 dakika süreyle santrifüj (Hermle Z326 K, Almanya) edilmiştir. Santrifüj sonrası santrifüj tüplerinin üstlerinde kalan serum kısımları döküldükten sonra geriye kalan kısımlar tartılıp (son tartım), su tutma kapasitelerine ait değerler aşağıdaki denklem (4) kullanılarak hesaplanmıştır (Özkısa ve Demir 2020).

$$\text{Su tutma kapasitesi (\%)} = [(\text{son tartım} - \text{santrifüj tüpünün ağırlığı}) / \text{örnek miktarı}] \times 100 \quad (3.4)$$

3.3.8. Duyusal Analizler

Tat, kıvam, görünüş ve koku özellikleri Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyeleri ve yüksek lisans öğrencilerinden oluşan 20 panelist tarafından puanlanarak değerlendirilmiştir. 1-5 arasında puan skalası (1=Çok Kötü, 2=Kötü, 3=Orta, 4=İyi ve 5=Çok İyi) kullanılmıştır (Görgün, 2022).

3.3.9. İstatistiksel Analizler

Kefir içecekleri arasındaki farklılıkların belirlenmesi amacıyla çoklu karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Verilerin normalliği Shapiro Wilk testiyle gerçekleştirilmiştir. Verilerin normal dağılması durumunda Tek Yönlü ANOVA testiyle fark çıkması durumunda Duncan post hoc testi, normal dağılmaması durumunda ise Kruskal Wallis testiyle fark çıkması durumunda Mann Whitney U ikili karşılaştırma testleri uygulanmıştır. Yanıtlar arasındaki korelasyon ilişkisi Pearson ve Spearmen korelasyon katsayıları kullanılarak tespit edilmiştir. İstatistiksel analizler SPSS 23.0 paket istatistik programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Kefir örneklerine yapılan analizler fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, biyoaktif özellikleri bakımından sınıflandırılmıştır. Yanıtlara ait korelasyon tablosu Çizelge 4.1’de gösterilmiştir. Bu tabloya ait sonuçlar ilgili alt başlıklarda tartışılmıştır.

Çizelge 4.1. Kefir örneklerine ait fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, biyoaktif parametreler arasındaki korelasyon tablosu

	Kuru Madde	L*	a*	b*	pH	SERUM	TFM	DPPH	η50	K	n	Maya Sayısı	<i>Lactobacil</i> Sayısı	<i>Lactococc</i> i Sayısı	TAMB Sayısı
Kuru Madde	1,000														
L*	,795**	1,000													
a*	-,863**	-,764**	1,000												
b*	0,220	,453**	-0,061	1,000											
pH	,836**	,762**	-,813**	0,102	1,000										
SERUM	-,522**	-,633**	,565**	-0,146	-,480**	1,000									
TFM	-0,252	-,373*	0,257	0,166	-0,271	,361*	1,000								
DPPH	-,835**	-,658**	,653**	-0,230	-,740**	0,275	-0,018	1,000							
N50	,635**	,818**	-,677**	,410**	,609**	-,616**	-,396**	-,461**	1,000						
K	,522**	,717**	-,608**	,341*	,493**	-,672**	-,439**	-,326*	,910**	1,000					
n	0,157	0,026	-0,064	0,071	0,218	0,091	0,044	-0,225	0,028	-0,259	1,000				
Maya Sayısı	-,661**	-,450**	,455**	-,317*	-,580**	,371**	0,222	,744**	-,420**	-,383**	-0,143	1,000			
<i>Lactobacil</i> Sayısı	,392**	0,262	-,261*	,420**	,362*	-0,011	0,104	-,420**	0,249	0,147	0,233	-,384**	1,000		
<i>Lactococc</i> i Sayısı	,430**	,270*	-,348**	0,015	,542**	-0,176	0,063	-,495**	0,222	0,157	,323*	-,355**	,535**	1,000	
TAMB Sayısı	0,273	,283*	-0,120	,378**	,442**	-0,132	0,113	-,444**	0,182	0,071	,320*	-,342*	,569**	,590**	1,000

TFM: Toplam fenolik madde miktarı; η50: 50 s⁻¹ kayma hızındaki viskozite; K: Kıvam indeks değeri; n: Akış davranış indeks değeri; DPPH: Serbest radikal giderme aktivitesi; TAMB: Toplam aerobik mezofilik bakteri

4.1. Kefirin Fizikokimyasal Özellikleri

4.1.1. Kuru Madde Miktarı

Fındık ieeği üretiminde kullanılan soğuk pres atığı küspenin genel kompozisyonu; 97.33g/100 mL kuru madde, 24.66 g/100 mL protein, 2.85 g/100 mL kül, 45.25 g/100 mL yağ ve 24.57 g/100 mL karbonhidrat olarak belirlenmiştir. Fındık küspesinden elde edilen fındık ieeğinin bileşimi ise 6.8 g/100 mL kuru madde, 1.7 g/100 mL protein, 0.19 g/100 mL kül, 3.16 g/100 mL yağ ve 1.75 g/100 mL karbonhidrat olarak tespit edilmiştir.

Kefir benzeri içecek örnekleri elde edilmesi amacıyla fındık içecekleri belirli oranlarda katılarak 10 g/100 mL (B), 9 g/100 mL (C), 8.5 g/100 mL (D) kuru maddelere sahip kefir benzeri içecekler elde edilmiştir. Sadece inek sütünden elde edilen kefir içeceklerinin (A) kuru maddesi 11 g/100 mL iken sadece fındık ieeğinden üretilenlerin (E) ise 7.30 g/100 mL olarak belirlenmiştir (izelge 4.2). Fındık ieeği ilavesi kefir benzeri ürünlerde kuru madde miktarında azalmaya yol açmıştır. Kefir içeceklerinde depolama boyunca kuru madde değerlerinde azalma eğilimi gözlemlense de 28. gün sonunda sadece A örneğindeki azalma istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama boyunca kefir içeceklerinin kuru madde değerlerindeki azalmanın kefir bileşenlerinin kefirdeki mikroorganizmalar tarafından karbondioksit, etil alkol ve su gibi bileşiklere dönüştürölmesinden kaynaklanabileceği düşünölmektedir (Acar, 2023).

Sonuç olarak proses koşullarından fındık ieeği oranı ve depolama sürecinin ana etkileri kuru madde değerı üzerinde önemli olduğu tespit edilmişken, bu iki faktörün interaksiyon etkisi ise önemsiz bulunmuştur (izelge 4.3). Kuru madde değerine üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) değerı oran faktörü için tespit edilmiştir.

Kuru madde değerinin örneklerin L^* ve pH değerleriyle pozitif yönde, a^* ve antioksidan aktivite kapasitesi değerıyla negatif yönde güçlü korelasyon belirlenmiştir ($r>0.70$; $p<0.05$) (izelge 4.1).

Kuru madde miktarı arttıkça kefir formülasyonunda inek sütü oranı artacağı için kefirlerin parlaklık değerlerinde artış meydana gelmiştir. Aynı şekilde formülasyona bağlı olarak fındık içeceği oranı artması toplam kuru madde değerinde azalmaya yol açmıştır. Fındık içeriğinin artması kuru madde miktarını düşürmesine rağmen antioksidan aktivitede meydana gelen artış önemli bulunmuştur. Kuru madde değerinin artmasına bağlı olarak protein miktarının artması kefirlerin viskozite ($r= 0.635$) ve kıvam ($r= 0.522$) değerlerinde artışa neden olduğu korelasyon analizi ile tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.1). Buna bağlı olarak kuru madde miktarının azalmasıyla serum ayrılması ($r= -0.522$) artış göstermiştir.

Çizelge 4.2. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait kuru madde değerleri değişim tablosu

Ürün Kodu	Kuru Madde Miktarı (g/100 mL)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	10.94±0.15 ^{Aa}	10.34±0.18 ^{Ba}	9.76±0.05 ^{Ca}	9.75±0.02 ^{Ca}	10.23±0.22 ^{Ba}
B	10.04±0.04 ^{Ab}	9.36±0.35 ^{ABb}	8.67±0.30 ^{BCb}	8.29±0.59 ^{Cb}	9.18±0.15 ^{ABCb}
C	8.96±0.66 ^{Ac}	8.78±0.18 ^{Abc}	8.05±0.11 ^{Abc}	8.41±0.39 ^{Ab}	8.35±0.02 ^{Ac}
D	8.51±0.17 ^{Ac}	8.01±0.56 ^{ABcd}	7.95±0.4 ^{ABc}	7.15±0.48 ^{Bc}	7.49±0.03 ^{ABd}
E	7.30±0.06 ^{Ad}	7.28±0.11 ^{Ad}	6.69±0.24 ^{Bd}	6.94±0.25 ^{ABc}	6.88±0.26 ^{ABe}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.3. Proses parametrelerinin kuru madde değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	164.476	0.001	0.963
Depolama	19.997	0.001	0.762
Oran*Depolama	1.472	0.188	0.485

Atalar (2019), inek sütü ve inek sütü: fındık sütünü farklı oranlarda (75:25, 50:50, 25:75) karıştırarak ürettiği kefirlerin kuru madde değerlerinin %9.32-%9.43 aralığında değiştiğini belirtmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak kefir içeriğindeki farklı süt bileşim oranlarının, sütlerin standardize edilmesinden dolayı son ürünlerdeki kuru madde miktarı değişikliklerinde önemli olmadığı görülmüştür.

Arslan (2018), fıstık ieeğinin dört farklı konsantrasyonundan (fıstık: su; 1:4, 1:5, 1:6, 1:7) ürettiğı kefirlerde kuru madde oranlarını sırasıyla; %19.25, %16.67, %13.75, %10.98 olarak tespit etmiştir. Fıstık oranının azalması durumunda kefirlerin kuru madde içeriğide azalmıştır. Konsantrasyonun kefir örneklerinin kuru madde içeriğı üzerinde önemli bir etkisi olduğu belirlenmiştir.

Irigoyen vd. (2005) fermentasyon sonunda %1 ve %5 oranında kefir tanesi ile ürettikleri kefirlerin kuru madde miktarını 1. gün %11.7-%11.7, 28. gün %11.3-%11.5 olarak ölçmüşlerdir. Kefir inoküle oranı kuru madde değeriinde önemli bir fark oluşturmazken, çalışmamızda olduğu gibi depolama süresi boyunca meydana gelen fark mikroorganizmaların gelişmesine bağlı olarak anlamlı bulunmuştur.

Erol (2020), badem, inek sütlerinden ve bu sültere farklı oranlarda bal ile muz ilave ederek (A: %100 pastörize inek sütü, B: %60 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal+%10 muz, C: %70 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal, D: %85 badem sütü+%5 bal+%10 muz, E: %95 badem sütü+%5 bal ve F: %100 badem sütü) ürettiğı 6 çeşit kefirin kuru madde miktarlarını 14 gün depolama boyunca en yüksek depolamanın 1. gününde B kefirinde %11.35, en düşük depolamanın 14. gününde E kefir örneğinde %3.76 olarak tespit etmiştir. Bulgularımıza benzer olarak badem sütü oranı arttıkça kuru madde miktarı azalmıştır. Ayrıca, kuru madde oranındaki değışikliklerde kefir örnekleri arasındaki bileşenlerin farklılığı ve depolama süresinin etkisi önemli bulunmuştur.

Kefir ile ilgili yapılan araştırmalarda belirlenen kuru madde miktarı, kullanılan sütün cinsine, yağ içeriğine ve eklenen bazı bileşenlere göre değışmektedir.

Ertekin (2008), tam yağlı süt, yağsız süt, inulin ilaveli ve Dairy Lo® ilaveli ürettikleri kefirlerin kuru madde oranlarını sırasıyla, %10.91, %8.65, %10.65, %10.51 olarak tespit etmiştir. 21 gün depolama boyunca bu değerlerdeki değışiklikler istatistik olarak önemli bulunmamıştır. Kefirde kullanılan sütün yağlı olup olmaması kuru madde miktarını etkilemiştir. Yağsız sütten üretilen kefir örneğinin kuru maddesi yağ içeriğinin düşürölmüş olmasına bağlı olarak diğeri kefir örneklerinden istatistik olarak anlamlı bulunmuştur.

Abdolmaleki vd. (2015), süt, peynir altı suyu ve soya sütünde starter kültür kullanarak ürettikleri kefirlerin kuru madde değerlerini sırasıyla %11.9, %5.7 ve %9.1 olarak saptamışlardır. 28 günlük depolama boyunca bu üç içeceğin kuru madde miktarlarının değişmediği belirtilmiştir.

Buran (2020), inek ve keçi sütünden ürettiği probiyotik ve prebiyotik ilavesiyle elde ettiği kefirlerin 28 günlük depolama boyunca kuru madde miktarlarını, inek sütüyle ürettiği kefirlerde %11.72-%13.85, keçi sütü ile ürettiği kefirlerde ise %14.90-%16.91 arasında tespit etmiştir. Kefir örneklerinde kuru madde bakımından depolama süreleri arasında farklılık bulunmamıştır. İnek ve keçi sütünden elde edilen kefir içeceklerinin hammadde içerikleri birbirinden farklı olduğu için kuru madde değerleri de farklılık göstermiştir.

Şahin (2023), bulgularımızdan farklı olarak, piyasada ticari olarak en çok satılan kefir içeceklerinden (A ve B marka) ev yapımı ürettiği kefirlerin 28 günlük depolama boyunca kuru madde miktarındaki değişimlerinde bir fark olmadığını belirlemiştir. A markasından üretilen kefir örneklerinin kuru madde değeri depolamanın 1. günü %11.07, 28. günü %11.20, B markasından üretilen kefir örneklerinde ise kuru madde depolamanın 1.günü %11.03, 28. günü %11.26 olarak tespit edilmiştir.

Darnay vd. (2021), inek, keçi ve eşek sütlerinden ve bu sütlere farklı miktarda (0.5 U/g protein, 1 U/g protein ve 1.5 U/g protein) mikrobiyal transglutaminaz enzimi ilave ederek düşük yağlı set tipi kefirler üretmişlerdir. Mikrobiyal transglutaminaz kullanımının, uygulanan tüm enzim dozajlarında (0.5 U/g protein, 1 U/g protein, 1.5 U/g protein) eşek sütünden yapılan kefirin kuru madde içeriğinin artmasına neden olduğu belirlenmiştir. Ayrıca, yüksek protein içeriğine sahip inek sütünün, MTGase ile çapraz bağlanarak hem fermentasyon sürecinde hem de nihai üründe yüksek viskozite seviyelerine ulaştığı ifade edilmiştir.

4.1.2. pH değeri

Fındık içeceğinin pH değeri 6.60, inek sütünün pH değeri ise 6.74 olarak ölçülmüştür. Kefir örneklerinin pH değerleri fındık içeceği oranının artmasına bağlı olarak azalma göstermiştir ($p<0.05$). En yüksek pH değeri A örneğinde tespit edilmişken C

örneğiyle beraber pH değerlerinde düşüş önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolama sonunda tüm örneklerde 0.03-0.11 birimlik pH düşüşü meydana gelmiştir (Çizelge 4.4). İlk güne kıyasla son gün ölçülen değerler arasındaki fark tüm örnekler için anlamlı bulunmuştur ($p<0.05$). Proses koşullarından sütlerin oranı ve depolama sürecinin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksiyonları da kefir içeceklerinin pH değeri üzerinde etkili bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.5). pH değerine üzerine tüm faktörlerin etki düzeyi (Eta kare) yüksek tespit edilmiştir. pH değerinin örneklerin L* ve kuru madde değerleriyle pozitif yönde, a* ve antioksidan aktivite kapasitesi değeriyle negatif yönde güçlü korelasyonu olduğu belirlenmiştir ($r>0.70$; $p<0.05$). pH değerinin ayrıca yapısal parametrelerden görünür viskozite, kıvam indeksi ve serum ayrılmasının yanı sıra mikrobiyoloji sonuçlarıyla da orta düzeyde anlamlı korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.4. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait pH değişim tablosu

Ürün Kodu	pH Değeri				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	4.52±0.01 ^{Aa}	4.48±0.01 ^{Ba}	4.46±0.01 ^{Ba}	4.47±0.01 ^{Ba}	4.48±0.01 ^{Ba}
B	4.49±0.01 ^{Aab}	4.46±0.01 ^{Bb}	4.39±0.01 ^{Db}	4.48±0.01 ^{ABa}	4.42±0.01 ^{Cb}
C	4.46±0.01 ^{Ab}	4.40±0.01 ^{Cc}	4.37±0.01 ^{Dc}	4.40±0.01 ^{Cb}	4.43±0.01 ^{Bb}
D	4.36±0.01 ^{Ac}	4.30±0.01 ^{Be}	4.25±0.01 ^{Cd}	4.31±0.01 ^{Bc}	4.25±0.01 ^{Cd}
E	4.38±0.01 ^{Ac}	4.32±0.01 ^{Bd}	4.26±0.01 ^{Dd}	4.31±0.01 ^{Bc}	4.29±0.01 ^{Cc}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.5. Proses parametrelerinin pH değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	869.162	0.001	0.993
Depolama	166.100	0.001	0.964
Oran*Depolama	9.178	0.001	0.855

Depolama boyunca pH değerinde meydana gelen azalmanın mikroorganizmaların faaliyetlerinden ötürü laktozun laktik aside dönüşmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kahraman (2011) kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9-%21) ve yulaf sütünün (%0-%50) farklı oranlarında ürettikleri kefirlerde 21 günlük depolama süresinin, yulaf sütü ve aroma konsantrasyonundaki artışın, pH'ın azalmasına neden olduğunu belirlemiştir. Aroma konsantrasyonu da yaban mersininin asidik özellikleri nedeniyle pH'ı etkilemiştir. %45-%50'den yüksek yulaf sütü konsantrasyonuna sahip örneklerin pH değerlerinin 4 birimden daha az düştüğü bildirilmiştir. Çalışmamızda kullanılan fındık içeceği gibi yulaf sütü de örneklerin besin içeriğini etkileyerek kefirin mikrobiyal florasında değişikliklere yol açmış ve bu değişiklikler pH'ın azalmasına neden olmuştur. Depolamanın 16. gününden sonra tüm örneklerin pH'nın arttığı tespit edilmiştir. Bunun nedeni, mikrobiyal proteolitik enzimlerin proteinleri parçalanmasıyla açığa çıkan bileşenlerden ötürü pH'ı artırması olarak belirtilmiştir.

Uruc vd. (2022), inek ve kayısı çekirdeği sütünün farklı oranlarını (A: %100 kontrol inek sütü, B: %75 inek sütü+%25 kayısı çekirdeği sütü, C: %50 inek sütü+%50 kayısı çekirdeği sütü, D: %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği sütü ve E: %100 kayısı çekirdeği sütü) karıştırarak ürettikleri A, B, C, D, E kefirlerindeki pH değerlerini 21 gün depolama boyunca en yüksek depolamanın 1. günü A kefirinde 4.57, en düşük depolamanın 21. gününde E kefirinde 4.17 olarak tespit etmişlerdir. Kefir örneklerinin pH değerlerinin, kayısı çekirdeği sütü ilave seviyesine bağlı olarak değiştiğini ve kefir örneklerinin pH değerlerinin depolama süresi boyunca ilave oranından bağımsız olarak azaldığı bildirilmiştir. Kayısı çekirdeği sütü eklenen kefir örneklerindeki düşük laktoz seviyeleri, daha düşük laktik asit üretimine yol açabilmektedir. Kayısı çekirdeği içi sütü oranı arttıkça ve depolama süresi ilerledikçe pH değerlerinin azalması bulgularımızla benzer sonuçlar göstermektedir.

Magra vd. (2012) çeşitli yağ içeriklerine (%0 a/a, %1.5 a/a, %3.5 a/a) sahip ticari pastörize ve homojenize edilmiş inek sütüne farklı oranlarda kefir tanelerinin inokülasyon oranlarının (%1 a/a, %3 a/a, %7 a/a) kullanılarak ürettikleri kefirlerin pH değerlerini 14 günlük depolama boyunca en yüksek depolamanın 1. gününde %1 kefir tanesi oranı kullanılan ve %0 yağ içeren kefir örneğinde 4.15, en düşük ise depolamanın 14. gününde %7 kefir inokülasyon oranı ve %3.5 yağ içeren kefirde 3.72 değerinde bulmuşlardır. 7. gün depolanan kefirlerin pH'sı azalırken, 14 güne kadar depolanan örneklerin pH'sının sabit kaldığı tespit edilmiştir. Fermantasyondan sonra 7. günden itibaren pH'nın sabit kalması, laktik asit bakterilerinin düşük pH değerlerine karşı hassasiyetinden kaynaklandığı

düşünülmektedir. Bu durum, bakterilerin sayısının azalmasına ve kefirin daha asidik hale gelmemesine yol açmaktadır. Ayrıca, pH'nın belirli bir depolama süresinden sonra sabit kalma eğilimi laktik asit bakterileri ile karışık kültürlerde gelişen mayaların laktik ve asetik asitlerin oluşumunu azaltmasıyla da ilişkilendirilebilir (Collar, 1996). Kefir tanelerinin miktarının ve depolama süresinin artması, pH değerinin düşmesine yol açmıştır. Süt yağ içeriği ise pH değişikliklerinde anlamlı bulunmamıştır.

Bitkisel fermente sütler üzerine yapılan çalışmalarda Gocer ve Koptagel (2023) fıstık, fındık, badem, ceviz ve kaju kuruyemişlerinden ürettikleri kefirlerde en yüksek pH değerini 4.89 olarak fındık sütünden ürettikleri kefirde; en düşük pH değerini 4.76 olarak kaju sütünden ürettikleri kefirde bulmuşlardır. Ayrıca ceviz sütünden yaptıkları kefirin pH değeri, inkübasyonun sonunda gerekli olan pH 4.6 seviyesine düşmemiştir. Kefirlerin pH değerleri depolamanın 1. günü 4.78 ± 0.14 , 15. günü 4.98 ± 0.18 , 30. günü ise 5.05 ± 0.23 değerlerinde tespit edilmiştir. Sonuçlarımızdan farklı olarak, pH değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. Bu artışın nedeni, kefir starter kültüründeki maya ve bakterilerin asidik ortamlarda canlılıklarını sürdürebilmek için enerji kaynağı ve savunma mekanizması olarak laktik, malik, oksalik ve sitrik asitler gibi organik asitleri kullanmalarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Irigoyen vd, (2005), %1 ve %5 oranında kefir taneleri kullanarak ürettikleri kefirlerin pH değerlerinin 28 günlük depolama boyunca sabit kaldığını tespit etmişlerdir. Kefirin pH'sının depolama süresince değişmemesinin, mayaların varlığı ile mümkün olabileceği düşünülmektedir. Laktik asit bakterileri, mayalarla karışım halinde saf kültüre göre daha yavaş çoğalarak daha az laktik ve asetik asit üretmektedirler (Collar, 1996). %1 kefir tanesi ile üretilen kefirlerde depolama süresince pH değeri 4.7, %5 kefir tanesi ile üretilen kefirlerde depolama süresince pH değeri 4.5 olarak belirlenmiştir. Süte inoküle edilmiş olan kefir tanesi oranının pH değerini anlamlı derecede etkilediği belirtilmiştir.

Cui vd. (2013), fermente ceviz sütünün hazırlanmasında kefir tanesi kullanmışlardır. Ceviz sütü fermentasyonunu; fermentasyon süresi, sıcaklık ve sakaroz konsantrasyonunun etkilediği bildirilmiştir. Optimum üretim koşulları olarak 30°C fermentasyon sıcaklığı, 12 saat fermentasyon süresi, 3 g kefir tanesi inokülasyon oranı ve 8g/100mL sakaroz

konsantrasyonu belirlenmiştir. Optimum koşullarda üretilen fermente ceviz sütü pH'sı 4.16 olarak tespit edilmiştir.

Erol (2020), badem ve inek sütlerine bal ve muz ilave edip farklı oranlarda formülasyonlar hazırlayarak fermentasyon gerçekleştirmiştir. pH değerini en yüksek depolamanın 1. günü %100 inek sütü kefirinde 5, en düşük ise depolamanın son gününde (14. gün) %85 badem sütü kefirinde 4.33 olarak tespit etmiştir. Kefir örneklerinin pH değerlerinin depolama boyunca düştüğü ve inek sütü içermeyen örneklerin pH'sının, inek sütü içeren örneklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bulgularımızla benzer şekilde, badem sütü oranı arttıkça pH değerleri azalmış, pH değişikliklerinde ise kefir formülasyonları arasındaki farklılığın ve depolama işleminin etkisi önemli bulunmuştur. %100 badem sütü ile üretilen kefirdeki pH değerinin düşmesinde probiyotik bakterilerin canlılıkları etkili olabilmektedir.

Kefirin pH değerinin depolamanın sürecinde azalmasının; sütün türü, starter kültür tipi, inkübasyon süresi ve sıcaklık gibi çeşitli faktörlere bağlı olduğu ilgili çalışmalar mevcuttur. Dinkçi vd. (2015), kontrol (%100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (%20, %40, %60) yulaf sütü eklenerek dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirleri 21 gün boyunca depolamışlardır. pH değeri en yüksek depolamanın 1. günü %20 yulaf sütü kefirinde 4.55, en düşük depolamanın 7. gününde %60 yulaf sütü kefirinde 4.09 olarak bulunmuştur. Çalışmamızdaki sonuçlara benzer olarak, yulaf sütü konsantrasyonunun artması kefir örneklerinde pH değerinin düşmesine neden olmuştur.

Fermente ürünlerde depolama sırasında pH'ın düşmesi yaygın olup bu duruma bakterilerin gelişmesi ve laktik asit üretimi neden olmaktadır.

Ceylan (2023), yulaf, soya ve Hindistan cevizi sütlerinden ürettiği bitkisel kefirlerin pH değerlerini, yulaf kefirinde 5.08 ± 0.01 , soya kefirinde 5.46 ± 0.02 , Hindistan cevizi kefirinde 5.59 ± 0.01 olarak tespit etmiştir. Bitkisel kefirlerin 7. gündeki pH değerleri, yulaf kefirinde 4.68 ± 0.00 , soya kefirinde 4.79 ± 0.03 , Hindistan cevizi kefirinde 4.97 ± 0.02 olarak bulunmuştur. Kontrol inek sütü kefirinin ise pH değerleri depolamanın başlangıcında 4.67 ± 0.02 , 7. gününde 4.42 ± 0 olarak saptanmıştır. Çalışmamıza benzer olarak, bitkisel ve kontrol kefirlerin depolama süresi boyunca pH değerlerinde yaşanan düşüş istatistiksel

olarak anlamlı bulunmuştur. Bitkisel sütlerin laktoz içeriği inek sütüne göre az olduğu için laktik asit üretiminde az olduğu ifade edilebilir.

Abadl vd. (2022), düşük yağlı ve yüksek yağlı Hindistan cevizi sütü kullanarak ürettikleri kefirlerin pH değerlerini 24 saatlik fermentasyon sonunda sırasıyla, düşük yağlı Hindistan cevizi sütü kefirinde 3.77 ± 0.01 , yüksek yağlı hindistancevizi kefirinde 3.84 ± 0.01 olarak tespit etmişlerdir.

Fındık sütü ilavesi kefir örneklerinin protein içeriğini artırarak tamponlama gücünün arttırmasına sebep olmaktadır. Tamponlama kapasitesi yüksek olan bir ürün, asitlik değişimlerine karşı ani bir değişiklik göstermez. Gıdalarda tamponlama kapasitesi, ürünün asitlik dengesini koruyarak fermentasyon süreci ve mikrobiyal büyüme gibi faktörlere karşı daha sabit bir ortam sağlar. Dolayısıyla fındık içeceği ilavesiyle fermentasyon sırasında pH düşüşünün daha yavaş olmasına yol açacağı düşünülmektedir.

pH değeri ile antioksidan aktivite kapasitesi arasında negatif güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir ($r = -0.740$). pH düşüşü ile beraber kompleks halindeki fenoliklerin serbest hale geçerek çözünür hale geçebileceği belirtilmiştir (Othman vd., 2009). pH düşüşü ile beraber fenoliklerin serbest konuma geçmesi antioksidan aktivite kapasiteyi arttırmasına sebep olacağı düşünülmektedir.

pH değeri ile a^* renk değeri arasındaki ilişki, özellikle kefirin depolama süresi boyunca gözlemlenmektedir. Göçer ve Koptagel (2023) çalışmasında, fındık sütü kefirinin depolama süresince pH değerinin düştüğü ve bu durumun a^* renk değerini etkilediği belirtilmiştir. Özellikle, pH'nın düşmesi, kefirin renk tonunu etkileyerek, daha koyu veya daha açık bir görünüm kazanmasına neden olabilir.

4.1.3. Renk değerleri

4.1.3.1. L^* renk değeri

L^* renk değeri 0: Siyah, 100: Beyaz olmak üzere aydınlık derecesi ya da karanlık değerini ifade etmektedir.

Kefir örneklerinin fındık içeceğinin oranının artması L^* renk değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Kefirler arasındaki bu farklılığın fındıkta bulunan ve sarı renk veren karotenoid, flavonoid ve ksantofil gibi renk pigmentlerinden kaynaklanacağı düşünülmektedir. Depolama boyunca inek sütünden yapılan kefir örneklerine kıyasla azalma %50 fındık ikame oranından sonra önemli bulunmuştur ($p<0.05$). Depolamanın 28. gününde ilk günkü sonuçlara kıyasla tüm örneklerde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). Tüm depolama süreçlerinde inek sütünden üretilen kefir örneklerinin L^* değeri diğer örneklerle kıyasla yüksek tespit edilmiştir (Çizelge 4.6). Proses koşullarından sütlerin oranı ve depolama sürecinin ana etkileri ile interaksiyonları L^* değeri üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.7). L^* değerine üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) oran faktörü için tespit edilmiştir. L^* değerinin kuru madde, pH değeri, viskozite ve kıvam indeksi değerleriyle pozitif yönde, a^* değeriyle ise negatif yönde güçlü korelasyonu bulunduğu tespit edilmiştir ($r>0.70$; $p<0.05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.6. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait L^* değeri değişim tablosu

Ürün Kodu	L^* Değeri				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	91.36±2.24 ^{Aa}	93.59±3.78 ^{Aa}	91.1±1.38 ^{ABa}	89.79±1.76 ^{Ba}	92.76±0.82 ^{ABa}
B	88.39±0.55 ^{ABab}	91.33±0.67 ^{Aa}	90.55±2.35 ^{Aa}	89.56±1.74 ^{Aa}	86.73±2.28 ^{Bb}
C	84.70±3.90 ^{ABbc}	87.05±0.57 ^{Ab}	86.33±0.42 ^{Ab}	85.54±0.37 ^{ABb}	83.41±1.17 ^{Bc}
D	77.33±2.55 ^{Cd}	82.47±0.76 ^{ABc}	85.22±0.46 ^{Abc}	81.91±1.54 ^{Bc}	80.36±1.47 ^{BCd}
E	81.35±1.31 ^{Bc}	81.95±1.13 ^{Ac}	83.71±1.14 ^{Ac}	82±1.90 ^{Ac}	82.3±1.27 ^{Ac}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.7. Proses parametrelerinin L^* değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	359.475	0.001	0.851
Depolama	27.703	0.001	0.306
Oran*Depolama	9.971	0.001	0.388

Göçer ve Koptagel (2023) farklı sütlerden üretmiş oldukları kefirlerin L* değerini en yüksek inek sütü kefirinde 80.22, en düşük ceviz sütü kefirinde 71.70 olarak, kaju sütü kefirinde 78.04, fındık sütü kefirinde 78.95, badem sütü kefirinde 79.52, fıstık sütü kefirinde ise 79.97 değerlerinde tespit etmişlerdir. Bu sonuçlara göre çalışmamız bulgularına benzer şekilde en açık rengin inek sütünden üretilen kefirde, en koyu rengin ise ceviz sütünden üretilen kefirde görüldüğü belirlenmiştir.

Gul vd. (2018), inek ve manda sütüne starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerde L* değerlerini sırasıyla 91.80 ve 92.98, inek ve manda sütüne kefir tanesi ilave ederek ürettikleri kefirlerde L* değerlerini sırasıyla 91.93 ve 92.22 olarak bulmuşlardır. Manda sütünden üretilen kefirin, inek sütünden üretilen kefire göre daha beyaz olduğu gözlemlenmiştir, ancak bu değerler arasındaki farklılık önemli bulunmamıştır. Süt çeşidinin L* değeri üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir. İnek sütü ile üretilen kefirlerin L* değerleri, çalışmamızda inek sütünden üretilen A formülasyonunun L* değerlerine yakın sonuç göstermiştir.

Kefirin rengi ham madde çeşidinden ve depolama süresinden etkilenebilmektedir. Depolama boyunca meydana gelen renk değerlerindeki değişikliklerin, parçacıkların kümelenme düzeyiyle ilişkili olan farklı saydamlık düzeyiyle ilgili olduğu bilinmektedir. L* değeri ne kadar yüksek olursa, saydamlıkta o kadar yüksek olmaktadır.

Görgün (2022), kestane sütü ile zenginleştirdiği kefir örneklerinin 21 günlük depolama süresince L* değerini en düşük depolamanın 1. gününde %100 kestane sütü + dane örneğinde 46.24 değerinde, en yüksek ise depolamanın 1. gününde %100 rekonstitüe süt + dane örneğinde 74.12 olarak tespit etmiştir. Depolama süresince L* değerleri ortalama olarak 59.09-62.11 arasında bulunmuştur. Depolama süresi ve örnek çeşidi L* değerleri değişikliklerinde önemli görülmüştür. Ayrıca, kültür çeşidi ve süt kombinasyonu renk üzerinde etkili olmuştur. Çalışmamız sonuçlarına paralel olarak kefir bileşiminde kestane sütü miktarı arttıkça L* değerleri azalmış, bundan dolayı renk koyulaşmıştır. Bunun nedeni kestanenin kendine özgü renginden kaynaklanması olarak açıklanmıştır.

Gürsoy vd. (2020), ticari olarak piyasadan temin ettikleri birbirinden farklı 6 adet sade kefirde L* değerlerini 84.21-86.68 aralığında ölçmüşlerdir. Bu değerler inek sütünden üretilen A formülasyonundan düşük bulunmuştur.

Baú vd. (2014), soya sütüne probiyotik kefir kültürü ilave ederek ürettikleri kefirlerde L* değerini, %3 soya lifi içeren kefirde 70.34 ± 1.52 , soya lifi içermeyen kefirde ise 73.74 ± 2.45 olarak tespit etmişlerdir. Soya lifi içermeyen soya sütü kefirinin daha açık renkte olduğu belirlenmiştir.

dos Santos vd. (2019), soya sütüne inülin ilave ederek ürettikleri kefirlerde 28 günlük depolama sürecinde L* değerlerini 80.63-82.10 aralığında bulmuşlardır. Soya sütü kefirinin rengi beyaz olarak belirlenmiştir. Soya sütü içeceklerinin rengi, ham maddede bulunan pigmentlerle ilişkilidir. Depolama süresi ve pH'da meydana gelen değişiklikler de fermente gıdaların rengini etkileyebilir.

Dağyıldız (2015), inek sütü (kontrol), %75 inek sütü+%25 soya sütü karışımı ve %75 inek sütü+%25 soya sütü karışımına farklı oranlarında mikrobiyal transglutaminaz (mTG) ilave ederek ürettiği kefirlerde 30 günlük depolama boyunca L* değerlerini 89.01 ile 90.15 arasında değiştiğini belirlemiştir. Enzim ilavesinin L* değerine etkisi depolama süresince önemli bulunmamıştır.

Kahraman (2011), kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9, %12, %15, %18, %21) ve yulaf sütünün (%0, %15, %30, %45, %50) farklı oranlarında ürettikleri kefirlerde L* değerlerini en yüksek %15 yulaf içeren örnekte 76.29, en düşük %30 yulaf içeren örnekte 69.45 olarak bulmuştur. Bulgularımıza benzer şekilde yulaf sütü konsantrasyonunun artması, L* değerinde azalmaya neden olmuştur.

4.1.3.2. a* renk değeri

a* parametresinin pozitif değer alması kırmızılığı, negatif değer alması yeşilliği ifade etmektedir. Fındık içeriğinin kefir örneklerinde kullanım oranlarının artmasıyla a* değerlerinde pozitif yönde artış meydana gelmiştir. Fındık içeceğinin formülasyona dahil edilmesi yeşilliğin azalmasına, kırmızılığın artmasına yol açmıştır. Depolama boyunca

yeşilliğin azalması E örneği hariç tüm örneklerde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.8). Sütlerin oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksyonları da kefir içeceklerine ait a^* değeri üzerinde anlamlı bulunmuştur (Çizelge 4.9). a^* değerine üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) oran faktörü için tespit edilmiştir. a^* değerinin kuru madde ve pH değerleriyle negatif yönde kuvvetli korelasyonu olduğu tespit edilmiştir ($r>0.70$; $p<0.05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.8 Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait a^* değeri değişim tablosu

Ürün Kodu	a^* Değeri				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	-3.73 ± 0.2^{ABa}	-3.53 ± 0.24^{Ba}	-3.68 ± 0.34^{ABa}	-3.95 ± 0.17^{Aa}	-3.47 ± 0.10^{Ba}
B	-3.06 ± 0.22^{Ab}	-2.77 ± 0.04^{Bb}	-2.74 ± 0.25^{Bb}	-3.15 ± 0.07^{Ab}	-2.67 ± 0.15^{Bb}
C	-2.92 ± 0.43^{Ab}	-2.30 ± 0.03^{Bc}	-2.18 ± 0.02^{Bc}	-2.28 ± 0.05^{Bc}	-2.36 ± 0.03^{Bc}
D	-2.30 ± 0.13^{Ac}	-1.84 ± 0.07^{Cd}	-1.99 ± 0.02^{Bc}	-2.17 ± 0.09^{Ac}	-2.21 ± 0.10^{Ad}
E	-1.00 ± 0.15^{Bd}	-1.00 ± 0.08^{Be}	-1.01 ± 0.05^{Bd}	-0.85 ± 0.21^{Bd}	-1.58 ± 0.06^{Ac}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.9. Proses parametrelerinin a^* değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	812.024	0.000	0.970
Depolama	14.289	0.000	0.366
Oran*Depolama	10.156	0.000	0.621

Göçer ve Koptagel (2023), farklı sütlerden üretmiş oldukları kefirlerin a^* değerini en yüksek 2.49 değerinde ceviz sütü kefirinde, en düşük -1.97 olarak inek sütü kefirinde bulmuşlardır. Diğer bitkisel süt kefirlerinde ise a^* değerini fındık sütü kefirinde 0.04, badem sütü kefirinde -0.14, fıstık sütü kefirinde -0.25, kaju sütü kefirinde -0.47 olarak tespit edilmiştir. Örnekler arasındaki bu farklılık üretimde kullanılan sütlerin bileşiminde bulunan pigment miktarı ve çeşidinden kaynaklanmaktadır.

Ustaoglu Gençgönül (2022), badem, pirinç, nohut gibi bitkisel sütlerden ürettiği kefirlerde a^* değerlerini; badem kefirinde -0.64, pirinç kefirinde -1.19, nohut kefirinde -2.96 olarak tespit etmiştir. Badem içeceklerinden elde edilen yeşillik değeri çalışmamızda sadece fındık içeceğinden üretilen E formülasyonu değerine kıyasla düşük bulunmuştur.

Kahraman (2011), kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9, %12, %15, %18, %21) ve yulaf sütünün (%0, %15, %30, %45, %50) farklı oranlarında ürettiği kefirlerin a^* değerini en yüksek %3 kefir kültürü+%15 yaban mersini aroması+%30 yulaf sütünden elde ettiği kefirde 3.00, en düşük %4 kefir kültürü+%9 yaban mersini aroması+%15 yulaf sütü içeren örnekte 1.04 olarak bulmuştur. Yaban mersini aroması kırmızı renkte olduğu için a^* değerinin aroma konsantrasyonundan etkilenmiş olabileceği belirtilmiştir. Bu nedenle, aroma konsantrasyonundaki artış, a^* değerini de artırmıştır. 21 günlük depolama boyunca tüm örneklerde a^* değerleri azalmıştır. Sadece %3 kefir kültürü+%15 yaban mersini aroması+%30 yulaf sütünden üretilen kefirde 11. günden sonra a^* değerinin arttığı, 16. günden sonra ise tekrar azaldığı tespit edilmiştir. %4 kefir kültürü+%10 yaban mersini aroması+%20 yulaf sütü ve %4 kefir kültürü+%9 yaban mersini aroması+%15 yulaf sütü içeren örneklerde a^* değerlerindeki değişimler neredeyse aynı olarak belirlenmiştir. Bu örneklerde aromanın renk etkisinin 11. günden sonra kaybolduğu tespit edilmiştir.

Dağılıdız (2015), inek sütü kefir (kontrol), %25 soya sütü+%75 inek sütü karışımı kefir ve %25 soya sütü+%75 inek sütü kefir karışımına 0.5 U/g, 1 U/g ve 1.5 U/g protein olmak üzere üç farklı miktarda mikrobiyal transglutaminaz enzimi (mTG) ilave ederek ürettiği örneklerde a^* değerini 30 günlük depolama süresince ortalama olarak en yüksek 0.5 U/g protein mTG ilaveli %75 inek sütü ve %25 soya sütü karışım kefirinde -1.80, en düşük kontrol örneğinde -2.23 olarak tespit etmiştir.

Baú vd. (2014), soya sütüne probiyotik kefir kültürü ilave ederek ürettikleri kefirlerde a^* değerini %3 soya lifi içeren kefirde -1.15 ± 0.07 , soya lifi içermeyen kefirde ise -2.93 ± 0.13 olarak saptamışlardır. Soya ürünü içeren kefir, lif içermeyen kefire kıyasla daha iyi kimyasal bileşim ve renk farkı göstermiştir. Çalışma sonuçlarımıza benzer olarak, kefir formülasyonuna soya lifi eklenmesi ile a^* renk değerinde artış meydana geldiği tespit edilmiştir.

Özgül (2019), farklı oranlardaki kayısı çekirdeği içi sütü ve inek sütü (%100 inek sütü, %75 inek+%25 kayısı çekirdeği içi sütü, %50 inek sütü+%50 kayısı çekirdeği içi sütü, %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği içi sütü, %100 kayısı çekirdeği içi sütü) karışımlarına kefir danesi ilave ederek ürettiği kefirlerin a* renk değerini -1.03 ile -1.27 arasında tespit etmiştir. Kefirlerin a* renk değerleri arasında oluşan bu farkın süt çeşidinden kaynaklandığı belirtilmiştir. a* renk değer sonuçları bulgularımızla benzer şekilde inek sütü ile üretilen kefirlerde, kayısı çekirdeği içi sütü ile elde edilen kefiirlere göre daha düşük tespit edilmiştir. Kefir örneklerindeki kayısı çekirdeği içi sütü miktarı arttıkça a* değerlerindeki artmasının nedeni, kayısı çekirdeği içi sütüne, kayısı çekirdeği içi zarından geçen renk maddelerinin sütün rengini değiştirmesi olarak düşünülmektedir. Tüm kefir örneklerinin a* değerleri 20 günlük depolama boyunca artış göstermiş ve bu artış önemli bulunmuştur.

Gul vd. (2018), inek ve manda sütüne kefir tanesi ve starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerin a* değerlerini; starter kültür ile üretilen manda ve inek sütü kefirinde sırasıyla -1.71 ve -0.873, kefir tanesi ile üretilen manda ve inek sütü kefirinde ise sırasıyla -1.49 ve -1.01 olarak ölçmüşlerdir. Tüm kefir örnekleri için a* değerlerinin negatif, örneklerin hafif yeşil bir renkte olduğu tespit edilmiştir. Çalışmamızda sadece inek sütünden üretilen A formülasyonlarında yeşillik değeri bu sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

Gürsoy vd. (2020), ticari olarak temin ettikleri birbirinden farklı 6 adet sade kefirde a* değerini -2.40 ve -2.87 değişen aralıklarda hesaplamışlardır. Bulgularımızda sadece inek sütünden üretilen A formülasyonlarında yeşillik değeri bu sonuçlardan yüksek bulunmuştur.

4.1.3.3. b* renk değeri

b* parametresinin pozitif değer alması sarılığı, negatif değer alması maviliği ifade etmektedir. Kefir formülasyonlarında fındık içeceğinin ilavesi b* değerinin azalmasına yol açmıştır. b* değerinin azalması sarılık görünümünün azaldığı mavilik değerinin arttığı anlamına gelmektedir. Kefir örneklerinin fındık içeceği katılımıyla kuru madde değerinin azalması, mavilik görünümünün artmasındaki en önemli sebep olduğu düşünülmektedir. Depolama boyunca b* değerlerinde artış ve azalmalar şeklinde değişimler meydana gelmiştir. Depolamanın son gününde ilk günkü b* değerlerine kıyasla tüm örneklerde anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir (Çizelge 4.10). Süt oranı ve depolama işleminin ana

etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksiyonları da kefir içeceklerine ait b* değeri üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.11). b* değerine üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) depolama süresi faktörü için tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait b* değeri değişim tablosu

Ürün Kodu	b* Değeri				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	6.54±0.83 ^{Aa}	6.15±0.97 ^{Ab}	6.14±1.26 ^{Aab}	5.91±0.27 ^{Ab}	6.53±1.08 ^{Aa}
B	5.77±0.37 ^{Bab}	7.19±0.43 ^{Aab}	7.14±0.46 ^{Aa}	6.59±0.72 ^{ABb}	6.52±0.45 ^{ABa}
C	5.13±0.18 ^{Cb}	7.12±0.25 ^{Aab}	6.28±0.27 ^{Bab}	7.15±0.53 ^{Aa}	5.30±0.42 ^{Cb}
D	5.49±0.41 ^{Cab}	7.27±0.01 ^{Aa}	6.37±0.10 ^{Bab}	6.72±0.63 ^{Bb}	4.80±0.46 ^{Cb}
E	4.86±0.84 ^{BCb}	6.65±0.65 ^{Aab}	5.89±0.67 ^{ABb}	6.48±0.47 ^{Ab}	4.67±0.51 ^{Cb}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.11. Proses parametrelerinin b* değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	3.977	0.006	0.175
Depolama	30.752	0.001	0.621
Oran*Depolama	7.231	0.001	0.607

Göçer ve Koptagel (2023), farklı sütlerden üretmiş oldukları kefirlerin b* değerlerini, en yüksek kaju sütü kefirinde 6.97, en düşük fıstık sütü kefirinde 4.48 olarak bulmuşlardır. Diğer bitkisel sütlerden üretmiş oldukları kefirlerin b* değerini badem sütü kefirinde 6.52, fındık sütü kefirinde 6.08, ceviz sütü kefirinde 4.91 olarak, inek sütü kefirinde ise 5.26 olarak tespit edilmiştir. b* değeri sarılığı ifade ettiği için kaju sütünden üretilen kefirin sarılığı diğer kefiirlere göre daha yüksek bulunmuştur. Kefir örneklerinin ortalama b* değerlerinin depolama boyunca anlamlı bir şekilde arttığı belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre fındık sütü kefirinin b* değeri çalışmamızdaki E formülasyonunun depolamanın 1. ve 28. günkü b* değerlerine göre yüksek bulunmuş, inek sütü kefirinin b* değeri ise A formülasyonunun b* değerine göre tüm depolama boyunca düşük olarak tespit edilmiştir.

Ustaoglu Gençgönül (2022) b^* değerini badem kefirinde 5.47 ± 0.80 , nohut kefirinde -0.44 ± 1.89 , pirinç kefirinde -4.46 ± 1.92 olarak tespit etmiştir. Badem sütlerinden üretilen kefirlerin b^* değerinin çalışmamızın sonuçlarına benzer olduğu gözlemlenmiştir.

Dağyıldız (2015), inek sütü kefir, %25 soya sütü+%75 inek sütü karışım kefir ve %25 soya sütü+%75 inek sütü karışımı kefirine üç farklı miktarda 0.5 U/g protein, 1 U/g protein, 1.5 U/g protein olmak üzere mikrobiyal transglutaminaz (mTG) ilave ederek 30 günlük depolama sürecinde b^* değerinin 5.63 ile 9.35 arasında değiştiğini saptamıştır. b^* değeri en düşük %75 inek sütü kefirinde, en yüksek enzim ilavesiz %25 soya sütü kefirinde tespit edilmiştir. Mikrobiyal transglutaminaz enzimi kefirlerin b^* renk değerleri ve depolama süresi ile etkileşimi önemli bulunmuştur.

Baú vd. (2014), soya sütüne probiyotik kefir kültürü ilave ederek ürettikleri kefirlerde b^* değerini %3 soya lifi içeren kefirde 9.57 ± 0.23 , soya lifi içermeyen kefirde ise 8.20 ± 0.39 olarak bulmuşlardır. Çalışmamızdan farklı şekilde b^* değeri soya lifi içermeyen kefirde daha düşük bulunurken, %3 soya lifi ilavesi kefire sarımsı bir renk vermiştir.

Kahraman (2011), kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9, %12, %15, %18, %21) ve yulaf sütünün (%0, %15, %30, %45, %50) farklı oranlarında ürettiği kefirlerin 21 günlük depolama boyunca b^* değerini en düşük depolamanın 1. gününde 2.47, en yüksek depolamanın 21. gününde 6.47 olarak %3 kefir kültürü+%15 yaban mersini aroması+%30 yulaf sütünden üretilen kefirde tespit etmiştir. Yüksek oranda yulaf sütü konsantrasyonu, b^* değerlerini büyük ölçüde artırmıştır. Aroma maddesinin kırmızı rengi ile yulaf sütünün sarı-kahverengi rengi, örneklerin b^* değerini etkilemiştir. Depolamanın ilk gününde tüm örneklerde b^* değerinin düşük olmasının aromanın kırmızı renginden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Depolamanın 16. gününden sonra aroma etkisinin tüm örneklerde kaybolduğu ve yulaf sütünün sarı-kahverengi renginin b^* değerlerini büyük ölçüde etkilediği bildirilmiştir. Depolama süresi boyunca tüm örneklerde b^* değerlerinde artış gözlemlenmiştir.

Özgül (2019), farklı oranlardaki kayısı çekirdeği içi sütü ve inek sütü (%100 inek sütü, %75 inek+%25 kayısı çekirdeği içi sütü, %50 inek sütü+%50 kayısı çekirdeği içi sütü, %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği içi sütü, %100 kayısı çekirdeği içi sütü) karışımlarına

kefir danesi ilave ederek ürettiği kefirlerin b^* değerlerini 7.42 ile 5.73 arasında tespit etmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde b^* değerleri en yüksek inek sütü ile elde edilen kefirlerde, en düşük kayısı çekirdeği içi sütü ile üretilen kefirlerde belirlenmiştir. Kayısı çekirdeği içi sütü oranı arttıkça, b^* değerinin azalmasının kullanılan sütlerin renklerinden kaynaklandığı tahmin edilmektedir. İnek sütünde bulunan ksantofil, karoten gibi renk maddelerinin rengin daha sarı görünmesine, kayısı çekirdeği içi sütlerindeki düşük kuru madde ve yağ miktarlarından dolayı daha mavi algılandığı düşünülmektedir. Sütün yağı azaltılıp, su miktarı artırıldığında renginin mavi olduğu bilinmektedir. Kefirlerin b^* değerindeki değişikliklerinde süt çeşidi etkili olurken, çalışmamızdan farklı olarak depolama süresinin etkisi önemli bulunmamıştır.

Kef (2018), inek ve keçi sütüne %0.25 ve %0.5 kinoa unu, %1 ve %2 hindiba kaynaklı inülin ilave ederek ürettiği kefirlerin b^* değerlerini 14 günlük depolama boyunca incelemiştir. İnek sütünden ürettiği kefirlerin b^* değerini en yüksek depolamanın 14. gününde %0.25 kinoa unu ilaveli kefir örneğinde 8.29, en düşük depolamanın 1. gününde %1 hindiba kaynaklı inülin ilaveli kefir örneğinde 6.28 olarak tespit etmiştir. Depolama süresince inek sütü ile üretilen, diyet lifi ilave edilmemiş kontrol örneği hariç diğer örneklerin b^* değerlerinde artış meydana gelmiştir. Depolama süresi b^* değerindeki değişiklikleri etkilediği belirlenmiştir. Keçi sütünden ürettiği kefirlerin b^* değerini en yüksek depolamanın 14. gününde %2 hindiba kaynaklı inülin ilaveli kefirde 7.92, en düşük depolamanın 1. gününde %0.5 kinoa unu ilaveli kefir örneğinde 6.70 olarak bulmuştur. Depolama boyunca kefir örneklerinin b^* değerlerinin arttığı tespit edilmiştir. Keçi sütü ve inek sütü ile üretilen kefirlerin renk özelliklerinin oldukça benzer olduğu ifade edilmiştir. Her iki süttten üretilen kefirlerde b^* değerlerinin pozitif olması sarı rengin hakim olduğunu göstermektedir.

Gül vd. (2018), inek ve manda sütüne kefir danesi ekleyerek ürettikleri kefirlerde b^* renk değerlerini sırasıyla 10.61 ve 6.56, inek ve manda sütüne starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerde ise b^* değerlerini 10.15 ve 6.47 olarak tespit etmişlerdir. İnek sütünün b^* değerlerindeki bu ölçümler bulgularımızdaki A formülasyonundaki b^* değerlerinden oldukça yüksek sonuç göstermiştir. Manda sütü kefirinin inek sütü kefirine göre daha düşük b^* değerine sahip olması, daha az riboflavin içermesiyle açıklanabilir. b^* değeri yağ içeriğinden ziyade riboflavin içeriğine bağlı olarak değişmektedir (Dimitreli vd., 2014).

Gürsoy vd. (2020), ticari olarak temin ettikleri birbirinden farklı 6 adet sade kefirde b^* değerlerini 4.80-6.03 aralığında tespit etmişlerdir. Çalışmamızda sadece inek sütü kullanılarak üretilen A formülasyonun b^* değeri daha yüksek tespit edilmiştir. Ticari kefir örneklerinin b^* renk değerlerinin kıvam indeks değerleri (K) ile ters orantılı, akış davranışı indeksi (n) ile pozitif korelasyon gösterdiği bulunmuştur. Bu çalışmanın, Türkiye'de pazarlanan ticari kefir içeceklerinin fizikokimyasal özellikleri ve reolojik davranışları hakkında önemli bir anlayış sağlayabileceği belirtilmiştir.

4.2. Mikrobiyoloji Sonuçları

4.2.1. *Lactococci* Sayısı

Kefir örneklerinde *Lactococci* sayısı üretimin ilk gününde en yüksek A ve B formülasyonlarında gözlemlenmiştir. Fındık içeceği oranının artması ilk gün *Lactococci* sayım sonuçlarında azalmaya yol açmıştır ($p<0.05$). Depolama boyunca *Lactococci* sayıları azalma eğilimi göstermişken C ve E örneklerinde bu azalış önemli bulunmamıştır ($p>0.05$). Depolama sonunda en düşük değer D kefir benzeri örnekte tespit edilmiştir ($p<0.05$) (Çizelge 4.12). Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksiyonları da kefir içeceklerine ait *Lactococci* sayıları üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.13). *Lactococci* sayısı üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) depolama süresi faktörü için tespit edilmiştir. *Lactococci* sayısının *Lactobacillus*, TAMB sayılarının yanısıra kuru madde ve pH değerleriyle orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyonu tespit edilmişken, maya sayısı ve antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle negatif yönde korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.12. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait *Lactococci* sayısı değişim tablosu

<i>Lactococci</i> Sayısı (log kob/mL)					
Ürün	Depolama Süresi (Gün)				
Kodu	1	7	14	21	28
A	9.46±0.33 ^{Aa}	8.60±0.09 ^{Bb}	8.38±0.09 ^{Ba}	8.53±0.23 ^{Bab}	8.35±0.09 ^{Bab}
B	9.06±0.08 ^{Aab}	8.88±0.16 ^{Aa}	8.47±0.09 ^{BCa}	8.78±0.16 ^{ABa}	8.28±0.25 ^{Cab}
C	8.72±0.17 ^{Abc}	8.32±0.09 ^{Ac}	8.32±0.28 ^{Aa}	8.32±0.28 ^{Ab}	8.62±0.07 ^{Aa}
D	8.75±0.14 ^{Abc}	8.41±0.16 ^{Bbc}	8.44±0.01 ^{Ba}	8.19±0.21 ^{Bb}	8.21±0.10 ^{Bb}
E	8.44±0.12 ^{Ac}	8.48±0.11 ^{Abc}	8.38±0.09 ^{Aa}	8.36±0.05 ^{Ab}	8.26±0.33 ^{Aab}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.13. Proses parametrelerinin *Lactococci* sayısı değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	9.426	0.001	0.467
Depolama	16.679	0.001	0.608
Oran*Depolama	3.371	0.001	0.556

Goçer ve Koptagel (2023) farklı bitkisel sütlerden (findık, yer fıstığı, ceviz, badem, kaju) ve inek sütünden üretmiş oldukları kefiirlere ait çalışmada *Lactococci* sayılarını 30 günlük depolama sürecinde 9.64 ± 0.02 log kob g⁻¹ ile 8.06 ± 0.05 log kob g⁻¹ aralığında tespit etmişlerdir. *Lactococci* sayısı en yüksek inek sütü kefirinde, en düşük findık ve ceviz sütü kefirinde belirlenmiştir. Süt ürünlerinin fermentasyonu, kullanılan süt tipinden etkilenebilir. Ozturkoğlu-Budak vd. (2016), findık, badem, ceviz ve antep fıstığından ürettikleri yoğurtta bu fındıkların antibakteriyel ve fenolik bileşiklerinin, depolama sırasında yoğurttaki laktik asit bakterilerinin gelişmesini baskılayabileceğini tespit etmişlerdir. Depolama süresince kefir örneklerindeki *Lactococci* sayısının azaldığı belirlenmiştir. Probiyotik bakteriler, azalan enzim sentezi nedeniyle depolama süresince daha düşük metabolik aktivite ve büyüme duraklamasına yol açabilir.

Atalar (2019), inek sütü (%100), inek sütü: fındık sütü karışımlarına (%75: %25, %50: %50, %25: %75) ticari starter kültürü ilave ederek üretmiş olduğu kefirlerin *Lactococci* sayısını en yüksek inek sütü kefirinde, en düşük %25 inek sütü: %75 fındık sütü içeren kefirde tespit etmiştir. *Lactococci* sayısı, %100 inek sütü kefir örneğinde depolamanın başlangıcında 9.8 log kob/mL iken, depolamanın son gününde 7.66 log kob/mL olarak azaldığı belirlenmiştir. Fındık sütünden elde edilen kefirlerde ise depolamanın ilk günü *Lactococci* sayısı 9.27 log kob/mL, son gününde 7.14 log kob/mL olarak bulunmuştur. İnek sütünden elde edilen kefirlerde baskın mikrofloraya sahip *Lactococci* olmasında fermentasyon esnasında süt türünün, sütün besinsel bileşiminin farklı olması ile mikroorganizmaların uyarıcı veya inhibitör etki göstermesinden kaynaklandığı bildirilmiştir.

Cui vd. (2013), ceviz sütüne 30°C ve 12 saat fermentasyon koşullarında, 3 g kefir tanesi ve 8 g/100 mL sakaroz konsantrasyonu ilave ederek ürettikleri kefirde *Lactococci* sayısını 8.2×10^7 kob/mL değerinde bulmuşlardır. Bu sonuç, kefir tanelerinin ceviz sütü içeceğinin fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Erol (2020), badem ve inek sütlerine farklı oranlarda bal ve muz ilave ederek ürettiği 6 farklı kefir formülasyonun *Lactococci* sayısını en yüksek depolamanın 1. gününde %100 inek sütü kefirinde 9.7 log kob/mL, en düşük ise depolamanın 14. gününde %95 badem sütü+ %5 bal içeren kefirde 6.28 log kob/mL olarak tespit etmiştir. Çalışmamızla benzer olarak badem sütü oranının artması *Lactococci* sayısının azalmasına yol açmıştır. Ayrıca yine bulgularımızla benzer şekilde depolama periyodu ve kefir örnekleri arasındaki farklılıklar *Lactococci* sayılarını etkilemiştir. Badem sütünden üretilen kefirlerdeki protein, yağ gibi besin elementleri, inek sütüne göre daha düşük olduğu için kefirlerdeki *Lactococci* sayısının bu nedenle azalış gösterdiği söylenebilir.

Er (2014), starter kültür ilave ederek ürettiği sade kefirin *Lactococci* sayısını depolamanın 1. günü 9.32 log kob/mL, 10. günü 8.61 log kob/mL ve 21. günü 8.46 log kob/mL değerlerinde ölçmüştür. Kefir örneğinin *Lactococci* sayısında 21 günlük depolama sürecinde 1 log kob/mL'yi aşan bir değişimin olmaması ve depolama süresi arttıkça *Lactococci* sayısında önemli azalmaların olduğu belirtilmiştir.

Kök-Taş vd. (2013), inek sütüne %2 kefir taneleri (KG) ve %3 kefir starter kültürü (KS) ilave ederek normal atmosfer (KG, KS) ve %10 CO₂ atmosfer altındaki koşullarda (KG-C, KS-C) ürettikleri kefirlerin 21 gün depolama boyunca *Lactococci* sayılarını sırasıyla KG örneğinde 9.23 log kob/mL-8.04 log kob/mL, KS örneğinde ise 9.29 log kob/mL-8.92 log kob/mL, KG-C örneğinde 9.26 log kob/mL-8.30 log kob/mL, KS-C örneğinde 9.27 log kob/mL-9.02 log kob/mL değerleri arasında tespit etmişlerdir.

Dinkçi vd. (2015), kontrol (K: %100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (A: %20, B: %40, C: %60) yulaf sütü ekleyerek dört farklı formülasyonda ve %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirleri 21 günlük depolama boyunca *Lactococci* sayısını en yüksek depolamanın 7. gününde C örneğinde 6.47 log kob/mL, en düşük depolamanın 1. gününde B örneğinde 5.91 log kob/mL değerinde tespit etmişlerdir. Çalışmamızın aksine yulaf sütü oranının artması *Lactococci* sayısını arttırmıştır. En yüksek *Lactococci* sayısının %60 yulaf sütünde tespit edilmesinin, yulaf sütünde bulunan ve bakterilerin fermente edebildiği ana karbonhidrat olan maltozu kullanabilme yeteneği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. Depolama boyunca *Lactococci* sayıları kontrol ve A kefir örneğinde sabit kalırken, B ve C kefir örneklerinde değişkenlik göstermiştir. Depolamanın ilk haftasında *Lactococci* sayıları arasında önemli farklılıklar olmasına rağmen, bu farklılıkların sonraki haftalarda önemli olmadığı belirtilmiştir.

Kahraman (2011), kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9, %12, %15, %18, %21) ve yulaf sütünün (%0, %15, %30, %45, %50) farklı oranlarında ürettiği kefirlerin 21 günlük depolama boyunca ortalama %4 kefir kültürü+%10 yaban mersini aroması+%20 yulaf sütü örneğinde 8.37 log kob/mL, %4 kefir kültürü+%9 yaban mersini aroması+%15 yulaf sütü örneğinde 8.34 log kob/mL, %3 kefir kültürü+%15 yaban mersini aroması+%30 yulaf sütü örneğinde 8.47 log kob/mL olarak tespit etmiştir. Yulaf sütü konsantrasyonu, *Lactococcus* sayısını olumlu yönde etkilemiştir.

Buran (2020), inek ve keçi sütüne probiyotik (*Lactobacillus acidophilus*, *Bifidobacterium bifidum* ve ticari DVS kefir kültürü) ve prebiyotik (inülin ve fruktooligosakkarit) bakteri ilavesi ile sinbiyotik içerikli ve kontrol kefir üreterek 28 gün depolama boyunca incelemiştir. İnek sütünden elde edilen kefirlerde *Lactococci* sayısını en yüksek depolamanın 1. gününde inek sütü+DVS kefir kültürü ile elde edilen kefir örneğinde

7.93 log kob/mL, en düşük depolamanın 28. gününde inek sütü+FOS+DVS kefir kültürü+*Lactobacillus bifidum* örneğinde 7.15 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. İnek sütünden elde edilen kefir örneklerinin sadece depolama günleri genel ortalama sonuçlarındaki farklılık önemli bulunmuştur. Keçi sütünden üretilen kefirlerde *Lactococci* sayısı en yüksek depolamanın 1. gününde keçi sütü+inülin+DVS kefir kültürü+*Bifidobacterium bifidum* ve keçi sütü+FOS+DVS kefir kültürü+*Bifidobacterium bifidum* örneklerinde 8.30 log kob/mL, en düşük depolamanın 28. gününde keçi sütü+DVS kefir kültürü örneğinde 7.00 log kob/mL olarak ölçülmüştür. Keçi sütünden elde edilen örneklerde örnek ve depolama günleri genel ortalama sonuçları kendi aralarında ayrı ayrı farklılık gösterdiği bildirilmiştir. Depolama süresinin ilerlemesi ile pH değerinin düşmesi sonucunda asitliğe karşı hassas olan *Lactococcus* cinsi bakterilerin, depolama sonuna doğru canlı bakteri sayıları azalma eğilimi göstermiştir.

4.2.2. *Lactobacillus* Sayısı

Kefir örneklerindeki *Lactobacillus* sayısı bakımından fındık içeceği oranının artması C ve E örneklerinde önemli azalışlara yol açmıştır. Depolama süresince C örneği hariç tüm örneklerde ilk günkü sonuçlara kıyasla anlamlı azalmalar meydana gelmiştir ($p < 0.05$). Fındık içeriğinin artmasıyla özellikle 21. ve 28. günlerde kontrol inek sütüyle üretilen kefir örneklerine kıyasla yüksek *Lactobacillus* sayısı tespit edilmiştir. Fındık sütü ilavesinin depolama boyunca *Lactobacillus* gelişimini teşvik ettiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Fındık sütü eklenmiş örneklerde *Lactobacillus* gelişimi, pH değişimlerinin, kefir bakterilerinin gelişim kinetiği ile yakından ilişkili olduğu açıktır. Süt türü, süt ürünlerinin fermentasyonunu etkileyebilir. Sütlerin farklı besin bileşenleri mikroorganizmalar üzerinde teşvik edici veya engelleyici etkiler yaratabilir (Atalar, 2019). Fındık içerisinde sakaroz, monosakkaritler (fruktoz, glikoz ve miyo-inositol) ve oligosakkaritler (stakioz ve rafinoz) karbonhidratları bulunmaktadır. Fındıktaki toplam karbonhidrat konsantrasyonu ortalama olarak 3.58 g/100 g olarak tespit edilmiştir. Toplam karbonhidratın %74.6'sı sakaroz, %13.4'ü stakioz, %12'yi ise fruktoz, glikoz, miyo-inositol ve rafinoz oluşturmaktadır (Alasalvar vd., 2003). Yüksek yulaf sütü miktarında, *lactobacillus* gelişiminin fazla olmasının nedeni yulaf sütünde bulunan ve bakterilerin fermente edebildiği ana karbonhidrat olan maltozu kullanabilme yeteneği ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir (Dinkçi vd., 2015). Soya sütünün ise içerdiği oligosakkaritler nedeniyle *Lactobacillus* gelişmesini teşvik

ettiği bildirilmiştir (Hati vd., 2014). Fındık içeceğindeki oligosakkaritlerin de depolama boyunca mikroorganizma gelişimini teşvik ettiği düşünülmektedir.

Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra oran* depolama interaksyonları da kefir içeceklerine ait *Lactobacillus* sayıları üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.15). *Lactobacillus* sayısı üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) oran* depolama süresi interaksyonu için tespit edilmiştir. *Lactobacillus* sayısının *Lactococci*, TAMB sayılarının yanısıra kuru madde ve pH değerleriyle orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyonu tespit edilmişken, maya sayısı ve antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle negatif yönde korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.14. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait *Lactobacillus* sayısı değişim tablosu (log kob/mL)

<i>Lactobacillus</i> Sayısı (log kob/mL)					
Ürün Kodu	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	8.57±0.05 ^{Aa}	8.53±0.21 ^{Aa}	8.48±0.49 ^{Aa}	7.22±0.31 ^{Bb}	6.89±0.16 ^{Bb}
B	8.57±0.03 ^{Aa}	8.59±0.17 ^{Aa}	8.45±0.14 ^{ABa}	8.24±0.18 ^{BCa}	7.99±0.07 ^{Ca}
C	8.29±0.12 ^{Ab}	8.65±0.30 ^{Aa}	8.34±0.12 ^{Aa}	8.34±0.12 ^{Aa}	8.55±0.40 ^{Aa}
D	8.54±0.03 ^{Aa}	8.21±0.13 ^{ABa}	8.25±0.23 ^{ABa}	8.01±0.15 ^{Ba}	8.01±0.14 ^{Ba}
E	8.29±0.12 ^{Ab}	8.32±0.11 ^{Aa}	7.99±0.05 ^{ABa}	8.22±0.01 ^{ABa}	7.94±0.23 ^{Ba}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.15. Proses parametrelerinin *Lactobacillus* sayısı değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	9.662	0.001	0.532
Depolama	16.002	0.001	0.653
Oran*Depolama	5.131	0.001	0.707

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 gün depolama sürecinde ortalama olarak *Lactobacillus* sayısı en yüksek inek sütü kefirinde, en düşük fındık sütü kefirinde belirlemişlerdir. Kefir örneklerindeki *Lactobacillus* sayısındaki değişiklikleri süt türünün ve

depolama süresinin etkilediği ifade edilmiştir. Çalışmamızda da *Lactobacillus* sayısı üzerine benzer etkiler tespit edilmiştir.

Cui vd. (2013), ceviz sütüne 30°C ve 12 saat fermentasyon koşullarında, 3 g kefir tanesi ve 8 g/100 mL sakaroz konsantrasyonu ilave ederek ürettikleri kefirde *Lactobacillus* sayısını 1.1×10^8 kob/mL olarak ölçmüşlerdir. Ceviz sütü içeceğinde hayatta kalan *laktobasillerin* canlılık sayılarının yaklaşık olarak 7.9×10^8 kob/mL olduğu bildirilmiştir (Jing, 2006). Bu araştırmadaki sonuç, kefir tanelerinin ceviz sütü içeceğinin fermentasyonunda starter kültür olarak kullanılma potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Kesenkaş vd. (2011), ticari kefir kültürü ve tane kullanarak, inek sütü, soya sütü ve inek: soya sütünü farklı oranlarda (%75: %25, %50: %50, %25: %75) karıştırarak ürettikleri kefirlerde *Lactobacillus* sayısının 28 gün depolama süresi boyunca azaldığını ancak tespit edilmiştir. Tane ile aşılanmış kefirler, ticari kefir kültür ile üretilen kefiirlere göre biraz daha yüksek *Lactobacillus* sayısına sahip olsa da bu fark önemli bulunmamıştır. Bu durum, soya sütü eklemesinin mikrobiyal popülasyonları olumsuz yönde etkilemediğini göstermektedir. Soya sütündeki başlıca karbonhidratlar sakaroz, rafinoz ve stakiyoz iken, sütlerde ana karbonhidrat laktozudur. Soya sütünde ilave bir karbonhidrat eklenmeden bile kefir tanelerinden veya kültürden gelen laktik asit bakterileri ve mayalar soya sütü karbonhidratlarını büyüme için kullanabildikleri anlaşılmaktadır (Liu ve Lin, 2000).

Dinkçi vd. (2015), kontrol (K: %100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (A: %20, B: %40, C: %60) yulaf sütü eklenerek dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirlerin 21 gün depolama boyunca *Lactobacillus* sayısını en yüksek depolamanın 1. günü C örneğinde 6.74 log kob/mL, en düşük depolamanın 7. gününde kontrol kefirinde 6.03 log kob/mL olarak saptamışlardır. Depolama süresinin sadece kontrol ve C kefirlerinde canlı *Lactobacillus* sayısını etkilediği belirlenmiştir. Kefir örneklerinin *Lactobacillus* sayısı arasındaki farkları, depolamanın 21. günü hariç diğer günlerde daha belirgin olarak gözlemlenmiştir.

Dadkhah vd. (2011), farklı inkübasyon sıcaklıklarında (22°C ve 25°C) ve farklı kefir tanesi oranlarında (%2, %3, %4) soya sütünden ürettikleri kefirlerde *Lactobacillus*

değerlerini en yüksek %3 kefir tanesi kullanılarak ve 25°C'de inkübe edilen kefir örneğinde 9.64 ± 0.03 log kob/mL, en düşük %4 kefir tanesi kullanarak ve 22°C'de inkübe edilen örnekte 8.14 ± 0.03 log kob/mL olarak saptamışlardır. %3 kefir tanesi ve 25°C'de üretilen soya sütü kefirlerini *Lactobacillus* sayısı çalışmamızdaki A formülasyonunun *Lactobacillus* sayısından oldukça yüksek bulunmuştur. Kefir tanesi inokülasyon oranı ve inkübasyon sıcaklığı, kefir örneklerindeki *Lactobacillus* sayılarının değişiminde etkili olmuştur.

Abdolmaleki vd. (2015), inek sütü, soya sütü ve peynir altı suyuna starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerde 28 gün depolama boyunca *Lactobacillus* sayısını 8 log kob/mL olarak ölçmüşlerdir. Bu sonuç çalışmamızdaki A ve E formülasyonlarının depolamanın 28. günü *Lactobacillus* sayılarına göre yüksek bulunmuştur. Depolama sonunda *Lactobacillus* sayıları inek sütü ve soya sütü kefirlerinde 2 log kob/mL, peynir altı suyu kefirinde ise 6 log kob/mL bir azalma gösterdiği belirlenmiştir.

Kahraman (2011), kefir kültürü (%1-%5), yaban mersini aroması (%9, %12, %15, %18, %21) ve yulaf sütünün (%0, %15, %30, %45, %50) farklı oranlarında ürettiği kefirlerin 21 günlük depolama boyunca *Lactobacillus* sayısını 7.18 kob/mL-4.17 kob/mL arasında bulmuştur. *Lactobacillus* sayısının depolamanın 11. gününe kadar yavaş bir şekilde azaldığı, ancak 16. ve 21. günlerde belirgin bir düşüş gösterdiği gözlemlenmiştir. Bu değişim, kefirin mikrobiyal dengesinin zamanla bozulduğunu ve depolama süresinin mikrobiyal popülasyonu olumsuz etkileyebileceğini göstermektedir.

Güzel-Seydim vd. (2013), %2 kefir taneleri ve %3 ticari starter kültür kullanarak normal atmosfer koşullarında ve %10 CO₂ atmosfer altında fermente ederek ürettikleri kefirlerde 21 gün depolama boyunca *Lactobacillus* sayısını en yüksek depolamanın 7. gününde %2 kefir tanelerinden ve %10 CO₂ atmosferinde fermente edilen kefir örneğinde 9.31 log kob/mL, en düşük depolamanın 21. gününde %2 kefir tanelerinden normal atmosferde üretilen kefir örneğinde 8.03 log kob/mL olarak tespit etmişlerdir. Farklı fermentasyon parametrelerinin ve kefir taneleri ile ticari starter kültürü arasında seçim yapmanın, mikroorganizma içeriklerini anlamlı şekilde etkilemediği bulunmuştur.

Öner vd. (2010), inek, koyun, keçi sütlerine kefir danesi ve starter kültür kullanarak ürettikleri tüm kefirlerin 15 gün depolama sürecinde *Lactobacillus* sayılarını 7.406 log

kob/mL ile 8.822 log kob/mL arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Bu sonuç çalışmamızdaki inek sütünde üretilen kefir içeceğinin (A formülasyonu) *Lactobacillus* sayılarına göre yüksek bulunmuştur. Depolamanın ilk günü tüm kefir örneklerindeki *Lactobacillus* sayısı yakın değerlerde bulunmuş ve tüm kefir türlerinde depolama süresi boyunca neredeyse sabit kaldığı bildirilmiştir.

Uruc vd. (2022), inek ve kayısı çekirdeği sütünün farklı oranlarını (A: %100 inek sütü (kontrol), B: %75 inek sütü-%25 kayısı çekirdeği sütü, C: %50 inek sütü-%50, D: %25 inek sütü-%75 kayısı çekirdeği sütü ve E: %100 kayısı çekirdeği sütü) karıştırarak ürettikleri kefirlerde 21 gün depolama sürecinde *Lactobacillus* sayısını 6.45 Log₁₀ kob/g-7.91 Log₁₀ kob/g arasındaki değerlerde tespit etmişlerdir. Depolama süresince örneklerdeki *Lactobacillus* sayılarının artmasının nedeni ise asidik koşullara karşı daha dirençli olmaları böylece pH değerleri 3.7-4.3 arasında değişen bitki bazlı ürünlerde hayatta kalabilmeleridir.

Magra vd. (2012), ticari pastörize ve homojenize edilmiş inek sütüne, çeşitli yağ içerikleri (%0 w/w, %1.5 w/w, %3.5 w/w) ve kefir tanelerinin farklı oranlarını (%1 w/w, %3 w/w, %7 w/w) ilave ederek ürettikleri kefirlerde 14 günlük depolama boyunca *Lactobacillus* sayısında 0. gün ve 14. gün arasında belirgin bir azalma meydana geldiğini, 7. günde ise az bir düşüş olduğunu gözlemlemişlerdir. *Laktobasillerdeki* bu sınırlı azalmanın nedeni düşük pH değerlerine karşı daha az hassas olmalarından kaynaklanıyor olabilir. Ayrıca, %1 kefir tanesi içeren örnekler, %7 kefir tanesi içeren örneklerden daha yüksek *Lactobacillus* sayısına sahip olduğu, %3 kefir tanesi ile elde edilen örneklerin ise %1 ve %7 kefir tanesi kullanılan kefirler ile farklılık göstermediği belirlenmiştir. Kefir taneleri oranının artırılması, laktik asit üretimini artırarak, asiditeye karşı daha hassas olan laktobasillerin gelişmesini engellemiştir.

Irigoyen vd. (2005), tam yağlı UHT inek sütüne %1 ve %5 oranında kefir taneleri ekleyerek ürettikleri kefirlerde, %5'lik tane inokulasyon oranı ile elde ettikleri kefirde aşılama yapıldıktan 24 saat sonra *Lactobacillus* sayısını 8 log kob/mL olarak bulmuşlardır. %1 ve %5 kefir taneleri ile üretilen her iki kefir örneğinde 28 gün depolama süresince *Laktobasillerin* depolamanın 7. ve 14. günlerinde yaklaşık olarak 1.5 logaritmik birim azaldığı ve ardından bu seviyede sabit kaldığı belirlenmiştir. *Lactobacillus* sayısının %1 oranında tane aşılama kefirlerde daha fazla bulunduğu tespit edilmiştir. Kefirlere ilave

edilen tane oranı ile *Lactobacillus* sayılarının ters orantılı olduğu dolayısıyla düşük yüzdeli inokülasyon kullanılan örneklerde daha yüksek olduğunu göstermektedir.

4.2.3. Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısı

Kefir örneklerine ait toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayıları üretimin ilk gününde fındık içeceği miktarı arttıkça azalma göstermiştir ($p<0.05$). Depolama boyunca tüm örneklerde TAMB sayılarında azalma meydana gelmiştir. Fındık içeceği oranının artması depolama boyunca azalma eğilimini düşürmüş, canlılık bakımından inek sütünden yapılan kefir örneklerine kıyasla olumlu etki meydana gelmiştir (Çizelge 4.16). Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksyonları da kefir içeceklerine ait TAMB sayıları üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.17). TAMB sayısı üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) depolama süresi faktörü için tespit edilmiştir. TAMB sayısının *Lactococci*, *Lactobacillus* sayılarının yanısıra pH değerleriyle orta düzeyde pozitif yönde anlamlı korelasyonu tespit edilmişken, maya sayısı ve antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle negatif yönde korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.16. Depolama süresi boyunca kefir örneklerine ait TAMB sayısı değişim tablosu
TAMB Sayısı (log kob/mL)

Ürün Kodu	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	9.40±0.29 ^{Aa}	8.56±0.14 ^{Bab}	8.20±0.09 ^{Bb}	7.58±0.03 ^{Cb}	6.74±0.37 ^{Dc}
B	8.64±0.06 ^{ABbc}	8.92±0.33 ^{Aa}	8.44±0.03 ^{Bab}	8.48±0.16 ^{BCa}	8.09±0.09 ^{Cb}
C	8.87±0.04 ^{Ab}	8.43±0.03 ^{Bab}	8.45±0.03 ^{Ba}	8.45±0.03 ^{Ba}	8.45±0.13 ^{Ba}
D	8.38±0.11 ^{Ac}	8.29±0.23 ^{ABb}	8.43±0.26 ^{Aab}	8.31±0.17 ^{ABa}	7.99±0.02 ^{Bb}
E	8.41±0.15 ^{ABc}	8.64±0.34 ^{Aab}	8.25±0.07 ^{ABab}	8.31±0.17 ^{ABa}	8.07±0.15 ^{Bb}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.17. Proses parametrelerinin TAMB sayısı değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	15.113	0.001	0.596
Depolama	45.448	0.001	0.816
Oran*Depolama	11.292	0.001	0.815

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 gün depolama boyunca TAMB (Toplam aerobik mezofilik bakteri) sayılarını $9.66 \pm 0.07 \log \text{ kob/g}^{-1}$ ile $8.16 \pm 0.03 \log \text{ kob/g}^{-1}$ arasındaki değerlerde ölçmüşlerdir. Kefir örneklerindeki ortalama toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayısını, farklı süt türü ve depolama süresi etkileyerek, üründe mikrobiyal kalite ve raf ömrü gibi önemli değişikliklere yol açtıkları bildirilmiştir. Çalışmamızla benzer şekilde depolama süresi boyunca toplam aerobik mezofilik bakterilerin sayısındaki azalma gözlemlenmiş, bu azalmaya CO₂ tarafından oluşturulan anaerobik ortamın sebep olduğu belirtilmiştir. Ancak, depolamanın erken dönemlerinde oluşan organik asitler, antibakteriyel etkiler yaratabilir ve bu da aktif probiyotik bakterilerin sayısında azalmaya yol açabilir. Ayrıca, anaerobik bakterilerdeki azalma, depolama sırasında ürün ambalajına giren oksijen miktarındaki artışla ilişkilendirilebilir. Bu durum, kefirin mikrobiyal kalitesini ve probiyotik özelliklerini etkileyebilir.

Erol (2020), badem ve inek sütlerine farklı oranlarda bal ve muz ilave ederek ürettiği 6 farklı formülasyona sahip kefirlerin toplam mezofilik bakteri sayısını 14 gün depolama süresince en yüksek depolamanın 1. günü %100 pastörize inek sütü kefirinde $8.85 \log \text{ kob/mL}$, en düşük depolamanın 14. Günü %100 badem sütü kefirinde $7.1 \log \text{ kob/mL}$ değerinde tespit etmiştir. Depolama süresi boyunca %100 pastörize inek sütü, %70 badem sütü+ %25 inek sütü+%5 bal ve %100 badem sütü kefir örneklerinde toplam mezofil aerob canlı bakteri sayısında azalma olduğu belirlenmiştir. Sonuçlarımıza paralel olarak, badem sütü oranı arttıkça toplam mezofil bakteri sayısının azalmasının, badem sütündeki protein, karbonhidrat ve kuru madde miktarlarının inek sütüne göre daha düşük olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir. Ayrıca çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde TAMB sayısında meydana gelen değişiklikleri kefirler formülasyonlarındaki farklılık ve depolama süreleri etkilemiştir.

Buran (2020), inek ve keçi sütüne probiyotik ve prebiyotik bakteri ilavesi ile sinbiyotik içerikli ve kontrol kefir üreterek 28 gün depolama boyunca toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarını incelemiştir. Kefir örneklerinde en yüksek TAMB sayısı 7.97 log kob/mL ile inek sütünden üretilen kontrol örneğinde bulunmuştur.

Keçi sütünden üretilen kefirlerde toplam aerobik mezofilik bakteri sayısını en yüksek depolamanın 1. gününde FOS ve *Lactobacillus acidophilus* içeren kefirde 8.58 log kob/mL olarak ölçmüştür. İlave starter kültür katkılı (*Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*) olan örneklerin toplam bakteri içeriği, depolamanın 14. ve 21. günlerinde kontrol kefirine göre 1 log daha yüksek tespit edilmiştir. Keçi sütünden üretilen tüm kefirlerde de depolama boyunca azalma gözlemlenmiştir. Ortalama değerlere göre keçi sütünden üretilen kefirlerin TAMB sayısı 7.91 log kob/mL-8.21 log kob/mL, inek sütünden elde edilen kefirlerin ise 7.51 log kob/mL -7.70 log kob/mL olarak saptanmıştır. Ayrıca hem inek hem de keçi sütünde inülin+*L.acidophilus* içeren kefirlerin toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı diğer örneklere göre daha yüksek bulunmuştur. Bu durumun kefirin mikroorganizma içeriğinin kontrolsüz bir şekilde artması ile ortamın asitliğinin artarak bakterilerin inhibisyona uğraması ve kullanılan DVS kefir kültürünün bileşimi, yapısı ve ilave kültür zenginliğinin neden olduğu ifade edilmiştir. TAMB sayısı inek sütünden elde edilen kefirlerde 7.60 log kob/mL, keçi sütünden elde edilen kefirlerde ise 8.05 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Bu ölçümlere göre kefir örneklerinin kendi aralarında önemli bir farklılık olmadığı belirtilmiştir.

Dinç (2008), 120 adet kefir örneklerinde toplam mezofilik bakteri sayısı (TAMB) 70 tane sade kefirde 6.14 log kob/mL- 9.80 log kob/mL, 40 tane meyveli kefirlerde 7.4 log kob/mL- 9.2 log kob/mL ve 10 tane light kefirlerde 8.0 log kob/mL- 9.0 log kob/mL arasında değiştiğini tespit etmiştir. TAMB sayısının ortalama değerlerini sade kefirlerde 8.80 log kob/mL, meyveli kefirlerde 8.51 log kob/mL ve light kefirlerde 8.53 log kob/mL olarak saptanmıştır. Toplam 120 adet kefir örneğinin TAMB ortalama sayısı ise 8.68 log kob/mL değerinde olduğu belirlenmiştir. Sade, meyveli ve light kefirlerin toplam mezofilik bakteri sayılarının arasında önemli bir fark bulunmamıştır. Ayrıca, Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'nde kefirin toplam aerob mezofil genel canlı düzeyinin en az 10^7 kob/mL düzeyinde olması gerektiği bildirilmiştir. Bu araştırmadaki sonuçlara göre tüm kefir

örneklerinin toplam aerob mezofilik bakteri sayısı %96.6'sının (116/120) Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği'ne uygun olduğu belirtilmiştir.

Aşçi Arslan (2015), 90°C'de 5 ve 10 dakika ısıtma süresinin, kefir tanesi ve ticari kefir starter kültürü kullanımının, inkübasyon sıcaklıkları (20°C ve 25°C) ve inkübasyon sonlandırma pH'larının (pH 4.4 ve pH 4.8) etkilerinin araştırmak için ürettiği kefirlerin 30 günlük depolama boyunca toplam mezofilik bakteri sayısını depolamanın 1. gününde 8.8 log kob/g-9.8 log kob/g, depolamanın 30. gününde 7.5 kob/g-8.0 kob/g değerli arasında hesaplamıştır. Ticari kefir starter kültürü kullanılarak üretilen kefirlerdeki toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı, kefir tanesi ile üretilen kefir örneklerinden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kefir örneklerindeki toplam mezofilik bakteri sayısındaki değişikliklere, starter kültür çeşidi ve farklı inkübasyon sıcaklıkları etki ederken, inkübasyon sonlandırma pH'larının farklılık oluşturmadığı ifade edilmiştir.

Karabıyıklı ve Daştan (2016), toplam mezofilik bakteri sayısını piyasada satışa sunulan, endüstriyel yöntemlerle farklı firmalarca üretilmiş 3 adet kefir örneğinde 6.12 log kob/mL-7.24 log kob/mL, geleneksel yöntemle kefir üretiminde kullanılan ve farklı yörelere ait olan 3 adet kefir danesi örneğinde 5.74 log kob/mL-7.03 log kob/mL ve temin edilen kefir daneleri ile laboratuvar koşullarında üretilen 3 farklı kefirde 7.91 log kob/mL-8.50 log kob/mL aralığında tespit etmişlerdir. Kefirlerin toplam aerobik mezofilik florasının büyük oranda laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterilerinden oluştuğu belirlenmiştir. Ayrıca, toplam mezofilik aerobik bakteri sayım sonuçlarının patojen ve saprofit mikroorganizmaları da içerebileceği düşünülmektedir.

4.2.4. Maya sayıları (log kob/mL)

Maya sayısı bakımından kefir örneklerinin ilk günkü sonuçları kıyaslandığında en düşük gelişim inek sütünden üretilen kefir örneğinde meydana gelmiştir. Depolama boyunca inek sütünden üretilen kefirlerde özellikle 7. ve 14. günlerde artma meydana gelmişken, 21. gün sonunda azalma gözlemlenmiştir. Heterofermentatif laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesinin neden olduğu organik asitler, maya gelişimini teşvik ettiği düşünülmektedir. Fındık içeceğinin formülasyona dahil olmasıyla maya gelişiminde olumlu etki meydana gelmiş, depolama boyunca inek sütüne kıyasla önemli artış gözlemlenmiştir ($p < 0.05$).

Depolama sonrasında maya sayısı fındık ihtiva eden örneklerde 6 log kob/mL değerlerine kadar ulaşmıştır (Çizelge 4.18). Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksyonları da kefir içeceklerine ait maya sayıları üzerinde anlamlı bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.19). Maya sayısı üzerine etki düzeyi (Eta kare) değeri tüm faktörlerde yüksek bulunmuştur. Maya sayısının TAMB, *Lactococci*, *Lactobacillus* sayılarının yanısıra kuru madde, pH değerleriyle orta düzeyde negatif yönde anlamlı korelasyonu tespit edilmişken, antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle pozitif yönde yüksek korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.18. Depolama süresinin kefir örneklerinin ait maya sayısı değişim tablosu

Ürün Kodu	Maya Sayısı (log kob/mL)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	2.41±0.15 ^{Bb}	3.26±0.43 ^{Abc}	3.30±0.25 ^{Ac}	2.48±0.04 ^{Bd}	1.93±0.11 ^{Bb}
B	2.41±0.10 ^{Cb}	3.78±0.69 ^{Babc}	4.38±0.11 ^{Bb}	5.92±0.21 ^{Aa}	5.86±0.02 ^{Aa}
C	3.05±0.01 ^{Cab}	2.98±0.10 ^{Cc}	3.75±0.35 ^{BCc}	4.20±0.21 ^{Bc}	6.30±0.49 ^{Aa}
D	3.12±0.29 ^{Da}	4.04±0.01 ^{Cab}	5.05±0.07 ^{Ba}	5.48±0.10 ^{ABab}	6.12±0.57 ^{Aa}
E	3.60±0.43 ^{Da}	4.36±0.05 ^{Ca}	4.50±0.08 ^{Cb}	5.30±0.25 ^{Bb}	6.64±0.19 ^{Aa}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.19. Proses parametrelerinin Maya sayısı değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	86.906	0.001	0.928
Depolama	91.336	0.001	0.931
Oran*Depolama	14.869	0.001	0.898

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 gün depolama boyunca maya sayısını 1.39 ± 0.55 log kob g⁻¹ ile 6.31 ± 0.01 log kob g⁻¹ ile arasında bulmuşlardır. Kefir örneklerindeki maya sayısı en yüksek yer fıstığı sütü kefirinde, en düşük inek sütü kefirinde tespit edilmiştir. Depolama sürecinde tüm kefir örneklerindeki maya sayısında artış meydana geldiği belirlenmiştir. Depolama süresi ilerledikçe mayaların artışına bağlı olarak üretilen etanol ve karbondioksit miktarının arttığı bilinmektedir. Laktik asit, asetik asit bakterileri ve mayalar

arasındaki sinerjik etkileşimler, tüm kefir örneklerinde üçüncü ve dördüncü haftalarda maya sayısındaki önemli artışı açıklayabilir. Laktik asit bakterileri, karbonhidratları laktik asit, asetik asit veya etanol ve CO₂ gibi organik asitlere, homo-fermantatif ya da hetero-fermantatif olarak dönüştürürler. Heterofermantatif laktik asit bakterilerinin metabolik aktivitesinin neden olduğu organik asitler, maya gelişimini teşvik eder. Ayrıca, bu çalışmada depolama süresi ve ürün türünün maya sayısındaki değişiklikleri etkilediği belirtilmiştir.

Cui vd. (2013), ceviz sütüne 30°C ve 12 saat fermentasyon koşullarında, 3 g kefir tanesi ve 8 g/100 mL sakaroz konsantrasyonu ilave ederek ürettikleri kefirde maya sayısını çalışmamızda elde edilen değerlere benzer şekilde 6 log kob/mL değerinde bulmuşlardır. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde, kefirin en az 10⁴ kob/g maya içermesi gerektiği belirtilmiştir. Bu nedenle ceviz sütünden kefir üretimi gerçekleştirilebilir.

Dinkçi vd. (2015), kontrol (K: %100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (A: %20, B: %40, C: %60) yulaf sütü ilave ederek dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirlerin 21 gün depolama boyunca maya sayısını 4.73 log kob/mL-5.36 log kob/mL aralığında değiştiğini saptamışlardır. Kefir örneklerinin maya sayıları arasındaki farklılıkların, depolamanın ilk gününde önemli bulunmadığı, ancak geri ilerleyen periyotlarda önemli hale geldiği gözlemlenmiştir. Depolama süresinin maya sayıları üzerinde sadece B ve C kefir örneklerinde belirgin bir etki gösterdiği bildirilmiştir. Artan laktoz miktarının kefir örneklerindeki mayaların canlı hücre sayısını olumlu yönde etkilediği tespit edilmiştir. Sonuç olarak, inek ve yulaf süt karışımı ile kefir üretimi gerçekleştirilebileceği ortaya konulmuştur.

Mayalar, bitki sütündeki besinleri kullanarak ve metabolize ederek fermentasyon gerçekleştirirler. Kefirdeki bakteri ve maya sayısının yanısıra bileşimi, ürünün kalitesini ve biyoyararlanımını etkilediği bilinmektedir.

Irigoyen vd. (2005), tam yağlı UHT inek sütüne %1 ve %5 oranında kefir taneleri ekleyerek ürettikleri kefirlerde, %5'lik tane inokülasyon oranı ile elde ettikleri kefirde aşılama yapıldıktan 24 saat sonra maya sayısını 5 log kob/mL olarak ölçmüşlerdir. 28 günlük depolama süresince kefir örneklerinin maya sayılarının sabit kaldığı, %5 kefir tanesi ilave edilen kefirlerdeki farklılıkların önemsiz olduğu, %1 kefir tanesi ile üretilen kefirlerde ise

14. ve 21. günler arasında hafif bir azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Ayrıca maya sayısı %5 kefir tanesi içeren örneklerde daha fazla tespit edilmiştir.

Kefirin mikrobiyal yapısı, kullanılan kefir tanelerinin veya kültürünün bileşimi ile sayısı, kültür ortamı, fermentasyon sıcaklığı, fermentasyon süresi, süt bileşimi, türü ve depolama koşulları gibi faktörlerden etkilenmektedir.

Fontán vd. (2006), inek sütüne ticari starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerin 196 saatlik fermentasyon sürecinde mikrobiyolojik analizini gerçekleştirmişlerdir. İlk 8 saatlik fermentasyon sırasında maya ortalama sayısı 1 log kob/g⁻¹ olarak ölçülmüştür. 8 ile 24 saatlik fermentasyon döneminde 1 log kob/g⁻¹ maya sayısında hafif bir azalma meydana geldiği, 168 saat sonra ise sürekli ve belirgin bir şekilde artarak 3 log kob/g⁻¹ değerine ulaştığı saptanmıştır.

Özgül (2019), farklı oranlardaki kayısı çekirdeği içi sütü ve inek sütü (A: %100 inek sütü, B: %75 inek+%25 kayısı çekirdeği içi sütü, C: %50 inek sütü+%50 kayısı çekirdeği içi sütü, D: %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği içi sütü, E: %100 kayısı çekirdeği içi sütü) karışımlarına kefir danesi ilave ederek ürettiği kefirlerin 20 gün depolama boyunca maya sayıları 4.70 log kob g⁻¹ ile 6.74 log kob g⁻¹ arasındaki değerlerde ölçmüştür. Depolama boyunca tüm kefirlerdeki maya sayılarının belirgin bir şekilde artış gösterdiği bildirilmiştir. Maya sayısı en yüksek A kefir örneğinde belirlenmiş olup, bunu sırasıyla B, C, D, E kefirleri izlemiştir. Kefirlerin üretiminde kullanılan süt türü maya sayısı değişikliğinde büyük ölçüde fark oluşturmamıştır. Mayaların laktozu metabolize etme yeteneğine sahip olduğu bilinmektedir. Kefir üretiminde kullanılan kayısı çekirdeği içi sütlerinde kültürdeki mikroorganizmaların gelişebilmesi için %4.5 oranında laktoz ilave edildiğinden dolayı örneklerdeki maya sayılarının yakın değerlerde olduğu düşünülmektedir. Sonuç olarak, kayısı çekirdeği sütü ile elde edilen kefirin fonksiyonel ürün çeşitliliğine yeni bir ürün kazandırılması açısından kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Buran (2020), inek ve keçi sütüne probiyotik ve prebiyotik bakteri ilavesi ile sinbiyotik içerikli ve kontrol kefir üreterek 28 günlük depolama boyunca maya sayılarını inek sütü ile üretilen kefirlerde en düşük depolamanın 1. gününde 4.16 log kob/mL değerinde inülin + *Lb. acidophilus* örneğinde, en yüksek depolamanın 28. gününde 5.49 log kob/mL

olarak inülin + *Lb. acidophilus* örneğinde bulmuştur. Keçi sütünden elde edilen kefirlerde ise maya sayısı en düşük depolamanın 7. gününde 4.00 log kob/mL keçi sütü+DVS kefir kültürü örneğinde, en yüksek depolamanın 28. gününde 5.18 log kob/mL değerinde FOS + *Lb. acidophilus* örneğinde tespit edilmiştir. Bu incelemede kullanılan DVS starter kültürlerin bileşiminde maya olmadığı için üretilen tüm kefirlerde maya sayısı logaritmik olarak (en yüksek 10^4 kob/mL) az sayıda ölçülmüştür. İnek ve keçi sütünden üretilen kefirlerin maya sayısı inek sütünden elde edilen kefirlerde 4.67 log kob/mL, keçi sütünden elde edilen kefirlerde ise 4.61 log kob/mL olarak tespit edilmiştir. Bu sonuca göre aralarındaki bu değerlerin farklılığının belirgin olmadığı anlaşılmaktadır. İnek ve keçi sütünden elde edilen kefirlerin depolama süresinin ilerlemesi ile en yüksek maya sayısı prebiyotik katkı olan örneklerde, en düşük ise kontrol örneklerinde belirlenmesinin nedeni, mayaların kültür bakterileri tarafından ürettikleri laktik asidi kullanarak ortam asitliğini düşürmeleridir.

4.3. Kefirin Reolojik Özellikleri

4.3.1. Viskozite

Kefir örneklerine ait ilk gün ölçülen viskozite değerlerinde kuru madde içeriğinin azalmasına bağlı olarak azalma meydana gelmiştir. En yüksek viskozite değeri A formülasyonunda gözlemlenmişken, en düşük değerler D ve E formülasyonlarında belirlenmiştir. İnek sütünden üretilen kefir örneklerinin depolama boyunca viskozite değerlerinde anlamlı bir değişim gözlemlenmemiştir ($p>0.05$). B ve E formülasyonunda ilk günkü viskozite değerlerine kıyasla 21. güne kadar artış meydana gelmiş, sonrasında viskozite değerleri düşüş göstermişken, C formülasyonunda artış 14. güne kadar devam etmiş sonrasında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.20). Depolama sırasında EPS içeriğinin parçalanması, kefir örneklerinin viskozitesindeki azalmaya neden olabilir (Atalar, 2019). Kök-Taş vd. (2013), kefir örneklerinin viskozite değerlerinin 21 gün depolama süresinin ardından azaldığını bildirmişlerdir. Bu azalmanın kefir örneklerinin EPS (ekzopolisakkarit) seviyesindeki düşüşten kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızdaki sonuçlarda bu çalışma ile benzerdir. Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin kefir içeceklerine ait viskozite değeri üzerindeki etkisi önemli bulunmuştur ($p<0.001$) (Çizelge 4.21). Viskozite değeri üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) depolama süresi faktörü için tespit edilmiştir. Viskozite değerleri L^* ve kıvam indeksi değerleriyle pozitif yönde kuvvetli

korelasyon göstermiştir. Ayrıca kuru madde, b*, pH ile orta düzeyde pozitif, serum ayırılması, a*, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle negatif yönde orta düzeyde ($0.3 < r < 0.7$) korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Kuru maddenin yüksek olması, karbonhidrat ve protein miktarını artırarak bu bileşenlerin suyu yapıda daha kuvvetli bir şekilde tutacağı öngörülmektedir. Bu nedenle, kuru maddesi yüksek bir ürünün daha viskoz bir yapıda olacağı bilinmektedir. Ayrıca, kuru madde artışı ile viskozitenin de arttığı tespit edilmiştir. Ünal (2013), yağsız kuru madde miktarları (% 9, %11, %13, %15) ayarlanmış sütlere, kefir danesinden elde edilen kültür ve starter kültür ilave ederek ürettiği set tipi kefirlerin 15 günlük depolama boyunca viskozite değerlerini 238.18 mPas ile 649.10 mPas arasında bulmuştur. Viskozite değerini en düşük depolamanın 15. gününde kefir danesinden elde edilen kültür ile üretilen %9 kuru maddeli set tipi kefir örneğinde, en yüksek viskozite değerini ise depolamanın 1. gününde starter kültür ile üretilen %15 kuru maddeli set tipi kefir örneğinde belirlemiştir. Depolama süresinin artmasıyla kefirlerin ortalama viskozite değerlerinin azaldığını bildirmiştir. Daneden elde edilen kültür ile üretilen set tipi kefirlerin ortalama viskozite değerlerinin, starter kültür ile üretilen set tipi kefirlerin ortalama viskozite değerlerine göre düşük olduğu tespit etmiştir. Yağsız süt kuru maddesi miktarının artmasıyla set tipi kefirlerdeki ortalama viskozite değerlerinin yükseldiğini gözlemlemiştir. Set tipi kefirlerin viskozite değerlerindeki meydana gelen belirgin değişikliklerde depolama süresi, kültür çeşidi ve yağsız süt kuru maddesi miktarı etkili olmuştur.

Çizelge 4.20. Depolama boyunca kefir örneklerine ait viskozite değerinin değişim tablosu

Viskozite (50 s ⁻¹) mPas					
Ürün Kodu	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	68.0±0.30 ^{Aa}	88.0±0.40 ^{Aa}	111±0.60 ^{Aa}	123±0.56 ^{Aa}	57.0±0.9 ^{Aa}
B	32.0±0.20 ^{Bb}	63.0±0.18 ^{Aa}	73.0±0.10 ^{Ab}	74.0±0.60 ^{Aab}	19.0±0.01 ^{Bb}
C	11.0±0.30 ^{ABc}	16.0±0.50 ^{ABb}	23.0±0.90 ^{Ac}	9.00±0.10 ^{Bb}	10.0±0.40 ^{ABbc}
D	8.00±0.20 ^{Cc}	20.0±0.30 ^{Ab}	14.0±0.30 ^{Bc}	7.00±0.10 ^{Cb}	8.00±0.01 ^{Cc}
E	8.00±0.01 ^{Bc}	16.0±0.01 ^{ABb}	22.0±0.14 ^{ABc}	31.0±0.13 ^{Ab}	4.00±0.20 ^{Bc}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p < 0.05$).

Çizelge 4.21. Proses parametrelerinin viskozite değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	37.175	0.001	0.818
Depolama	6.016	0.001	0.422
Oran*Depolama	1.193	0.323	0.366

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca viskozite değerlerini 103.03 ± 21.24 mPa.s ile 2.54 ± 0.71 mPa.s aralığında tespit etmişlerdir. Kefir örneklerinin depolama boyunca viskozite değerlerinin azaldığını, özellikle depolamanın 15. ve 30. günü bu düşüşü daha belirgin olarak gözlemlemişlerdir. Kefirlerin viskozite değerlerinin depolama süreci ve süt türünden etkilendiği bildirilmiştir. Fermente süt ürünlerinin reolojik kalitesini belirlemede en önemli faktör olan, fermente bitki bazlı süt ürünleri ve fermente inek sütü ürünlerinde laktik asit bakterileri tarafından fermentasyon sırasında üretilen ekzopolisakaritler, optimal reolojik özelliklerin sağlanması için gereklidir. Ekzopolisakkarit üretimi, fermentasyon ortamının içeriği, koşulları ve bakteri suşunun metabolik özelliklerinden etkilenir. Ortamdaki ekzopolisakkarit miktarı arttıkça viskozitenin de arttığı belirtilmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin viskozite değerlerindeki azalmanın, ekzopolisakkarit oluşumundan sorumlu laktik asit bakterilerinin sayısındaki düşüşe bağlı olarak üretilen ekzopolisakkarit miktarındaki azalmadan dolayı olabileceği düşünülmektedir. Kefirin viskozitesi, bakterilerin kefir bileşimindeki proteini proteolitik olarak parçalaması sonucu üç boyutlu yapısının zayıflamasından dolayı azalabilir (Magra vd., 2012). Ayrıca, bakterilerden gelen glikohidrolaz enzimleri tarafından ekzopolisakaritlerin hidrolizi, viskozitede azalmaya neden olabileceği düşünülmektedir (Kök-Taş vd., 2013). Bununla birlikte, kefir üretiminde kullanılan bitkisel sütlerinin içeriği, kefir örneklerinin viskozite değerlerindeki farklılıklarda etkili bir faktör olabilir.

Atalar (2019), %100 inek sütü ve inek:fındık sütünü farklı oranlarda (%75:%25, %50:%50, %25:%75) karıştırdıktan sonra starter kültür ilave ederek fermente ettiği kefir örneklerinde 21 gün depolama boyunca viskozite değerlerini 27.96 mPas-111.5 mPas aralığında ölçmüştür. Çalışmamız sonuçlarından farklı olarak fındık sütü oranı arttıkça viskozite değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Bu artış, fındık sütlerinin yüksek protein

içermesi ile açıklanmıştır. Daha yüksek fındık sütü konsantrasyonlarında, fındık proteinleri kefir ağında su fazının etkin bir şekilde immobilize edilmesini sağlamış ve viskozite değerleri artmıştır. Kefir örneklerinin en yüksek viskozite değerleri depolamanın 14. gününde bulunmuş ve 14. günden sonra viskozite değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir. Fermentasyon sırasında, %50 oranında fındık sütü eklendiğinde kefir bakterileri ve asidite gelişiminin yavaşladığı gözlemlenmiştir. Fındık sütü ilavesi, kefir örneklerinin organik asit profillerini değiştirmiştir; asetik asit ve malik asit içeriğini artırırken, laktik asit ve sitrik asit içeriğini azaltmıştır. 14. günün sonunda, kefir örneklerinin pH değerlerinde belirgin bir düşüş meydana gelmesi nedeniyle viskozite değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Ayrıca, ekzopolisakarit içeriğinin depolama sırasında hidrolize olması kefir örneklerinin viskozitesindeki azalmaya neden olabileceği bildirilmiştir.

Tratnik vd. (2006), inek sütü (kontrol örneği), keçi sütü (kontrol örneği), inek sütü ve keçi sütüne 2g/100g oranında peynir altı suyu protein konsantratu, yağsız süt tozu ve inülin ilave ederek kefirler üretmişlerdir. 10 günlük depolama boyunca inek sütü ile üretilen kefirlerin viskozite değerlerini 75.1 MPa s ile 166.6 MPa s aralığında, keçi sütü ile üretilen kefirlerin viskozite değerlerini ise 42.2 MPa s ile 98.1 MPa s aralığında ölçülmüştür. Keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin viskozite değerlerinin inek sütünden üretilen kefir örneklerinin viskozite değerlerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, keçi sütünün inek sütüne göre daha düşük jel sertliği ve yumuşak bir kıvamı sahip olması olarak açıklanabilir. Depolama boyunca, inek ve keçi sütüne peynir altı suyu protein ilaveli kefirlerin viskozite değerlerini inek ve keçi sütüne inulin ve yağsız süt tozu ilaveli kefirlerin viskozite değerlerinden daha yüksek bulunmuştur. Peynir altı suyu protein konsantratu ile hazırlanan fermente süt ürünlerinin bu davranışı, proteinlerin hidrofillik gruplarının su ile etkileşimi olarak açıklanabilir. Bu etkileşim ürünün viskozitesini arttırmaktadır. Peynir altı suyu protein konsantratu ilave edilen kefir örneklerinde, daha fazla globüller yapıda protein bulunmuş ve bu nedenle su moleküllerini bağlayan partiküllerin sayısı artmıştır. Sonuç olarak, bu tür sistemlerin su bağlama kapasitesi artmış ve viskozite yükselmiştir.

Dinkçi vd. (2015), kontrol (%100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (%20, %40, %60) yulaf sütü eklenerek dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirlerin 21 günlük depolama boyunca vizkozite değerlerini 20.95 mPa.s ile 501.29 arasında tespit etmişlerdir. Viskozite değeri en yüksek %100 inek sütü kefirinde, en

düşük %60 inek sütü ve %40 yulaf sütü kefirinde belirlenmiştir. Çalışmamızın sonuçlarına benzer şekilde yulaf miktarının artması kefirlerin viskozite değerlerini düşürmüştür. Depolama süresi boyunca %60 yulaf sütü içeren kefir örneğinin viskozite değerleri arasındaki değişiklikler önemli bulunmazken, %100 inek sütü kefir, %20 ve %40 yulaf sütü içeren kefirlerin viskozite değerleri belirgin bir şekilde değiştiği tespit edilmiştir. Viskozite değerleri yulaf sütü konsantrasyonlarından etkilenmiş ve inek sütü+yulaf sütü kefirlerindeki yulaf sütü oranının artışı, viskoziteyi olumsuz yönde etkilemiştir. Fermente sütlerde görülen kayma incilmesi davranışı, bu ürünlerin dokularının zayıf fiziksel bağlar, elektrostatik ve hidrofobik etkileşimlerden etkilenmesi nedeniyle görülmektedir.

Güzel-Seydim vd. (2013), %2 kefir taneleri ve %3 ticari starter kültür kullanarak normal atmosfer koşullarında ve %10 CO₂ altında fermente ederek ürettikleri kefirleri 21 gün boyunca depolamışlardır. Kefir örneklerinin viskozite değerlerini depolamanın 1. günü 225 mPa·s ile 315.2 mPa·s arasında bulmuşlardır. Bu viskozite değerlerinin CO₂ atmosferinde yapılan fermentasyona bağlı olarak değişmediği, buna karşılık %3 ticari starter kültür ile fermente edilen örneklerin viskozitesinin, %2 kefir taneleri ile üretilen örneklerden daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Benzer bir eğilimi, 4°C'de 21. gün depolama sırasında da gözlemlenmiştir. %2 kefir taneleri ile normal atmosferde üretilen kefir hariç diğer kefir örneklerinin viskozite değerlerinin depolamanın 21. günü azaldığı ancak %3 ticari starter kültür ile üretilen kefirlerin diğer kefir örneklerine göre daha yüksek olduğu saptanmıştır. Bu çalışmada, ekzopolisakkarit seviyelerindeki azalmanın kefir örneklerinin viskozite değerlerinde düşüşe yol açmış olabileceği düşünülmektedir.

Arslan (2018), fıstık içeceğinin dört farklı konsantrasyonundan (fıstık: su; 1:4, 1:5, 1:6, 1:7) kefirler üretmiş ve 1:4 oranındaki fıstık kefirinin, 1:7 oranındaki fıstık kefirinde göre daha yüksek viskoziteye sahip olduğunu tespit etmiştir. Sonuçlarımızdan farklı olarak fıstık miktarının artması viskoziteyi arttırmıştır. Su miktarının artması viskozitenin azalmasına neden olmuştur. Mikrofluidizasyon işlemi, daha fazla bağlantılılık sağlayan ince partiküller ve daha büyük yüzey alanı oluşturur, bu da yapıdaki hidroksil grupları nedeniyle daha fazla suyun bağlanmasını sağlar ve bu etki belirli bir aralığa kadar geçerlidir. Belirli bir aralıktan sonra fazla su mikrofluidizasyon ile bağlanamaz ve 1:7 oranındaki fıstık kefir suyun dışarı sızmasına neden olur. İnek sütü kefirinin viskozite değerinin, fıstık sütü

kefirinden önemli ölçüde düşük olduğu belirtilmiştir. Bunun nedeni, fıstık sütü kefirindeki yüksek protein ve yağ içeriğinden kaynaklanması olarak düşünülmektedir.

4.3.2.Kıvam İndeks Değeri

Viskozite değerlerine paralel olarak kıvam indeks değerleri ilk günkü sonuçlara göre en yüksek A formülasyonunda en düşük ise E formülasyonunda tespit edilmiştir. Fındık içeceği oranının artması ve kuru madde değerinin azalması kefirlerin kıvam indeksindeki düşüşün temel nedeni olduğu düşünülmektedir. A, B ve E formülasyonlarının kıvam değeri 28. gün itibarıyla azalırken C ve D örneklerindeki azalmalar 21. gün itibarıyla gözlemlenmiştir (Çizelge 4.22). Süt oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra interaksiyon etkileri kefir içeceklerine ait kıvam indeksi değeri üzerindeki önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.23). Kıvam indeksi değeri üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) oran faktörü için tespit edilmiştir. Kıvam indeksi değerleri L^* ve viskozite değerleriyle pozitif yönde kuvvetli korelasyon göstermiştir. Ayrıca kuru madde, b^* , pH ile orta düzeyde pozitif, serum ayrılması, a^* , toplam fenolik madde ve antioksidan aktivite kapasitesi değerleriyle orta düzeyde negatif anlamlı korelasyon göstermiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.22. Depolama boyunca kefir örneklerine ait kıvam indeks değerinin değişim tablosu

Ürün Kodu	Kıvam İndeksi (Pa.s ⁿ)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	1.38±0.03 ^{Ca}	1.51±0.02 ^{Ca}	2.15±0.03 ^{Ba}	2.67±0.08 ^{Aa}	0.79±0.04 ^{Da}
B	0.46±0.03 ^{BCb}	0.66±0.08 ^{ABb}	1.09±0.32 ^{Ab}	0.98±0.07 ^{Ab}	0.21±0.03 ^{Cbc}
C	0.20±0.01 ^{Bc}	0.31±0.05 ^{Bc}	0.45±0.03 ^{Ac}	0.18±0.02 ^{Bc}	0.23±0.06 ^{Bb}
D	0.19±0.01 ^{Bc}	0.33±0.06 ^{Ac}	0.38±0.06 ^{Ac}	0.09±0.03 ^{Bc}	0.10±0.01 ^{Bc}
E	0.10±0.01 ^{Bd}	0.19±0.04 ^{Bc}	0.77±0.09 ^{Abc}	0.62±0.09 ^{Ab}	0.14±0.07 ^{Bbc}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.23. Proses parametrelerinin kıvam indeksi değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	243.79	0.001	0.970
Depolama	52.553	0.001	0.875
Oran*Depolama	13.38	0.001	0.877

Ergin vd. (2017) tek ve iki kademeli olmak üzere dört farklı basınçta (15 MPa, 15/5 MPa, 30 MPa ve 30/5 MPa) homojenize edilen sütlerden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama sonunda kıvam indeks değerlerini 1006.50 mPa.sⁿ ile 1927.90 mPa.sⁿ arasında ölçmüşlerdir. En yüksek kıvam indeks değeri tek kademede 15 MPa basınçta homojenize edilen süttten üretilen kefir örneğinde saptanmıştır. Sonuçlarımıza benzer şekilde depolama süresi sonunda kefir örneklerinin kıvam indeks değerlerinin azaldığı belirlenmiştir. Bu azalmanın, polisakkarit üretiminden sorumlu Laktobacillerin sayısındaki düşüş ile kefirin hidrolizinden kaynaklanabileceği düşünülmektedir. Homojenizasyon basıncı ve kademesinin kıvam indeks değerlerinin değişikliğinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Gül vd. (2018), kefir taneleri ve starter kültür kullanılarak inek ve manda sütlerinden kefir üretmişlerdir. Starter kültür ve kefir tanesi kullanılarak üretilen manda sütü kefirinin kıvam indeks değerleri sırasıyla 9.01 Pa.sⁿ ve 8.83 Pa.sⁿ olarak ölçülmüştür. Starter kültür ve kefir tanesi kullanılarak üretilen inek sütü kefirinde ise kıvam indeks değerleri sırasıyla 2.95 Pa.sⁿ ve 3.37 Pa.sⁿ olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki inek sütünden

üretileen kefirinin (A formülasyonu) kıvam indeks değeerlerinden yüksek bulunmuştur. Manda sütü ile üretileen kefirlerin, inek sütü ile üretileen kefiirlere göre daha yüksek kıvam indeks değeerlerine sahip olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin kıvam indeks değeerlerindeki değışikliklerde süt türü etkili olurken, kültür türü ve kefir tanesi farklılık göstermemiştir.

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca kıvam indeks değeerlerini $734.08 \pm 41.04 \text{ mPa.s}^n$ ile $1036.06 \pm 9.92 \text{ mPa.s}^n$ aralığında ölçmüşlerdir. Kıvam indeks değeerini en düşük ceviz sütü kefirinde, en yüksek badem sütü kefirinde tespit etmişlerdir. Çalışmamıza benzer şekilde depolama süresi boyunca kefir örneklerinin kıvam indeks değeerlerinin azaldığı bildirilmiştir. Depolamanın 15. ve 30. günlerinde ortalama kıvam katsayısı değeerlerinde meydana gelen azalmaya bakteriler tarafından üretileen ekzopolisakaritin neden olduğu bildirilmiştir. Kefirlerin kıvam indeks değeerleri ürün tipi ve depolama süresinden önemli ölçüde etkilenmiştir. Prebiyotikler fermente içeceklerle eklendiğinde, bileşenler arasındaki moleküller arası etkileşimi artırarak kıvamı iyileştirir. Bu durum, su ve çözünür bileşenlerin ağ yapısında hapsolmasına ve dolayısıyla daha yoğun bir ürün oluşumuna katkıda bulunmaktadır (Fernandes vd., 2021; Shi vd., 2020). Bu çalışmada, kuru yemişlerde bulunan prebiyotik aktiviteye sahip diyet liflerinin kefir örneklerinin reolojik özelliklerini etkileyebileceği düşünülmektedir.

Ünal vd. (2020), piyasadan tedarik ettikleri inek sütünden üretilmiş 6 farklı sade kefir örneklerinin kıvam indeks değeerlerini 1.30 Pa.s^n - 8.16 Pa.s^n arasında bulmuşlardır. Gürsoy vd. (2020), ticari olarak piyasadan temin ettikleri birbirinden farklı 6 adet sade kefirde kıvam indeks değeerlerini 11.68 mPa.s^n - 32.84 mPa.s^n aralığında ölmüşlerdir. Yapılan bu iki çalışmada da kefir örneklerinin kıvam indeks değeer aralıkları çalışmamızdaki A formülasyonunun kıvam indeks değeerlerinden yüksek tespit edilmiştir.

Saygili vd. (2021), inek, koyun ve keçi sütlerine kefir taneleri ve liyofilize kültür ilave ederek 20°C , 25°C ve 30°C inkübasyon sıcaklıklarında ürettikleri kefirlerin kıvam indeks değeerlerindeki değışiklikleri süt türü ve farklı inkübasyon sıcaklıklarının etkilediğini tespit etmişlerdir. İnkübasyon sıcaklığı arttıkça inek sütü kefirlerinin kıvam indeks değeerinin arttığı saptanmıştır. İnek sütünden üretileen kefirlerin kıvam indeks değeerindeki bu

değişikliğinin, pH değerindeki azalma ile paralellik gösterdiği belirtilmiştir. İnkübasyon sıcaklığı arttıkça koyun sütü kefir örneklerinin kıvam indeks değerlerinde belirgin bir azalma meydana geldiği bildirilmiştir. Keçi sütünden üretilen kefirlerde ise inkübasyon sıcaklığının yaklaşık 5 °C arttırılmasıyla kıvam indeks değerlerinin yaklaşık iki kat daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. İnek, koyun ve keçi sütlerine liyofilize kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerin kıvam indeks değerlerinde belirgin farklılıklar olmadığı bulunmuştur.

Magra vd. (2012), ticari pastörize ve homojenize edilmiş inek sütüne, çeşitli yağ içerikleri (%0 w/w, %1.5 w/w, %3.5 w/w) ve kefir tanelerinin farklı oranları (%1 w/w, %3 w/w, %7 w/w) ilave edilerek ürettikleri kefirlerde kıvam indeksi değerini en yüksek 0.545 Pa·sⁿ olarak %7 w/w kefir tanesi ve %3.5 w/w yağ içeren kefir örneğinde, en düşük ise %3 w/w kefir tanesi ve %0 w/w yağ içeren kefir örneğinde 0.021 Pa·sⁿ olarak tespit etmişlerdir. Kıvam indeks değerinin yağ oranı arttıkça artış gösterdiği belirtilmiştir. Ayrıca, sütün yağ miktarı arttıkça kefirin viskozitesinin de arttığı ancak 14 gün depolama süresince azaldığı gözlemlenmiştir. Viskozitedeki azalma, kefirde bulunan mikroorganizmaların süt proteinlerini proteolitik olarak parçalamalarına bağlı olarak süt proteinlerinin üç boyutlu yapısının zayıflamasına da bağlanabilmektedir.

4.3.3. Akış Davranış İndeksi Değeri

Akış davranış indeksi değeri (n) 0-1 arasında değişmekte olup 1'e yaklaştıkça sulu yapının arttığı anlamına gelmektedir. Akış davranış indeksi sıvıların Newtonyen akışta nasıl davrandığını gösteren bir kriterdir. Bu çalışmada $n < 1$ olduğu için, Newtonyen olmayan pseudoplastik akış davranışını göstermektedir. Fındık içeceği oranının artması ya da kuru madde değerinin azalması akış davranış indeksi değerinin artmasına neden olmuştur. İlk günkü sonuçlara göre en düşük akış davranış indeksi değeri A ve C formülasyonlarında gözlemlenmiştir. Akış davranış indeksi değerleri depolama boyunca D ve E örnekleri hariç önemli değişim göstermemiştir. 7. 14. günler arasında kefir örneklerinde meydana gelen viskozite ve kıvam indeksi artışlarına bağlı olarak B, D ve E örneklerindeki n değerleri düşüş göstermişken 21. ve 28. günler arasında meydana gelen viskozite ve kıvam indeksi azalışlarına bağlı olarak n değerlerinde tekrardan artış meydana gelmiştir (Çizelge 4.24). Fındık içeceği ilavesinin ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra etkileşimleri kefir içeceklerine ait akış davranış indeksi değeri üzerinde anlamlı etkisi bulunmuştur ($p < 0.001$)

(Çizelge 4.25). Akış davranış indeksi değeri üzerine en yüksek etki düzeyi (Eta kare) oran ve depolama interaksyonu için tespit edilmiştir.

Çizelge 4.24. Depolama boyunca kefir örneklerine ait akış davranış indeksi değerinin değişim tablosu

Ürün Kodu	Akış İndeksi Değeri (-)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	0.31±0.00 ^{Ab}	0.28±0.01 ^{Ab}	0.25±0.02 ^{Aab}	0.23±0.10 ^{Aa}	0.33±0.02 ^{Aa}
B	0.42±0.00 ^{Aa}	0.39±0.06 ^{ABa}	0.32±0.04 ^{Ba}	0.35±0.03 ^{ABa}	0.39±0.04 ^{Aba}
C	0.32±0.01 ^{Ab}	0.23±0.01 ^{Ab}	0.25±0.11 ^{Aab}	0.27±0.19 ^{Aa}	0.21±0.15 ^{Ab}
D	0.44±0.02 ^{Aa}	0.29±0.03 ^{Bb}	0.16±0.07 ^{Cb}	0.39±0.05 ^{ABa}	0.31±0.00 ^{Ba}
E	0.44±0.03 ^{Aa}	0.44±0.03 ^{Aa}	0.13±0.02 ^{Cb}	0.23±0.03 ^{Ba}	0.28±0.01 ^{Ca}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.25. Proses parametrelerinin akış davranış indeksi değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	4.98	0.003	0.399
Depolama	8.01	0.001	0.516
Oran*Depolama	2.80	0.007	0.599

Gocer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca akış davranış indeksi değerini depolamanın 1. gününde 0.03-0.33, 15. gününde 0.02-0.31 ve 30. gününde 0.01-0.26 arasında tespit etmişlerdir. Akış davranış indeksi değeri en yüksek badem ve yer fıstığı sütünden üretilen kefir örneklerinde, en düşük ise ceviz sütünden elde edilen kefir örneğinde belirlenmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak depolama boyunca kefir örneklerinin akış davranış indeksi değerlerinin düştüğü bildirilmiştir. Bu düşüş, kefir örneklerinin viskozite değerlerinin azalmasına neden olan aynı faktörlere bağlanabilir. Kefir örneklerindeki akış davranış indeksi değeri değişikliklerinde ürün tipi ve depolama süresi etkili olmuştur.

Tratnik vd. (2006), inek sütü (kontrol örneği), keçi sütü (kontrol örneği), inek sütü ve keçi sütüne 2g/100g oranında peynir altı suyu protein konsantratu, yağsız süt tozu ve inülin ilave ederek ürettikleri kefirlerin 10 günlük depolama boyunca akış davranış indeks değerini inek sütü kefir örneklerinde 0.236 ile 0.364 aralığında, keçi sütü kefir örneklerinin akış davranış indeks değerini ise 0.255 ile 0.629 aralığında ölçmüşlerdir. Bu çalışmada, akış davranış indeksi değerleri ile depolama süresi arasında herhangi bir korelasyon belirlenemediği bildirilmiştir.

Ergin vd. (2017) tek ve iki kademeli olmak üzere dört farklı basınçta (15 MPa, 15/5 MPa, 30 MPa ve 30/5 MPa) homojenize edilen sütlerden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama sonunda akış indeks değerlerini 0.28 ile 0.39 arasında tespit etmişlerdir. Ölçülen bu değerler çalışmamızdaki A formülasyonunun akış indeks değerlerine yakın bulunmuştur. Bu sonuca göre, kefir örneklerinin Newtoniye olmayan ($n < 1$) psödoplastik akış davranışı gösterdiği anlaşılmaktadır. Kefir örneklerinin akış davranış indeks değerlerindeki farklılıkları, homojenizasyon basıncı ve kademesi etkilemiştir.

Magra vd. (2012), ticari pastörize ve homojenize edilmiş inek sütüne, çeşitli yağ içerikleri (%0 w/w, %1.5 w/w, %3.5 w/w) ve kefir tanelerinin farklı oranları (%1 w/w, %3 w/w, %7 w/w) ilave edilerek ürettikleri kefirlerde 14 günlük depolama boyunca akış indeks değerini 0.564 ile 0.979 aralığında saptamışlardır. Bu sonuçlar çalışmamızdaki A formülasyonunun akış indeks değerlerine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Kefir örneklerinin akış davranış indeks değeri yağ içerik oranlarından (%0 w/w, %1.5 w/w, %3.5 w/w) önemli derecede etkilenmiş, %3.5 w/w yağ içeren kefir örneklerinin, %0 w/w ve %1.5 w/w yağ içeren kefiirlere göre daha düşük akış davranış indeks değerine sahip olduğu belirlenmiştir.

Atalar (2019), inek sütü (%100), inek sütü: fındık sütü karışımlarına (%75: %25, %50: %50, %25: %75) ticari starter kültürü ilave ederek üretmiş olduğu kefirlerin 21 günlük depolama süresince akış davranış indeks değerlerini 0.24 ile 0.48 aralığında tespit etmiştir. Akış davranış indeksinin (n) depolama süresinden etkilenmediği, yapısal değişikliklerin bu akış parametresi yanında yansımadığını gösterdiğini, $n < 1$ olduğu için kefir örneklerinde Newtonian olmayan bir akış davranışına işaret ettiği belirtilmiştir.

Gül vd. (2018), kefir taneleri ve starter kültür kullanılarak inek ve manda sütlerinden kefir üretmişlerdir. Starter kültür ve kefir tanesi kullanılarak üretilen manda sütü kefirlerinin akış davranış indeks değerlerini sırasıyla 0.412 ve 0.388 olarak; starter kültür ve kefir tanesi kullanılarak üretilen inek sütü kefirlerinde ise sırasıyla akış davranış indeksini 0.348 ve 0.332 değerlerinde ölçmüşlerdir. Çalışmamızdaki inek sütünden üretilen içeceğinin akış indeks değerleri manda kefir örneklerine göre düşük, inek sütü kefir örneklerine ise yakın tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin akış davranış indeksi değerleri $n < 1$ olarak bulunduğu için kefirlerin kayma incelmesi davranışı sergilediği ve uygulanan kayma kuvveti nedeniyle jel yapısının bozulduğu anlaşılmıştır. Bu tür reolojik davranış, zayıf fiziksel bağları ve elektrostatik ile hidrofobik etkileşimleri nedeniyle fermente süt ürünlerinde yaygın olduğu bilinmektedir.

Ünal vd. (2020), piyasadan tedarik ettikleri 6 farklı sade ticari kefir örneklerinin akış davranış indeksi değerlerini 0.26 ve 0.45 aralığında belirlemişlerdir. Çalışmamızdaki inek sütü kefirinin akış indeks değerleri daha düşük aralıkta tespit edilmiştir. $n < 1$ olduğu için tüm kefir örnekleri psödoplastik akış göstermiştir.

4.3.4. Serum ayrılması

Serum ayrılması, depolama sırasında protein ağının bozulması ve jel yapının serum fazını tutma yeteneğini kaybetmesiyle ortaya çıkan önemli bir kalite kusurudur. Kefir örneklerine ait serum ayrılma değerleri fındık içeceği oranı arttıkça artış göstermiştir. Çalışmada ayrılmanın azaltılması amacıyla transglutaminaz enzimi %0.15 oranında ilave edilmiş, ancak faz ayrımı inek sütünden yapılan A formülasyonuna göre tüm örneklerde yüksek tespit edilmiştir. Depolama boyunca serum ayrılması değerlerinde A, B ve C formülasyonlarında önemli değişim saptanmamıştır (Çizelge 4.26). E örneklerinde ise özellikle 28. gündeki artış önemli bulunmuştur ($p < 0.05$). Fındık içeceği ilavesinin ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra bu faktörlerin etkileşimlerinin serum ayrılması değeri üzerinde anlamlı etkisi bulunmuştur ($p < 0.001$) (Çizelge 4.27). Serum ayrılması değeri üzerine etki düzeyi (Eta kare) değeri tüm faktörlerde yüksek bulunmuştur. Serum ayrılmasının orta kuvvette a^* renk değeri, toplam fenolik madde ve maya sayısı ile pozitif yönde kuru madde, L^* renk değeri, pH, viskozite ve kıvam indeksi ile negatif yönde korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.26. Depolama süresinin kefir örneklerine ait serum ayrılması değerleri üzerine etkisi

Ürün Kodu	Serum Ayrılması (%)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	45.06±0.02 ^{Ac}	50.26±0.03 ^{Ad}	48.87±0.66 ^{Ac}	44.61±4.40 ^{Ac}	50.74±3.85 ^{Ad}
B	59.27±4.19 ^{Ab}	61.98±0.13 ^{Ac}	61.28±0.98 ^{Ab}	59.10±0.49 ^{Ab}	63.10±1.68 ^{Ac}
C	67.89±1.71 ^{Aa}	72.85±1.59 ^{Aa}	72.32±1.66 ^{Aa}	70.43±5.36 ^{Aa}	71.76±0.09 ^{Ab}
D	75.77±1.19 ^{Aa}	72.39±0.13 ^{Ba}	67.13±0.87 ^{Cab}	67.89±1.13 ^{Ca}	72.75±0.35 ^{Bab}
E	67.86±5.22 ^{BCa}	65.8±2.33 ^{Cb}	68.13±5.09 ^{BCa}	75.77±0.92 ^{ABa}	77.57±0.54 ^{Aa}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Çizelge 4.27. Proses parametrelerinin serum ayrılması değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	131.97	0.001	0.955
Depolama	30.35	0.001	0.829
Oran*Depolama	15.23	0.001	0.907

Göçer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca ortalama serum ayrılma değerlerini depolamanın 1. günü 5.41 ±3.68 mL, 15. günü 11.37 ±6.63 mL, 30. günü 12.37 ±6.79 mL olarak tespit etmişlerdir. Kefir örneklerinin ortalama serum ayrılması değerlerinin 15 günlük depolamanın sonunda arttığı, depolamanın 15. günü ile 30. günü arasında ise belirgin bir fark olmadığı gözlemlenmiştir. Depolama süresince kefir içerisinde canlılığını sürdüren maya ve bakteriler proteinleri hidrolize etmekte ve protein yapı içerisinde hapsolmuş serumun salınmasına neden olmaktadır (Yeniçeri vd., 2021). Serum ayrılması en yüksek ceviz sütünden üretilen kefir örneğinde 18 mL, en düşük ise fıstık sütünden elde edilen kefir örneğinde 1.16 mL olmak üzere badem sütü kefirinde 6.08 mL, kaju sütü kefirinde 9.66 mL, inek sütü kefirinde 10.58 mL, fındık sütü kefirinde 12.83 mL değerlerinde bulunmuştur. Kefir örneklerinin bu serum ayrılması değerleri arasındaki farklılığın, inek sütü ve yağlı tohumlardan elde edilen bitkisel sütlerin bileşimi ile protein yapıları arasındaki farklılıktan kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Sarıca (2019), 45 gün dondurarak depolama boyunca serum ayrılması değerlerini inek sütünden ürettiği kefirde %31.34 ile %58.40, keçi sütünden ürettiği kefirde ise %61.36 ile %76.34 aralığında saptamıştır. 35 gün buzdolabı sıcaklığında depolama boyunca serum ayrılması değerlerini, inek sütünden ürettiği kefirde %46.26 ile %43.68, keçi sütünden ürettiği kefirde ise %62.04 ile %60.80 arasında tespit etmiştir. İnek sütü kefir örneklerinin genel ortalama serum ayrılması değeri, keçi sütü kefir örneklerine göre düşük tespit edilmiş ve aralarındaki bu fark belirgin bulunmuştur. Keçi sütünün düşük α_{s1} -kazein konsantrasyonu ve daha küçük çaplı yağ globülleri gibi kompozisyonel farklılıkları, keçi sütünden üretilen fermente süt ürünlerinin daha yumuşak yapıya olmasına ve bu ürünlerde daha fazla serum ayrılmasına neden olmaktadır (Milani ve Wendorff, 2011). Ayrıca, fermente süt ürünlerinde pH değerinin 4.0'a yaklaşmasıyla yapının daha iyi olduğu ve serum ayrılmasının azaldığı belirtilmiştir (Tamuçay-Özünü ve Koçak, 2010). İnek sütü kefir örneğinin keçi sütü kefir örneğine göre asitliğinin yüksek olması, pıhtı sıkılığının daha yüksek ve serum ayrılmasının ise daha düşük olmasına neden olabileceği düşünülmektedir. Dondurarak depolama işleminin, inek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Kefir üretimi sırasında süte uygulanan ısıl işlem ve inkübasyon aşamasında asitlik gelişimi, proteinlerin bir ağ yapısı oluşturmaya neden olur. Bu ağ yapısı ise yağ globüllerini ve çözünmüş bileşenleri içine alarak pıhtının stabilitesini artırır, ancak oluşan pıhtı fermentasyon sonrası kırılabilir ve dondurulup çözülme işlemiyle yapısal bozulmalar meydana gelebilir. Bu durum, koloidal özelliklerini kaybeden proteinlerin serum ayrılmasına yol açmasına neden olmaktadır. Dondurulmuş üründe proteinler, su tutma ve bağlama özelliklerini kaybetmektedirler (Culbertson, 2006). Bunun yanı sıra, su tutma özelliği gösteren kefiran ve ekstraselüler polisakkarit (EPS) bileşiklerin, kefirin dondurulup çözünmesinden olumsuz etkilenmiş olabilecekleri düşünülmektedir. Buzdolabı sıcaklığında depolama süresince tüm kefir örneklerinin viskozite değerleri arttıkça serum ayrılması değerlerinin azaldığı, viskozite değerleri azaldıkça ise serum ayrılması değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Kefir mikroflorasındaki laktik asit bakterilerinin ürettiği polisakkaritlerin viskoziteyi arttırarak, serum ayrılmasını engellediği bilinmektedir (Bekiş ve Can, 2021).

Erol (2020), badem, inek sütlerinden ve bu sütlere farklı oranlarda bal ile muz ilave ederek (A: %100 pastörize inek sütü, B: %60 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal+%10 muz, C: %70 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal, D: %85 badem

sütü+%5 bal+%10 muz, E: %95 badem sütü+%5 bal ve F: %100 badem sütü) 6 çeşit kefir üretmiştir. 14 gün depolama süresi boyunca serum ayrılması değerini en yüksek depolamanın 1.gününde E kefir örneğinde %40 olarak bulmuştur. Çalışmamıza benzer şekilde badem sütü oranı arttıkça serum ayrılması değeri de artmıştır. Serum ayrılmasının, D, E ve F kefir örneklerinde depolamanın 7. gününe kadar azaldığı, 7. günden sonra tekrar arttığı saptanmıştır. B ve C kefirlerinde depolama boyunca, A örneğinde ise depolamanın 7. ve 14. gününde serum ayrılması tespit edilememiştir. Bunun nedeni, süt proteinleri ve süt yağı küreciklerinin suyu tutma özelliklerinin serum ayrılmasını azaltması olarak gösterilebilir. Bu incelemede, inek sütü ve bal içeren kefirlerde serum ayrılması belirlenememiş, badem sütü oranı arttıkça serum ayrılması gözlemlenmiştir. Badem sütü ve bal içeren örneğin serum ayrılması sadece badem sütü ile hazırlanan örneğin serum ayrılmasından yüksek bulunmuştur. Bu, kazein içermeyen badem sütünden üretilen kefirde balın beklenen etkiyi gösterememesinden kaynaklanabilir. Bunlara ek olarak, muz ilaveli kefirlerin serum ayrılmasının düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bunun nedeni ise muzun yapısında bulunan inülininden dolayı olduğu düşünülmektedir.

Dinkçi vd. (2015), kontrol (%100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (%20, %40, %60) yulaf sütü ilave ederek, dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirlerin 21 günlük depolama boyunca serum ayrılması değerini 22.00 mL/100mL-44.25 mL/100mL aralığında değiştiğini saptamışlardır. Tüm kefir örneklerinde serum ayrılması değerlerinin ilk 7 gün içinde keskin bir şekilde arttığı gözlemlenmiştir. Depolama süresi, kontrol örneği hariç diğer kefirlerin serum ayrılması değerlerini belirgin şekilde etkilemiştir. En yüksek yulaf sütü oranına (%60) sahip olan kefir örneğinin, depolamanın 1. gününde en düşük serum ayrılması değerine sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, yulaf sütündeki β -glukanın serum ayrılması değerini azaltmış olabileceği ihtimaliyle açıklanabilmektedir. Depolama süresinin geri kalanında gözlemlenen serum ayrılması değerlerindeki artışın ise süt proteinleri ile yulaf sütündeki polisakkaritler arasındaki termodinamik uyumsuzluktan dolayı kaynaklanmış olabileceği bildirilmiştir (Mejri ve Sahli, 2014). Sonuç olarak, tüm depolama süresi göz önüne alındığında, yulaf sütü konsantrasyonlarının %20'nin üzerinde ilave edilmesinin kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerini olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Kesenkaş vd. (2011), %3 ticari kefir kültürü ve %3 kefir taneleri kullanarak, inek sütü, soya sütü ve inek: soya sütünü farklı oranlarda (%75: %25, %50: %50, %25: %75) karıştırarak ürettikleri kefirlerde 28 günlük depolama süresince serum ayrılması değerinin 9 mL/250 mL ile 120 mL/250 mL arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak tüm kefir örneklerinde depolama süresi boyunca serum ayrılması değerinin kademeli olarak arttığı belirlenmiştir. Serum ayrılmasının, depolama sırasında protein partiküllerinin agregasyonu ve bunların yerçekimi etkisi altında çökmesi nedeniyle meydana geldiği bilinmektedir. Ayrıca, serum ayrılması değeri yükselirken viskozite değerinin de azaldığı bildirilmiştir. %3 ticari kefir kültürü ve %3 kefir tanelerinin, %75 inek sütü+%25 soya sütü ve %50 inek sütü+%50 soya sütü karışımına ilave edilerek üretilen kefir örneklerinin serum ayrılması değerleri diğer kefiirlere kıyasla daha fazla artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Depolamanın 1. günü, %100 inek sütüne %3 kefir tanesi ve %100 inek sütü ile %100 soya sütüne %3 kefir kültürü ilave ederek ürettikleri kefir örneklerinde serum ayrılması değerini tespit edememişlerdir. Stabilizatörler, asiklik, toplam kuru madde, süt türü ve kültür tipi gibi farklı faktörler, fermente süt içeceklerinde serum ayrılmasını etkilemektedir (Koksoy ve Kiliç, 2004).

Dağyıldız (2015), %100 inek sütü (kontrol) kefiri, %75 inek sütü+%25 soya sütü karışım kefiri, %75 inek sütü+%25 soya sütü karışım kefirine 0.5 U/g protein, 1 U/g protein, 1.5 U/g protein olmak üzere üç farklı miktarda mikrobiyal transglutaminaz (mTG) ilave ederek ürettiği kefirlerde 30 günlük depolama boyunca serum ayrılması değerlerini %53.21 ve %74.10 arasında bulmuştur. Serum ayrılması en yüksek %100 inek sütü kefirinde, en düşük ise %75 inek sütü+%25 soya sütü karışımına 1.5 U/g ve 1.0 U/g protein enzim ilaveli kefir örneklerde belirlenmiştir. %75 inek sütü+%25 soya sütü karışımına 0.5 U/g protein m-TG ilaveli örnek ile %75 inek sütü+%25 soya sütü kefir örneğinde serum ayrılması birbirine yakın değerde ölçülmüştür. Transglutaminaz ilave ederek üretilen kefir örneklerinin serum ayrılma değerlerinin inek sütü kefirine göre daha düşük tespit edildiğini göstermiştir. Serum ayrılması değerinin enzim ilaveli örneklerde, %100 inek sütü kefirine göre daha az bulunmasının nedeni mTG enziminin oluşturduğu çapraz bağlanma tepkimelerinden kaynaklanmaktadır. Transglutaminaz enzimi oranları ve depolama süresi arasındaki etkileşim serum ayrılması üzerindeki değişikliklerde oldukça etkili olmuştur.

Ceylan (2023), yaptığı çalışmada, Hindistan cevizi, yulaf ve soya bitkisel kefirlerin ve inek sütü (kontrol) kefirinin 7 günlük depolama boyunca ortalama serum ayrılma değerlerini inek sütü kontrol kefirinde %62.84, soya kefirinde %78.07, Hindistan cevizi kefirinde %89.37, yulaf kefirinde %94.54 olarak ölçülmüştür. Sütün bileşiminde bulunan proteinlerin yapısal farklılığı, aminoasit bileşimi, yüzey polaritesi veya hidrofobikliği gibi faktörler serum ayrılmasını etkilemektedir (Ozturkoglu-Budak vd., 2016). Çalışmamıza benzer şekilde soya kefir hariç diğer kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerinde depolama günleri arasında belirgin bir fark gözlemlenmemiş, aynı depolama günlerinde ise kefir örnekleri arasındaki serum ayrılmasının farklı olduğu belirlenmiştir. Kefirlerin serum ayrılması değerlerinin depolama boyunca değişmediği gözlemlenmiştir. Bulgularımıza benzer şekilde serum ayrılması değeri bitkisel kefirlerde kontrol kefir örneğine göre daha yüksek tespit edilmiştir. Serum ayrılması son ürünün görünümü ve kıvamı etkileyen önemli bir faktördür. Bitkisel sütlerin stabilitesini pH, sıcaklık ve içerik etkilemektedir. Ortamın asidik olması, bitkisel sütlerde proteinlerin stabilizasyonu değiştirmekte ve daha zayıf bir jel meydana getirmektedir. Bu zayıf jel oluşması ise serum ayrılmasına neden olmaktadır (Uruc vd., 2022).

Bensmira ve Jiang (2012), yer fıstığı sütü: yağsız süt farklı oranlarda (%100: %0, %90: %10, %80: %20, %70: %30, %60: %40) karıştırılarak, farklı inkübasyon süreleri (18 saat, 22 saat, 26 saat, 30 saat) ve sıcaklıklarda (20°C, 24°C, 28°C ve 32°C) ürettikleri kefirlerin serum ayrılma değerini 18 saatte %40.76, 30 saatte %37.47 olarak saptamışlardır. Inkübasyon süresinin artması ile serum ayrılması değerinin belirgin bir şekilde düştüğü tespit edilmiştir. Fermantasyon sırasında pH'nın düşmesi, kazein parçacıklarının serum ayrılmasına karşı direncinin artmasına neden olur (Öztürk ve Öner, 1999). Serum ayrılması değerleri yüksek inkübasyon sıcaklıklarında üretilen kefir örneklerinde yüksek, düşük fermantasyon sıcaklıklarında elde edilen kefirlerde ise düşük olarak bulunmuştur. Çalışmamızdan farklı olarak kefir örneklerinde yer fıstığı sütü oranı arttıkça serum ayrılması değerinin azaldığı gözlemlenmiştir. Bu sonuç, yüksek orandaki yer fıstığı sütü ile üretilen kefir örneklerinde daha yüksek yağ ve protein içermesinden kaynaklanmaktadır (Yüksel ve Erdem, 2010). Yağ içeriği yükseldikçe serum ayrılması değerinin düştüğü bildirilmiştir (Lucey, 2002).

Yousefvand vd. (2022), %2 kefir tanesi ile ürettikleri kefir örneklerinin 21 günlük depolama boyunca serum ayrılması değerini %25.71 ile %30.12 arasında, %3 starter kültür

ile elde ettikleri kefirlerde ise depolamanın 7., 14. ve 21. günlerinde serum ayrılmasını %23.50 ile %28.50 arasındaki değerlerde saptamışlardır. Kefir tanesi ile üretilen kefirlerde serum ayrılması oranı, starter kültür ile üretilen kefirlerden biraz daha yüksek ve geniş bir aralıkta seyrettiği anlaşılmaktadır. *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG bakteri suşu içeren kefir tanesi ve starter kültür ile üretilen kefir örneklerinin, *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG bakteri suşu içermeyen kefiirlere göre serum ayrılması değerleri depolamanın başlangıcında daha yüksek sonrasında daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni, fermentasyon sırasında pH'da meydana gelen bir düşüşün kazein parçacıklarının sinerezise karşı direncini arttırmış olması olabilir. *Lactocaseibacillus rhamnosus* GG bakteri suşu içeren starter kültür ile üretilen kefirde serum ayrılması değeri, tane ile üretilen kefire göre azalma göstermiştir. Bunun nedeni, pH ve laktik asit yüzdesi ile ilişkilendirilmiştir. Kefir örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerindeki değişiklikleri organik asitlerin birikimi, post-asidifikasyon, kefir konsantrasyonu, kefiran konsantrasyonu, toplam katı madde miktarı ve süt bileşimi etkilemektedir.

Kef (2018), inek ve keçi sütüne %0.25 ve %0.5 kinoa unu, %1 ve %2 hindiba kaynaklı inülin ilave ederek ürettiği kefirlerin serum ayrılması değerlerini 14 gün boyunca incelemiştir. 14 günlük depolama süresince serum ayrılması değerleri inek sütünden üretilen tüm kefir örneklerinde %48.68 ile %55.62 aralığında, %1 ve %2 hindiba kaynaklı inülin ilave ederek üretilen kefir örneklerinde ise %48.68 ile %53.52 aralığında ölçmüş ve diğer kefir örneklerine göre daha düşük olduğu belirlenmiştir. Bu sonuç, hindiba kaynaklı inülinin yapıdaki suyu bağladığını göstermektedir. İnek sütü ile üretilen tüm kefir örneklerinin serum ayrılması değerinde depolamanın 7. gününde artış meydana geldiği gözlemlenmiştir. İnek sütüne ilave edilen kinoa ununun oranının artması ile serum ayrılması değerinin de arttığını tespit etmiştir. Bunun nedeni, kinoa yapısında bulunan liflerin protein jel ağına zarar vermesinden dolayı üründen serumun daha çok ayrılması olarak düşünülmektedir. İnek sütünden elde edilen kefirlerde serum ayrılması değerlerinin, hindiba kaynaklı inülin ilaveli kefirlerde, kinoa unu ilaveli kefiirlere göre daha düşük olduğu saptanmıştır. 14 günlük depolama süresince serum ayrılması değerleri keçi sütünden üretilen tüm kefir örneklerinde %63.83 ile %67.86 aralığında, %1 ve %2 hindiba kaynaklı inülin ilave ederek ürettiği kefir örneklerinde ise %63.83 ile %66.06 aralığında saptanmış ve diğer kefir örneklerine göre daha düşük olduğu tespit edilmiştir. Keçi sütü ile üretilen kefir örneklerinin serum ayrılması değeri, inek sütü ile üretilen kefirlerin serum ayrılması değerine göre daha yüksek

bulunmuştur. Bu sonuç, keçi sütü ile üretilen kefirlerin kuru madde oranlarının düşük olması ile ilgili olabilir. Hem inek sütü hem de keçi sütünden üretilen tüm kefir örneklerinin serum ayrılması değerindeki değişiklikleri depolama süreleri, kullanılan diyet lifi çeşitleri ve oranları etkilemiştir. Diyet lifinin su tutma özelliği ve proteinlerin jel yapısında oluşan değişiklikler bu etkinin kaynağı olarak gösterilebilir.

Arslan (2018), fıstık sütünün, fıstık: su; 1:4, 1:5, 1:6, 1:7 olmak üzere dört farklı konsantrasyonundan ürettiği kefirlerin serum ayrılma değerlerini sırasıyla %33.73, %40.36, %47.15, %53.68 olarak tespit etmiştir. Fıstık kefirlerinin sinerezis değerlerinin su içeriğinin artması ile yükseldiği anlaşılmaktadır. İnek sütü kefirinin sinerezis değeri %35-%50 arasında bildirilmiştir (Wang vd., 2016). Fıstık kefirinin 1:5 ve 1:6 konsantrasyonlarının sinerezis değerleri inek sütü kefiri ile aynı olarak elde edildiği gözlemlenmiştir. Fıstık kefirinin 1:4 oranı düşük su içerdiğinden dolayı viskozitesi artmıştır. Su oranının yükseltilmesi ile emülsiyonun viskoz özellikleri artırılarak, fıstık kefirinin 1:5 ve 1:6 karışımları optimum seviyede sinerezis sağlamıştır. Ancak daha fazla su eklenmesi, fıstık kefirinin 1:7 konsantrasyonunun emülsiyon stabilitesini bozarak suyun emülsiyondan ayrılmasına neden olmuştur. Dağılmış emülsiyon fazında ayrışma, yerçekimi kuvveti nedeniyle meydana geldiği için damlacıklar yüzebilir veya çökebilir.

4.4. Kefirin Biyoaktif Özellikleri

4.4.1. TFM (Toplam Fenolik Madde)

Kefir içeceklerine ait toplam fenolik içeriği fındık içeceği oranı arttıkça inek sütünden üretilen kefir örneklerine kıyasla artış göstermiştir. Bunun nedeni olarak Maleki vd. (2015) belirttiği gibi; fındığın α - ve γ -tokoferoller, gallik asit, p-hidroksibenzoik asit, epikateşin, sinapik asit ve kuersetin olan polifenoller açısından zengin bir kaynak olması gösterilebilir. D ve E formülasyonlarında meydana gelen azalmanın kuru maddedeki azalmaya bağlı olacağı düşünülmektedir. Depolama boyunca 7., 14. ve 21. günler boyunca E örneği hariç tüm örneklerde toplam fenolik madde miktarında artış meydana gelmişken 28. günkü depolama sürecinde azalmalar meydana gelmiştir (Çizelge 4.28). Bu azalmanın kefir mikroorganizmalarının fenolik bileşikleri parçalamalarından kaynaklanabildiği düşünülmektedir. Mikroorganizmalar, peroksidaz, lakkaz ve β -glukosidaz enzimlerini

kullanarak fenolik bileşenlerin parçalanmasına neden olmaktadır (McCue ve Shetty, 2005).

28. günlük azalma ilk günlük sonuçlara göre B ve C formülasyonda anlamlı bulunmamışken, D ve E örneklerinde anlamlı bulunmuştur. İnek sütünden üretilen kefir örneklerinde ilk günlük değere kıyasla depolamanın sonunda önemli artış meydana gelmiştir ($p<0.05$). Fındık içeceği oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra bu faktörlerin etkileşimleri kefir içeceklerinin toplam fenolik madde değerleri üzerinde önemli etkisi tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.29). Toplam fenolik madde değeri üzerine etki düzeyi (Eta kare) değeri tüm faktörlerde yüksek bulunmuştur. TFM değerlerinin orta kuvvette L*, viskozite ve kıvam indeksi değerleriyle negatif yönde korelasyonu olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.28. Depolama boyunca kefir örneklerine toplam fenolik madde değerinin değişim tablosu

Ürün Kodu	Toplam Fenolik Madde Miktarı (mg GAE/100 mL)				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	7.70±0.56 ^{Cd}	10.12±0.10 ^{Bd}	10.58±0.05 ^{Bd}	12.80±0.45 ^{Ad}	10.50±0.09 ^{Bc}
B	11.02±0.81 ^{Cc}	15.03±0.26 ^{Bc}	13.32±0.47 ^{Cc}	18.27±0.73 ^{Ac}	13.78±0.52 ^{BCb}
C	25.95±1.18 ^{Da}	28.83±1.00 ^{Ba}	27.72±0.40 ^{BCa}	30.90±0.25 ^{Aa}	21.86±0.32 ^{Da}
D	18.34±0.11 ^{Bb}	18.85±0.41 ^{ABb}	19.51±0.19 ^{ABb}	19.73±0.03 ^{Ab}	14.62±0.88 ^{Cb}
E	12.04±0.06 ^{Bc}	13.59±0.59 ^{Ac}	13.30±0.36 ^{Ac}	11.59±0.39 ^{Bc}	9.62±0.54 ^{Cc}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.29. Proses parametrelerinin toplam fenolik madde değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	1602,25	0.001	0.996
Depolama	121,618	0.001	0.951
Oran*Depolama	21,792	0.001	0.933

Atalar (2019), %100 inek sütü ve inek:findık sütünü farklı oranlarda (%75:%25, %50:%50, %25:%75) karıştırdıktan sonra starter kültür ilave ederek fermente ettiği kefir örneklerinde 21 günlük depolama boyunca toplam fenolik madde miktarını 73.28 µg GAE/g ile 242.02 µg GAE/g arasındaki değerlerde tespit etmiştir. Toplam fenolik madde miktarı en yüksek %25 inek sütü+%75 findık sütü kefirinde, en düşük %100 inek sütü kefirinde belirlenmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde, findık sütü ilavesinin kefir örneklerinde toplam fenolik madde miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir. Kefir örneklerindeki asitlikteki artış, özellikle depolamanın sonunda, süt proteinleriyle kompleks halde bulunan bazı fenolik bileşiklerin serbest kalmasına ve miktarın yükselmesine sebep olabileceği belirtilmiştir.

Yilmaz-Ersan vd. (2016), keçi sütüne kefir taneleri ilave ederek ürettikleri kefirlerin 0., 4., 8., 12., 16. ve 20. saat fermantasyon sürecinde toplam fenolik madde miktarını 170.54 ±0.198 mg GAE/g ile 65.48 ±0.113 mg GAE/g arasında saptamışlardır. Bu sonuçlar, A formülasyonundaki TFM sonuçlarımıza göre yüksek bulunmuştur. Kefir örneğinin TFM miktarının fermantasyon sırasında önemli bir azalma gösterdiği ve 25°C’de 20 saatlik fermantasyon sonrasında daha düşük değerlere ulaştığı tespit edilmiştir. Bu azalmanın, fenolik yapıların mikrobiyal yıkımından kaynaklanabileceği belirtilmiştir. Kefir örneklerinin 21 günlük depolama boyunca toplam fenolik madde miktarı ise 59.66 ±0.085 mg GAE/g ile 69.96±0.057 mg GAE/g aralığında bulunmuştur. Depolama süresi, kefir örneklerindeki toplam fenolik madde içeriğini belirgin bir şekilde etkilemiş ve depolamanın 14. gününde en yüksek TFM değeri tespit edilmiştir.

Akdan vd. (2020), %100 manda sütü (Kontrol) ile diğer süt çeşitlerinin karışımlarından (A: manda-inek, B: manda-koyun, C: manda-keçi; %70-%30 ve D: manda-inek-koyun-keçi; %70-%10-%10-%10 sütlerinin karışımı) ürettikleri kefirlerin 28 günlük depolama boyunca toplam fenolik madde içeriklerini 0.13 ±0.01 mg gallik

asit/mL ile 0.47 ± 0.10 mg gallik asit/mL aralığında ölçmüşlerdir. Bu sonuçlar çalışmamızdaki inek sütü kefirinin TFM değerlerine göre oldukça düşük bulunmuştur. Depolama sürecinin sonunda toplam fenolik madde miktarı kontrol, A ve C kefir örneklerinde artarken, B ve D kefirlerinde azaldığı bildirilmiştir. Kefir üretiminde kullanılan süt karışımları ve depolama süresinin toplam fenolik madde miktarı değişimi üzerinde etkili olduğu saptanmıştır. Fermantasyonda kefir yapısında bulunan mikroorganizmalar fenolik bileşenler gibi biyoaktif komponentlerin düzeyini etkilemektedir. Fermentasyon sırasında β -glukosidaz gibi enzimler kompleks yapıdaki fenolik bileşenleri daha basit yapılara hidrolize edebilmektedir. Mikrobiyal kaynaklı proteazlar gibi bazı enzimler, proteinler üzerine etki ederek kompleks haldeki fenoliklerin serbest forma dönüşmesine ve toplam fenolik madde miktarının artırılmasına neden olabilmektedir (Sobokbar ve Khodaiyan 2016).

Karaçali (2017), %15 soya sütü ve 2 farklı probiyotik kültür ilavesi ile SK (Süt + kefir kültürü); SSK (Süt + soya sütü + kefir kültürü), SSKLc(Süt + soya sütü + kefir kültürü + *Bifidobacterium lactis*), SSKLg (Süt + soya sütü + kefir kefir kültürü + *Bifidobacterium longum*) olmak üzere ürettiği 4 farklı kefirde toplam fenolik madde miktarını (TFM) fermentasyon öncesi 731.75 mg GAE/L ile 838.00 mg GAE/L arasında, fermentasyon sonrasında ise 1061.75 mg GAE/L ile 1201.75 mg GAE/L arasındaki değişen değerlere yükseldiğini tespit etmiştir. Fermantasyonun, toplam fenolik madde miktarı değerlerinde artışa neden olduğu gözlemlenmiştir. Çalışmamızdan farklı olarak toplam fenolik madde miktarının 28 günlük depolama boyunca azalma gösterdiği ve en fazla düşüşün depolamanın 7. gününde olduğu belirtilmiştir. Tüm depolama günlerinde toplam fenolik madde miktarı en yüksek SSKLg örneğinde, ardından da SSKLc örneğinde saptanmıştır. Bu sonuca göre, kefiirlere soya ve probiyotik kültür ilavesinin fermentasyon sonrasında fenolik madde içeriklerini artırdığı ancak, depolama sonunda hiçbir kefir örneğinin fermentasyon sonundaki fenolik madde içeriğini koruyamadığı belirlenmiştir.

Kefir danesi ile içeceklerde toplam fenolik madde miktarının kullanılan dane oranı ve fermentasyon sıcaklığı arttıkça yükselmektedir. Maleki vd. (2015), fındık sütüne kefir tanelerini farklı konsantrasyonlarda (%2 w/v-%8 w/v), 20°C ile 30°C sıcaklıkta 48 saat inkübe etmişlerdir. Araştırmacılar farklı fermentasyon sıcaklıklarının kefir taneleri ile fermente edilen fındık sütünün toplam fenolik madde miktarını 91.75 ± 3.330 mg GAE/100

mL olduğunu, bununla birlikte farklı sıcaklıklarda TFM değerlerinin değiştiğini saptamışlardır. Çalışmada, fermentasyon sürecinin çalışılan tüm sıcaklıklarda fındık sütü kefirinin TFM değerlerini düşürücü bir etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. En düşük TFM değeri, yaklaşık 48 mg GAE/100 mL'lik bir azalma ile %8'lik bir inokulum boyutu ile fermente edilen fındık sütü kefirinde bulunmuştur. Bunun sebebi olarak fenolik bileşikler etkileyen yüksek kefir tanesi konsantrasyonlarında çok sayıda mikroorganizmanın oluşu gösterilmiştir. Başka bir deyişle kefir örneklerinde mikroorganizma sayısının artması TFM değerinin düşmesine neden olmaktadır.

Satir ve Guzel-Seydim (2015), farklı keçi sütlerine ve inek sütüne %2 kefir tanesi ilave ederek ürettikleri kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarını farklı keçi sütü kefirlerinde 726.08 mg (GAE) L⁻¹ ile 1359.32 mg (GAE) L⁻¹ arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. İnek sütü kefirinin, keçi sütlerinden elde edilen kefiirlere göre daha düşük toplam fenolik madde miktarına sahip olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, beslenme koşullarının ve keçi sütünün farklı ırklardan olması toplam fenolik madde miktarı üzerinde önemli bir etkisi olduğunu göstermektedir. Farklı yetiştirme kombinasyonu, kefirin toplam fenolik içeriğini besin bileşimlerine bağlı olarak etkilemiştir.

4.4.2. Antioksidan aktivite kapasite (%İnhibisyon)

Kefir örneklerine ait antioksidan aktivite kapasite değerleri fındık içeriği arttıkça özellikle de C formülasyonundan sonra artış göstermiştir. Fındık yüksek antioksidan içeriğine sahip olduğu için, fındık sütü oranı arttıkça kefir örneklerinin antioksidan aktivite kapasiteninde artabileceği belirtilmiştir (Atalar, 2019). İnek sütünden üretilen kefir içeceklerinde ilk güne kıyasla depolama boyunca antioksidan aktivite kapasitesi değerlerinde 7., 14. ve 21. günlerde artışlar meydana gelse de depolama sonunda ilk günkü değerlere kıyasla anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p>0.05$). Yılmaz-Ersan vd. (2018) çalışmalarında inek sütü kefir örneklerinde DPPH değerlerinin 21 gün depolama boyunca en yüksek 7. günde gerçekleştiğini gözlemlemişlerdir. Depolamanın 21. gününde, DPPH değerlerinde 7. gün ile karşılaştırıldığında bir azalma olduğu görülmüştür. Bu çalışmada da A örneği antioksidan sonuçları Yılmaz-Ersan vd. (2018) çalışmalarıyla benzerdir. Diğer formülasyonlar için antioksidan aktivite kapasite depolama boyunca artış eğilimi göstermiştir. Depolama boyunca tüm periyotlarda en yüksek antioksidan aktivite kapasite

değeri %100 fındık içeceğinden üretilen kefirlerde gözlemlenmiştir (Çizelge 4.30). Uruç (2022)'nin çalışmasında kayısı çekirdeğinde yer alan fenolik bileşiklerin ve E vitaminin yüksek oluşunun antioksidan aktivite kapasiteyi arttırdığı belirtilmiştir. Fındık da fenolik bileşenler açısından zengin ve yüksek E vitamini (36.6 mg/100g) (Başaran, 2015) değerlerine sahip bir ürün olduğundan kefir benzeri içeceklerde fındık içeceği oranı arttıkça antioksidan aktivite kapasitenin yükselmesi olağan bir sonuç olarak yorumlanabilir. Elde edilen bulgular açısından bu çalışmadaki sonuçlar Atalar (2019) ve Uruç (2022)'nin çalışmalarının sonuçlarıyla benzerdir. Fındık içeceği oranı ve depolama işleminin ana etkilerinin yanı sıra bu faktörlerin etkileşimleri kefir içeceklerinin antioksidan aktivite kapasite değerleri üzerinde önemli etkisi tespit edilmiştir ($p<0.001$) (Çizelge 4.31). Antioksidan aktivite kapasitesi değeri üzerine etki düzeyi (Eta kare) değeri tüm faktörlerde yüksek bulunmuştur. Antioksidan aktivite kapasitesi değerinin pozitif yönde maya sayısı ile negatif yönde ise kuru madde ve pH değerleriyle kuvvetli korelasyonu olduğu tespit edilmiştir ($r>0.70$; $p<0.05$) (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.30. Depolama süresinin kefir örneklerine ait antioksidan aktivite kapasitesi değerleri üzerine etkisi

Antioksidan aktivite kapasitesi (% İnhibisyon)					
Ürün Kodu	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	1.58±0.03 ^{Dc}	1.78±0.01 ^{Cc}	2.39±0.05 ^{Ac}	2.06±0.08 ^{Bd}	1.54±0.06 ^{De}
B	1.12±0.02 ^{Dd}	1.10±0.01 ^{De}	2.37±0.07 ^{Bc}	2.56±0.08 ^{Ac}	2.13±0.01 ^{Cd}
C	1.50±0.01 ^{Ec}	1.59±0.04 ^{Dd}	1.98±0.03 ^{Cd}	2.43±0.04 ^{Bc}	2.62±0.02 ^{Ac}
D	2.19±0.05 ^{Bb}	2.25±0.10 ^{Bb}	3.18±0.04 ^{Ab}	3.18±0.04 ^{Ab}	3.08±0.04 ^{Ab}
E	3.07±0.05 ^{Ca}	3.33±0.04 ^{Ba}	3.51±0.14 ^{Ba}	4.08±0.11 ^{Aa}	4.32±0.12 ^{Aa}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir ($p<0.05$).

Çizelge 4.31. Proses parametrelerinin antioksidan aktivite kapasite değerleri üzerine etkisi

Model	F Değeri	Önem Derecesi	Kısmi Eta Kare
Oran	1567,92	0.001	0.996
Depolama	522,59	0.001	0.988
Oran*Depolama	48,157	0.001	0.969

Atalar (2019), %100 inek sütü (A) ve inek:findık sütünü farklı oranlarda (B: %75:%25, C: %50:%50, D: %25:%75) karıştırdıktan sonra starter kültür ilave ederek fermente ettiği kefir örneklerinde 21 günlük depolama boyunca antioksidan aktivite kapasite değerlerini en düşük A, en yüksek ise D örneğinde olmak üzere %5.11 ile %12.72 aralığında tespit etmiştir. Çalışmamız sonuçlarıyla benzer, fındığın yüksek antioksidan içeriğine sahip olması, fındık sütü oranı arttıkça kefir örneklerinin antioksidan aktivite kapasite de artmıştır. Antioksidan aktivite kapasite C ve D örneklerinde 14. günden sonra azalırken, A ve B örneklerinde ise 21. günden sonra azalmaya başladığı gözlemlenmiştir.

Karaçali (2017), %15 soya sütü ve 2 farklı probiyotik kültür ilavesi ile SK (Süt + kefir kültürü); SSK (Süt + soya sütü + kefir kültürü), SSKLc(Süt + soya sütü + kefir kültürü + *Bifidobacterium lactis*), SSKLg (Süt + soya sütü + kefir kefir kültürü + *Bifidobacterium longum*) olmak üzere ürettiği 4 farklı kefirde antioksidan aktivite kapasitesi DPPH serbest radikal giderme testi ile ölçülmüş ve fermantasyon öncesi %9.45 ile %12.82 aralığından, fermantasyon sonunda %10.84 ile %15.55 aralığına yükseldiğini saptamıştır. Kefir örneklerindeki fermantasyon işlemi antioksidan aktivite kapasiteyi belirgin bir şekilde arttırmıştır. Antioksidan aktivite kapasite değerlerinin SSKLg ve SSKLc örneklerinde probiyotik katılmayan örneklere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Bunun nedeni, probiyotik kültür ilavesinin antioksidan aktivite kapasiteyi artırması olarak belirtilmiştir.

Atık vd. (2021), badem sütü ile soya sütünden ve bu sültere %0.25 ile %0.50 oranlarında *Spirulina Platensis* takviyesi ile ürettikleri kefirlerin antioksidan aktivite kapasite değerlerini %3.38-%12.03 aralığında ölçmüşlerdir. Kefir örneklerine spirulina platensis ilave edilmesinin, DPPH serbest radikal süpürme aktivitelerinde belirgin bir farklılık meydana getirmediği belirlenmiştir.

Akdan vd. (2020), %100 manda sütü (Kontrol) ile diğer süt çeşitlerinin karışımlarından (A: manda-inek, B: manda-koyun, C: manda-keçi; %70-%30 ve D: manda-inek-koyun-keçi; %70-%10-%10-%10 sülterinin karışımı) ürettikleri kefirlerin 28 günlük depolama boyunca antioksidan aktivite kapasitesini %18.07 ile %65.40 arasındaki değerlerde tespit etmişlerdir. Kefir üretiminde kullanılan süt karışımları antioksidan aktivite

kapasiteyi büyük oranda etkilediğini bildirmişlerdir. Depolama boyunca antioksidan aktivite kapasite değerinin B ve D kefir örneklerinde arttığı ancak A kefir örneğinde artışın daha belirgin olduğu, A ve C kefir örneklerinde ise azalma meydana geldiği belirlenmiştir. Kefir örneklerinin antioksidan aktivite kapasite değerlerinin depolama süresi boyunca artış ve azalış göstermesinin nedeni, kefir matriksindeki saprofit mikroorganizmaların rekabetçi bir ortam oluşturarak biyoaktif molekülleri indirgemesi ve bu moleküllerin yapılarını bozmasıdır. Bu süreç, depolama boyunca antioksidan aktivite kapasitesinin değişmesine neden olur. Ayrıca bu çalışmada, kefir kültürü mikrobiyal ekolojisinde laktik asit bakterilerinin bulunması ya da bu bakterilerin destek kültür olarak kullanımı ile bunların hücre içi ve hücre dışı enzimlerinin aktivitesi de üretilen kefirlerin antioksidan aktivite kapasite değerlerini etkilediği belirtilmiştir.

Maleki vd. (2015), fındık sütüne kefir tanelerini farklı konsantrasyonlarda (%2 w/v-%8 w/v), 20°C ile 30°C sıcaklıkta 48 saat inkübe etmişlerdir. Antioksidan aktivite kapasite değeri fındık sütünde %50.47, fermente edilen fındık sütü kefirinde ise %81.65 olarak ölçülmüştür. Bu sonuçlar çalışmamızdaki E formülasyonun antioksidan kapasite değerlerine göre oldukça yüksek bulunmuştur. Antioksidan aktivite kapasitesi değerindeki bu artışın, fındık sütünün fermantasyonu sırasında fenolik bileşenlerin serbest forma geçmesi ve proteoliz ile ilişkili olabileceği düşünülmektedir. 25°C’de fermente edilen fındık sütünün, diğer sıcaklıklarda fermente edilen örneklerle göre daha yüksek antioksidan aktivite kapasitesi değeri (%81.65) gösterdiği belirlenmiştir. Bu sıcaklığın (25°C), antioksidan metabolitlerin oluşumunda yer alan mikroorganizmaların aktiviteleri için daha iyi koşullar sağladığı tespit edilmiştir. Antioksidan aktivite kapasitesi değerinin inkübasyon sıcaklığı ve konsantrasyonunun arasındaki etkileşim sonucunda değişiklik gösterdiği bildirilmiştir.

Bensmira ve Jiang (2015)’in araştırmalarında ise antioksidan aktivite kapasiteyi fermentasyonun etkilediğini belirtilerek, fıstık sütünden elde edilen kefirin antioksidan aktivite kapasitesinin, fıstık sütünün antioksidan aktivite kapasitesinden çok daha yüksek olduğunu tespit etmişlerdir. Fermantasyon sırasında bazı mikroorganizmalar antioksidan aktivite kapasitesine sahip biyoaktif bileşikler (peptitler) ürettikleri için fermentasyondan kaynaklı antioksidan aktivite kapasitesinde artış meydana gelir. Ayrıca, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Leuconostoc* ve *Streptococcus spp* gibi bazı probiyotik bakteriler reaktif

oksijen türlerini temizleyerek ürünlerin antioksidan ve fonksiyonel özelliklerini arttırmıştır (Tu vd., 2019).

Görgün (2022), kestane sütü ile zenginleştirdiği kefir örneklerinin 21 günlük depolama boyunca antioksidan aktivite kapasite değerini en düşük depolamanın 21. gününde GRC%50%50 (%50 rekonstitüe süt+%50 kestane sütü+dane) örneğinde 8.67 mg/100 mL, en yüksek depolamanın 21. gününde SR%100 (% 100 rekonstitüe süt + ticari kültür) örneğinde 24.26 mg/100 mL olarak tespit etmiştir. Kestane sütü oranı azaldıkça antioksidan aktivite kapasite değeri artmıştır. Depolama boyunca kefir örneklerindeki DPPH değerini ortalama olarak 14.46 mg/100 mL ile 14.70 mg/100 mL aralığında ölçmüştür. Kestane sütü ile zenginleştirilmiş kefir örneklerinin DPPH değerlerini, örnek türü ve örnek türü ile depolama süresi arasındaki etkileşim değiştirmiştir.

Uruç vd. (2022), inek ve kayısı çekirdeği sütünün farklı oranlarını (K1: %100 kontrol inek sütü, K2: %75 inek sütü+%25 kayısı çekirdeği sütü, K3: %50 inek sütü+%50, K4: %25 inek sütü+%75 kayısı çekirdeği sütü ve K5: %100 kayısı çekirdeği sütü) karıştırarak ürettiği kefirlerin antioksidan aktivite kapasite değerlerini K1 örneği hariç diğer örneklerde 21 gün depolama süresince arttığını gözlemlemiştir. K1 örneğinde ise depolamanın 7. ve 14. günleri arasında bir azalma olup 21. günde arttığını belirtmiştir. Antioksidan aktivite kapasitesi en yüksek olan örneğin %100 kayısı çekirdeği sütü ile üretilen kefir olduğu saptanmıştır. Bunun nedeni olarak, kayısı çekirdeğinde yer alan fenolik bileşikler, flavanoller, A, C ve E vitaminleri olarak gösterilmiştir. Kayısı çekirdeği yağı, tokoferol açısından zengin olduğu (Turan vd., 2007) ve tokoferolün, fındık (Atalar, 2019), badem (Vanga ve Raghavan, 2018), hindistancevizi (Vanga ve Raghavan, 2018) ve soya fasulyesi (Lim, 2013) gibi diğer bitki bazlı sütlerde bulunduğu için kefirin antioksidan aktivite kapasitesine olumlu katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, kayısı çekirdeğinin yüksek antioksidan etkiye sahip olduğu yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır (Dimitrov vd., 2021).

4.5. Duyusal Özellikler

4.5.1. Tat ve koku puanları

Depolama boyunca duyusal analiz yapmak amacıyla panelistlere daha önceden hazırlanan içecekleri tatmaları ve tat ve kokuya 1'den 5'e (1=Çok Kötü, 2=Kötü, 3=Orta, 4=İyi ve 5=Çok İyi) puan vermeleri istenmiştir. Depolama boyunca tat ve koku puanları Çizelge 4.32'de verilmiştir.

Çizelge 4.32. Depolama süresinin kefir örneklerine ait tat ve koku puanları üzerine etkisi

Ürün Kodu	Tat ve koku puanları				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	3.14+0.90 ^{Ba}	3.13+0.11 ^{Ba}	4.57+0.79 ^{Aa}	4.03+0.23 ^{ABa}	3.85+0.07 ^{ABa}
B	2.33+0.52 ^{Ab}	2.05+0.74 ^{Ab}	2.57+0.79 ^{Aab}	2.75+0.05 ^{Ab}	2.57+0.31 ^{Ab}
C	2.65+0.55 ^{ABb}	3.13+0.13 ^{Aa}	2.52+0.55 ^{Bb}	3.02+1.00 ^{Ab}	2.51+0.51 ^{Bb}
D	3.40+0.89 ^{ABa}	3.10+0.71 ^{Ba}	3.57+0.98 ^{Aa}	3.80+0.45 ^{Aab}	3.67+0.58 ^{Aa}
E	3.33+0.52 ^{Ba}	3.67+0.58 ^{ABa}	4.14+0.91 ^{Aa}	4.60+0.89 ^{Aa}	4.33+0.29 ^{Aa}

*Büyük harfler yatay eksenle farkı ifade ederken küçük harfler dikey eksenle farkı göstermektedir (p<0.05).

Panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde; depolamanın 1. gününde tat ve kokuda en yüksek puan alan A, D, E kefir benzeri içecekler, en az puan alan ise B ve C örnekleri olmuştur. A örneğinde kefir tadı ve kokusunun beklenildiği üzere baskın olması, D ve E içecekleri ise fındık aromasının yoğun olmasından dolayı beğenilmiştir. B ve C örnekleri ise düşük tat puanı almıştır. Tat koku puanları bakımından örneklerin almış oldukları skorlar depolama boyunca dalgalanma göstermiştir. Tüm örneklerde depolamanın ilk gününe kıyasla son gün değerlerinde anlamlı bir fark tespit edilmemiştir (p>0.05). E örneğinde depolamanın sonunda yoğun fındık kokusu ve tadının geldiği panelistler tarafından belirtilmiş, kefir örnekleri arasında en yüksek puanı almıştır.

4.5.2. Yapı-tekstür-kıvam puanları

Depolamanın 1. gününde panelistler kıvamı en çok kefire benzeyen, yoğun ve pürüzsüz olan A örneğini beğenmişlerdir. Fındık ieeğinin kuru maddesi ve kıvamının inek sütünden düşük olmasından dolayı fındık ieeğİ ilave edilmiş tüm örneklerde depolamanın ilk günü A örneğine kıyasla azalma gerçekleşmiştir. Örneklerdeki fındık sütü oranı arttıkça yapı ve tekstür puanlarının azaldığı söylenebilir. Yapı ve tekstür puanı bakımından en yüksek puan alan A örneğinin viskozite değeri 68.00 ± 3.00 mPas iken, en düşük puan alan E örneğinde ise viskozite değeri 8.00 ± 0.10 mPas bulunmuştur. Elde ettiğimiz viskozite sonuçları yapı ve tekstür puanları ile paralellik göstermiştir. Bunun nedeni fındık sütü içeriğinin kuru maddesinin düşük olması düşünülebilir. Çalışmamıza benzer olarak Erol (2020)'in araştırmasında badem, inek sütlerinden ve bu sütlere farklı oranlarda bal ile muz ilave ederek (A: %100 pastörize inek sütü, B: %60 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal+%10 muz, C: %70 badem sütü+%25 pastörize inek sütü+%5 bal, D: %85 badem sütü+%5 bal+%10 muz, E: %95 badem sütü+%5 bal ve F: %100 badem sütü) ürettiğı 6 çeşit kefirde en yüksek yapı ve kıvam puanını A örneğinde, en düşük ise E örneğinde belirlemiştir. Badem sütü oranı arttıkça yapı ve kıvam puanlarının azalmasını badem sütünün içeriğine bağlamıştır. %100 badem sütü içeren örnekte viskozite değerinin 2,04 mPa.S bulunmuşken %100 inek sütü ile üretilen örneklerde ise 7.6 mPa.S bulunmuştur. Viskozitedeki düşüşün duyuşal değerlendirme puanları ile benzerlik gösterdiğini belirtmiştir. Çalışmamızda, depolama boyunca kefir örneklerine ait yapı-tekstür-kıvam puanları Çizelge 4.33'de verilmiştir.

Çizelge 4.33. Depolama süresinin kefir örneklerine ait Yapı-tekstür-kıvam puanları üzerine etkisi

Ürün Kodu	Yapı-tekstür-kıvam puanları				
	Depolama Süresi (Gün)				
	1	7	14	21	28
A	4.14+0.38 ^{ABa}	4.33+0.58 ^{Aa}	4.43+0.79 ^{Aa}	4.14+0.38 ^{ABa}	3.85+0.14 ^{Ba}
B	3.07+0.52 ^{Ac}	3.03+0.05 ^{Ac}	3.14+0.38 ^{Ab}	2.50+0.58 ^{Bb}	3.18+0.24 ^{Aa}
C	3.21+0.76 ^{Bb}	3.55+0.81 ^{Ab}	2.33+0.52 ^{Cc}	2.27+0.78 ^{Cb}	2.33+0.58 ^{Cb}
D	3.05+0.96 ^{ABb}	3.52+0.71 ^{Ab}	3.09+0.69 ^{ABb}	2.80+1.09 ^{Bb}	2.67+0.67 ^{Bb}
E	3.02+0.84 ^{Bc}	3.53+0.71 ^{Bb}	3.71+1.11 ^{Aab}	4.27+1.13 ^{Aa}	3.67+0.43 ^{ABa}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Depolama süresi ilerledikçe A ve B örneklerindeki değişim anlamlı bulunmamıştır (p<0.05). C ve D örneklerinde ise özellikle 7. günden sora yapı-tekstür-kıvam puanları düşüş göstermiştir. E örneğinde ise ilk gün sonuçlarına göre depolama boyunca artış gözlemlenmiş en yüksek beğeni 21. günde elde edilmiştir. Panelistler tarafından D ve E örneklerinin yapısının köpüklü, B ve C örneklerinin ise köpüksüz ve sulu bir yapıda olduğu gözlemlenmiştir. Göcer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca yapı ve kıvam özelliklerinde en yüksek puanı fıstık sütü kefirinin, en düşük puanı ise inek sütü kefirinin aldığını ve tüm kefir örneklerinde depolama boyunca ortalama yapı ve kıvam puanlarının azaldığını gözlemlemişlerdir. Bu azalma, depolama sırasında kefir örneklerinde serum ayrılması değerinin artmasına bağlı olarak gerçekleşmektedir.

4.5.3. Genel beğeni puanları

Yapılan duyusal değerlendirme sonucunda panelistler depolamanın ilk günü en çok A örneğini kefire benzettikleri için beğenmişlerdir. Depolama boyunca C örneği hariç tüm örneklerin genel beğeni puanlarında önemli düzeyde artış meydana gelmiştir (p<0.05).

Depolamanın son gününde en çok beğenilen örneğin fındık aromasının yoğun, markette satışa sunulan meyveli kefirlerle benzetilen E örneği olduğu belirlenmiştir. Depolama boyunca kefir örneklerine ait genel beğeni puanları Çizelge 4.34’de verilmiştir.

Çizelge 4.34. Depolama süresinin kefir örneklerine ait genel beğeni puanları üzerine etkisi

Genel beğeni puanları					
Ürün	Depolama Süresi (Gün)				
Kodu	1	7	14	21	28
A	3.57+0.79 ^{Ba}	3.67+0.58 ^{Aa}	4.43+0.79 ^{Aa}	4.05+0.83 ^{Aa}	3.75+0.04 ^{Aa}
B	2.67+0.52 ^{Cb}	2.67+0.58 ^{Cb}	3.14+0.38 ^{Bb}	3.15+0.50 ^{Bb}	3.24+0.28 ^{Ab}
C	2.80+0.84 ^{Ab}	3.03+0.41 ^{Ab}	2.33+0.52 ^{Bc}	2.67+0.58 ^{ABb}	2.33+0.58 ^{Bb}
D	2.80+0.84 ^{Bb}	3.05+0.11 ^{Bb}	3.14+1.07 ^{ABb}	3.40+0.55 ^{Ab}	3.67+0.58 ^{Aa}
E	2.86+0.90 ^{Cb}	3.33+0.58 ^{BCa}	3.86+0.90 ^{Ba}	4.60+0.89 ^{Aa}	3.83+0.29 ^{Ba}

*Büyük harfler yatay ekseninde farkı ifade ederken küçük harfler dikey ekseninde farkı göstermektedir (p<0.05).

Göcer ve Koptagel (2023), farklı bitkisel sütlerden (badem, yer fıstığı, fındık, ceviz ve kaju) ve inek sütünden ürettikleri kefirlerin 30 günlük depolama boyunca renk ve görünüş açısından en yüksek puanı fındık sütü kefirini alırken, en düşük puanı ise ceviz sütü kefirinin aldığını tespit etmişlerdir. Kefir örneklerinin renk ve görünüş puanlarının depolamanın 15. ve 30. günlerinde düştüğü belirlenmiştir. Kefirlerin tat ve koku özelliklerinde en yüksek puan fındık sütü kefirinde, en düşük puan ise kaju sütü kefirinde saptanmıştır. Depolamanın 15. ve 30. günlerinde tat ve koku puanlarının arttığı bildirilmiştir. Panelistlerin genel beğeni puanlarının en yüksek fındık sütü kefirinde, en düşük kaju sütü kefirinde olduğu belirtilmiştir. Çalışmamızda olduğu gibi kefir benzeri fındık içeceğinin genel beğeni puanı en yüksek olarak tespit edilmiştir. Ayrıca, bu araştırmada tat ve koku ile genel beğeni puanlarının depolama sonunda artmasının nedeni depolama boyunca bitkisel sütlerden elde edilen kefirlerin pH değerlerinde tespit edilen artış ile ilişkilendirilmiştir. Fermente ürünlerin tadı, yapısı, aroması ve stabilitesi pH'a bağlı olarak değişebilmektedir. pH'ın azalması ürünlerde proteinlerin çökmesine neden olarak ürünün stabilitesini etkilemektedir. pH optimum seviyede olduğunda ise ürünün duyu kalitesini iyileştirmekte ve uçucu organik bileşiklerin oluşmasını engelleyerek ürünün aromasını korumaktadır (dos Santos vd., 2019).

Sonuç olarak, bitkisel sütlerden üretilen kefirlerin, inek sütü kefirine göre daha çok tercih edildiği bildirilmiştir.

Cui vd. (2013), ceviz sütüne 30 C ve 12 saat fermantasyon koşullarında, 3 g kefir tanesi ve 8 g/100 mL sakaroz konsantrasyonu ilave ederek ürettikleri kefirde duysal değerlendirme puanının en yüksek olduğunu saptamışlardır. Duysal değerlendirme sonucunda ceviz sütü i e eğinin rengi süt beyazı, tatı ceviz aromalı ve orta derecede tatlı olarak belirtilmiştir. Çalışmamıza benzer şekilde fındık i e eğinin aromasından dolayı genel beğeni puanı yüksek tespit edilmiştir.

Gul vd. (2018), inek ve manda sütüne kefir taneleri ve starter kültür ilave ederek kefir örnekleri üretmişlerdir. Tat ve görünüm puanlarının starter kültür ile üretilen kefirlerde, kefir tanesi ile elde edilen kefiirlere göre daha yüksek olduğunu ve kullanılan süt türünün kefirlerin tadı üzerinde bir etkisinin olmadığını belirlemişlerdir. Ancak, starter kültür ile üretilen inek sütü kefirinin manda sütü kefirine göre yüksek köpük içermesi sebebiyle daha aromatik bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bazı panelistler, manda sütü kefir örneklerinin daha parlak ve kremamsı olduğunu belirlemişlerdir. Araştırmacılar bunun nedeni daha yüksek EPS (ekstrasellüler polimerik madde) ve yağ seviyelerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Panelistler, kefir tanesiyle üretilen inek sütü kefirlerinin diğer kefir örneklerine göre genel kabul edilebilirliğini daha düşük bulup, zayıf viskoziteye sahip olduğunu belirlemişlerdir. Sonuç olarak, manda sütü kefir örnekleri, inek sütü kefir örneklerine kıyasla doku puanları dışında daha iyi duysal özelliklere sahip olmuştur. Bu nedenle, manda sütü depolama sırasında kefirde görülen serum ayrılması sorununu azaltmak için endüstriyel kefir üretiminde kullanılması önerilmiştir. Ancak, bazı panelistler starter kültürle üretilen manda kefirinin çok yoğun bir yapıya sahip olduğunu belirlemişlerdir. Ayrıca, manda sütünün yüksek fiyatı göz önünde bulundurulduğunda, tüketiciler beklentilerini karşılamak ve kefir maliyetlerini düşürmek amacıyla manda sütü ve inek sütü karışımının kullanılması tercih edilebilir.

Elgarhy vd. (2018) yaptıkları araştırmada, inek ve manda sütüne kefir tanesi ve starter kültür ilave ederek ürettikleri kefirlerde 21 gün depolama boyunca duysal analizi gerçekleştirmişlerdir. Duysal  zelliklerin en çok starter kültür ile üretilen inek sütü kefirinde, ardından kefir tanesi ile elde edilen inek sütü kefirinde beğenildiği belirtilmiştir.

Kefir tanesi ile üretilen manda sütü kefirinin ise duyuşal özelliklerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.

Dinkçi vd. (2015), kontrol (%100 inek sütü) ve inek sütüne farklı oranlarda (A: %20, B: %40, C: %60) yulaf sütü ilave ederek dört farklı formülasyonda %3 kefir tanesi inokülasyon oranı ile ürettikleri kefirlerin 21 gün depolama boyunca gerçekleştirdikleri duyuşal analizde en önemli faktörün tat olduğunu bildirmişlerdir. Çalışmamızdan farklı olarak kefir örneklerindeki yulaf sütünün ağızda tahıl tadı bıraktığı ve yulaf sütü oranının %20'nin üzerine çıkması ile tat puanlarını olumsuz etkilediğı belirlenmiştir. Çalışmamızda fındık içeceğine uygulanan yüksek basınç işleminin kumluluk problemini azalttığı tespit edilmiştir.

Bu puanların, depolamanın 14. gününde biraz azaldığı, depolamanın sonunda ise tekrar arttığı ve bu süreçte kefirlerdeki tahıl tadı ve kokusu en çok fark edilen kusur olarak gözlemlenmiştir. Depolamanın sonunda ise bu puanların birbirine çok yakın olduğu saptanmıştır. Depolama süresinin kefir örneklerinin tat puanları üzerinde etkili olmadığı bildirilmiştir. Genel beğeni puanları en yüksek kontrol kefirinde, en düşük ise C örneğinde bulunmuştur. Kefirlerdeki yulaf sütü oranının genel beğenme özelliğini etkilediğı gözlemlenmiştir. Genel beğeni için en önemli faktörlerin tat ve kıvam olduğu tespit edilmiştir. Kefir gibi fermente süt ürünlerinin duyuşal özelliklerini kullanılan süt türü, starter kültür ve depolama süresi etkilemektedir.

Dadkhah vd. (2011), farklı inkübasyon sıcaklıklarında (22°C ve 25°C) ve farklı kefir tanesi oranlarında (%2, %3, %4) soya sütünden ürettikleri kefirlerin aroma, tat, görünüm, yapı, köpürme ve ekşilik gibi duyuşal özelliklerini analiz etmişlerdir. Kefirlerin doku puanı en yüksek %4 kefir tanesi içeren ve inkübasyon sıcaklığı 22°C olan kefirde, en düşük %3 kefir tanesi içeren ve 22 °C'de inkübe edilen örnek ile %2 kefir tanesi kullanılan ve 25 °C'de inkübe edilen örnekte tespit etmişlerdir. Kefir örneklerine uygulanan inkübasyon sıcaklığının duyuşal özellikleri belirgin bir şekilde etkilediğı bildirilmiştir. Kefir örneklerinde en yüksek genel beğeni puanı %4 kefir tanesi içeren ve inkübasyon sıcaklığı 22°C olan kefirde belirlenmiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada soğuk pres işleminden elde edilen yağı azaltılmış fındık küspesinden yüksek basınç homojenizatör cihazı kullanılarak fındık içeceği üretilmiştir. Üretilen içeceklerin farklı konsantrasyonlarda inek sütüyle karıştırılarak kefir starter kültürü ile fermente edilmiştir. Elde edilen kefir ve kefir benzeri ürünler fizikokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik, biyoaktif madde içeriği ve duyusal özellikler bakımından incelenmiştir.

Fındık içeceğinin kuru madde değerinin düşük olması katıldığı formülasyonların kuru madde değerinin düşmesine neden olmuştur. Kuru madde değerlerinin azalmasına paralel örneklerin viskozite, kıvam indeksi değerlerinde de azalmalar belirlenmiştir. Kuru madde değeri azaldıkça serum ayrılması değerlerinde artma meydana gelmiştir.

Kefir örneklerinin formülasyonunda fındık içeceği oranının artması pH değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Depolamanın son gününde ilk günlük sonuçlara kıyasla tüm örneklerde 0.03-0.11 birimlik pH düşüşü meydana gelmiştir. Proses koşullarından fındık içeceği oranı ve depolama sürecinin ana etkilerinin yanı sıra oran*depolama interaksiyonları da kefir içeceklerinin pH değeri üzerinde etkili bulunmuştur ($p<0.05$).

Kefir örneklerinin fındık içeceği içeriğinin artması L^* renk değerlerinde azalmaya yol açmıştır. Tüm depolama periyotlarında inek sütünden üretilen kefir örneklerinin L^* değeri diğer örneklere kıyasla yüksek tespit edilmiştir. Fındık içeriğinin artmasıyla a^* değerlerinde pozitif yönde artış meydana gelmiştir. Fındık içeceği formülasyona dahil edilmesi yeşilliğin azalmasına, kırmızılığın artmasına yol açmıştır. Kefir formülasyonlarında fındık içeceği oranının ilavesi b^* değerinin azalmasına yol açmıştır. b^* değerinin azalması sarılık görünümünün azaldığı mavilik değerinin arttığını göstermektedir.

Fındık içeceği oranının artması ilk gün *Lactococci*, *Lactobacillus* ve TAMB sayım sonuçlarında azalmaya yol açmıştır. Depolama boyunca *Lactococci* sayıları kefir örneklerinde azalma eğilimi göstermiştir. Fındık içeceği içeriğinin artması depolama boyunca azalma oranını azaltmış, canlılık bakımından inek sütünden yapılan kefir

örneklerine kıyasla olumlu etki meydana gelmiştir. Fındık içeceği oranının artması maya gelişiminde olumlu etki meydana gelmiş, depolama boyunca inek sütüne kıyasla önemli artış meydana gelmiştir ($p<0.05$). *Lactococci*, *Lactobacillus* ve TAMB sayıları gelişimleri birbirleri arasında pozitif korelasyon, maya sayısı ile negatif korelasyon göstermiştir.

Kefir örneklerine ait ilk gün ölçülen viskozite ve kıvam indeksi değerlerinde, fındık içeceği oranının artması kuru madde içeriğinin azalmasına yol açtığından ötürü azalma meydana gelmiştir. Viskozite değerleri kıvam indeksi değerleriyle pozitif yönde kuvvetli korelasyon göstermiştir. Ayrıca kuru madde, pH ile orta düzeyde pozitif, serum ayrılması, değerleriyle orta düzeyde negatif anlamlı korelasyon göstermiştir.

Kefir örneklerine ait serum ayrılma değerleri fındık içeceği oranı arttıkça artış göstermiştir. Çalışmada serum ayrılmasının azaltılması amacıyla transglutaminaz enzimi %0.15 oranında ilave edilmiş, ancak faz ayrımı inek sütünden yapılan A formülasyonuna göre yüksek tespit edilmiştir. Depolamanın sonunda elde edilen serum ayrılması değerlerine göre transglutaminaz enzimi fındık içeceğinden elde edilen örneklerle kıyasla özellikle %25 fındık içeceği: %75 inek sütü ve %50 fındık içeceği: %50 inek sütü formülasyonlarında iyileşmeye yol açmıştır.

Kefir içeceklerine ait toplam fenolik içeriği fındık içeceği içeriği arttıkça inek sütünden üretilen kefir örneklerine kıyasla artış göstermiştir. %75 fındık içeceği: %25 inek sütü ve %100 fındık içeceğinde meydana gelen azalmanın kuru maddeye bağlı olacağı düşünülmektedir. Depolama boyunca 7., 14. ve 21. günler boyunca toplam fenolik madde miktarında artış meydana gelmişken 28. günkü depolama sürecinde azalmalar meydana gelmiştir. Antioksidan aktivite kapasitesi değeri ise inek sütünden üretilen kefir örnekleri hariç tüm örneklerde depolama boyunca artış eğilimi göstermiştir. Depolama boyunca tüm periyotlarda en yüksek antioksidan aktivite kapasitesi değeri %100 fındık içeceğinden üretilen kefirlerde belirlenmiştir.

%100 inek sütü örneğinde kefir tadı ve kokusunun beklenildiği üzere baskın olması, 75 fındık içeceği: %25 inek sütü ve %100 fındık içeceğinden üretilenlerde ise fındık aromasının yoğun olmasından dolayı tat, koku ve aroma yönünden yüksek puanlar almıştır. Depolamanın 1. gününde panelistler kıvamı en çok kefire benzeyen, yoğun ve pürüzsüz olan

%100 inek sütü örneğini beğenmişlerdir. Kıvamın süt gibi ve sulu bir yapıda olmasından dolayı %75 fındık ieeği: %25 inek sütü ve %100 fındık ieeği örnekleri düşük puan almıştır. Genel beğeni puanları bakımından depolamanın son gününde en çok beğenilen örneğin fındık aromasının yoğun, markette satışa sunulan meyveli kefirle benzeten %100 fındık ieeği rneği olduğu belirlenmiştir.

Çalışmada kefir benzeri içecekler için fındık ieeği ikame oranı ve depolama periyodunun etkisi araştırılmıştır. Bu faktörlerin kefir benzeri içeceklerin mikrobiyolojik, fizikokimyasal, biyoaktif, reolojik özellikleri üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak fındık ieeğinin farklı konsantrasyonlarda inek sütü karışımlarının potansiyel olarak hibrit özellikte kefir benzeri ürünler üretilmesinde kullanılabileceği belirlenmiştir. Düşük kuru maddeli içeceklerin göstermiş olduğu zayıf viskozite ve kıvam özelliklerine yönelik stabilizatör kullanımı tavsiye edilmektedir.

Süt teknolojisi alanında fonksiyonel özellikte inovatif fermente süt benzeri ürünlerin üretilmesi, daha sağlıklı diyetlere yönelmek isteyen tüketiciler için iyi bir alternatif olacağı düşünülmektedir. Dünya’da en çok ülkemizde üretilen fındığın atık ürünü olan kspeden yararlanılarak üretilecek içeceklerin maliyeti düşük, katma değeri yüksek bir ürün haline dönüştürülmesi hem üretici hem de gıda endüstrisi açısından olumlu etki yaratacaktır.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Abadl, M. M. T., Mohsin, A. Z., Sulaiman, R., Abas, F., Muhialdin, B. J., & Hussin, A. S. M. (2022). *Biological Activities And Physiochemical Properties Of Low-Fat And High-Fat Coconut-Based Kefir*. International Journal of Gastronomy and Food Science, 30, 100624. <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2022.100624>
- Abdolmaleki, F., Mazaheri Assadi, M., & Akbarirad, H. (2015). *Assessment of beverages made from milk, soya milk and whey using Iranian kefir starter culture*. International Journal of Dairy Technology, 68(3), 441-447. <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12197>
- Abdullah, N., Wahab, N., Saruan, N., Matias-Peralta, H. M., Xavier, N. R., Muhammad, N., & Bakar, M. F. A. (2018). *Effect of Replacing Coconut Milk with Almond Milk in Spicy Coconut Gravy on Its Sensorial, Nutritional and Physical Properties*. Materials Today: Proceedings, 5(10, Part 2), 21919–21925.
- Aboulfazli, F., Bakr Shori, A., & Baba, A. S. (2016). *Effects of the replacement of cow milk with vegetable milk on probiotics and nutritional profile of fermented ice cream*. LWT-Food Science and Technology, 70, 261–270. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.02.056>
- Acar, C. (2023). Kahveli kefirin kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerin belirlenmesi [Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü] YÖK Ulusal Tez Merkezi: <https://hdl.handle.net/20.500.12451/11360>
- Agarbatı, A., Ciani, M., Canonico, L., Galli, E., & Comitini, F. (2021). *Exploitation Of Yeasts With Probiotic Traits For Kefir Production: Effectiveness Of The Microbial Consortium*. Fermentation, 8(1), 9. <https://doi.org/10.3390/fermentation8010009>
- 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. <https://doi.org/10.1080/10408398.2010.540360>
- Akbari, M., Razavi, S. H., & Kieliszek, M. (2021). *Recent Advances in Microbial Transglutaminase Biosynthesis And Its Application in The Food Industry*. Trends in Food Science & Technology, 110, 458-469. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.02.036>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Akdan, C., Kınık, Ö., & İçier, F. (2020). *Manda sütü ve diğer süt karışımlarıyla üretilen kefirlerin bazı özelliklerinin belirlenmesi*. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 39-50. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.775279>
- Alasalvar, C., & Bolling, B. W. (2015). Review Of Nut Phytochemicals, Fat-Soluble Bioactives, Antioxidant Components And Health Effects. *British Journal of Nutrition*, 113(S2), 68–78. <https://doi.org/10.1017/S0007114514003729>
- Alasalvar, C., Shahidi, F., Liyanapathirana, C. M., & Ohshima, T. (2003). *Turkish Tombul Hazelnut (Corylus Avellana L.). 1. Compositional Characteristics*. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(13), 3790-3796.
- Alipour, A., Rahaiee, S., Litkahi, H. R., Jamali, S. N., & Jafari, S. M. (2023). *Development And Optimization Of Whey Protein-Lepidium Perfoliatum Gum Packaging Films: An Approach Towards Antimicrobial And Biodegradable Films*. *Industrial Crops and Products*, 196, 116447. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.116447>
- Alozie, Yetunde, E., & Udofia, U. S. (2015). *Nutritional and Sensory Properties of Almond (Prunus Amygdalus Var Dulcis) Seed Milk*. *World Journal of Dairy & Food Sciences*, 10(2), 117–121.
- Alraddadi, F. A. J. (2024). *Understanding Kefir Production*. [Doctoral dissertation, University of Tasmania]
- Altay, F., Karbancıoğlu-Güler, F., Daskaya-Dikmen, C., & Heperkan, D. (2013). *A Review On Traditional Turkish Fermented Non-Alcoholic Beverages: Microbiota, Fermentation Process And Quality Characteristics*. *International Journal Of Food Microbiology*, 167(1), 44-56. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2013.06.016>
- Apalowo, O. E., Adegoye, G. A., Mbogori, T., Kandiah, J., & Obuotor, T. M. (2024). *Nutritional Characteristics, Health Impact, and Applications of Kefir*. *Foods*, 13(7), 1026. <https://doi.org/10.3390/foods13071026>
- Apar, D. K., Demirhan, E., Özel, B., & Özbek, B. (2017). *Kefir Grain Biomass Production: Influence Of Different Culturing Conditions And Examination Of Growth Kinetic Models*. *Journal of food process engineering*, 40(1), e12332. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12332>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ariyoshi, R., Matsuzaki, T., Sato, R., Minamihata, K., Hayashi, K., Koga, T., ... & Kamiya, N. (2024). *Engineering the Propeptide of Microbial Transglutaminase Zymogen: Enabling Substrate-Dependent Activation for Bioconjugation Applications*. *Bioconjugate Chemistry*.
<https://doi.org/10.1021/acs.bioconjchem.3c00544>
- Arslan, A. A. (2015). *Üretim parametrelerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri üzerine etkisi ile üretilen kefirlerin peptid profilinin belirlenmesi*. [Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=W_X9QAQCxe050I4-rPPhYQ&no=OHG_DZWF3khWY8AJMLAA5w
- Arslan, A. S. (2019). *Kefir üretiminde β -glukan ve transglutaminaz enzimi kullanımının ürün kalitesi üzerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi,
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=UFFwJLOddbaTpz0Z-njp8A&no=2pGusi3kQPcDmYee6Ai55Q>
- Arslan, S. (2015). *A Review: Chemical, Microbiological And Nutritional Characteristics Of Kefir*. *CyTA-Journal of Food*, 13(3), 340-345.
<https://doi.org/10.1080/19476337.2014.981588>
- Arslan, S. (2018). *Peanut milk production by the microfluidization, physicochemical, textural and rheological properties of peanut milk products; yoghurt and kefir* [Yüksek Lisans Tezi, Orta Doğu Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi:
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=50uxSTFGEmO6e-lBrZqY9A&no=pNCv0tY4ecgiHIWgQr4E_g
- Aşçı Arslan, A. (2015). *Üretim Parametrelerinin Kefirin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Ve Duyuşsal Özellikleri Üzerine Etkisi İle Üretilen Kefirlerin Peptid Profilinin Belirlenmesi*. [Doktora Tezi, Akdeniz Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Atalar, I. (2019). *Functional Kefir Production from High Pressure Homogenized Hazelnut Milk*. *Lwt*, 107, 256-263. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.03.013>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Atalar, İ. (2012). *Kurutulmuş kefir üretimi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=S6S9XbslligyEVID_WRSbQ&no=O9KMJukuenduT4lHp1mVrQ
- Atik, D. S., Gürbüz, B., Bölük, E., & Palabıyık, İ. (2021). *Development Of Vegan Kefir Fortified With Spirulina Platensis*. Food Bioscience, 42, 101050.
- Aysu, S., Akıl, F., Çevik, E., Kılıç, M. E., & İlyasoğlu, H. (2022). *Development of Homemade Hazelnut Milk-Based Beverage*. J Culinary Sci Technol, 20(5), 421-429.
- Başaran, E. (2015). *Fındıkta uygulanan ultrases ön işleminin fındık yağı verimine ve kalitesine etkisi* [Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi: <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=znYp1F2ZLFrJviAaPggPgW&no=NwfjObDc17E4mIh1WAI-mw>
- Baú, T. R., Garcia, S. & Ida, E. I., (2014). *Evaluation of a Functional Soy Product with Addition of Soy Fiber and Fermented With Probiotic Kefir Culture*. Brazilian Archives of Biology and Technology, 57(3), 402–409.
- Bekiş, P., & Can, Ö. P. (2021). *Peynir Altı Suyunun Kefirde Kullanım Olanakları*. International Journal of Innovative Engineering Applications, 5(1), 49-55.
- Bensmira, M. & Jiang, B (2012). *Effect of Some Operating Variables on the Microstructure and Physical Properties of a Novel Kefir Formulation*. Journal of Food Engineering, 108: 579-584.
- Bensmira, M., & Jiang, B. (2015). *Total Phenolic Compounds And Antioxidant Activity Of A Novel Peanut Based Kefir*. Food Science and Biotechnology, 24, 1055-1060.
- Bernat, N., Cha'fer, M., Chiralt, A. & Gonza'lez-Martí'nez C. (2014) *Development Of A Non-Dairy Probiotic Fermented Product Based On Almond Milk And Inulin*. Food Sci Technol Int. <https://doi.org/10.1177/1082013214543705>
- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A. & González Martínez, C. (2015). *Development Of A Non-Dairy Probiotic Fermented Product Based On Almond Milk And Inulin*. Food Science and Technology International, 21(6), 440-453. <https://doi.org/10.1177/108201321454370>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Bernat, N., Cháfer, M., Chiralt, A., & González-Martínez, C. (2014). *Hazelnut Milk Fermentation Using Probiotic Lactobacillus Rhamnosus GG And Inulin*. International Journal Of Food Science & Technology, 49(12), 2553-2562.
- Beshkova, D. M., Simova, E. D., Simov, Z. I., Frengova, G. I., & Spasov, Z. N. (2002). *Pure Cultures For Making Kefir*. Food Microbiology, 19(5), 537-544.
- 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: 529-535.
- Bohamid, A., Jooyandeh, H., Alizadeh Behbahani, B. & Barzegar, H. (2023). *Impact of Transglutaminase Enzyme and Carrageenan Gum on Physicochemical, Color and Total Acceptability of Low Fat Ultra filtrated Cheese*. Food Processing and Preservation Journal, 15(2), 1-16.
- Bolarinwa, I. F., Aruna, T. E., Adejuyitan, J. A., Akintayo, O. A. ve Lawal, O. K. (2018). *Soya-Ceviz Sütli İçeceklerin Geliştirilmesi Ve Kalite Değerlendirmesi*. Uluslararası Gıda Araştırmaları Dergisi, 25(5), 2033-2041.
- Bourrie, B. C., Ju, T., Fohse, J. M., Forgie, A. J., Sergi, C., Cotter, P. D., & Willing, B. P. (2021). *Kefir Microbial Composition Is A Deciding Factor In The Physiological Impact Of Kefir In A Mouse Model Of Obesity*. British Journal of Nutrition, 125(2), 129-138.
- Buran, İ. (2020). *Probiyotik ve Prebiyotiklerin Sinbiyotik Kullanımının İnekve Keçi Sütünden Üretilen Kefirlerin Kalite Özellikleriüzerine Etkisi*.
- Buran, İ., Akal, C., Ozturkoglu-Budak, S., and Yetisemiyen, A. (2021). *Rheological, Sensorial And Volatile Profiles Of Synbiotic Kefirs Produced From Cow And Goat Milk Containing Varied Probiotics In Combination With Fructooligosaccharide*. LWT-Food Science and Technology, 148, 111591.
- Ceren Akal, H. (2023). *Transglutaminase induced whey cheese production: impact of different ratios on yield, texture, and sensory properties*. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka, 73(4), 225-237.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Cetinkaya, F., ve Elal, M. T. (2012). *Determination Of Microbiological And Chemical Characteristics Of Kefir Consumed in Bursa*. Ankara Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 59(3), 217-221.
- Ceylan, B. (2023). *Farklı bitkisel sütlerden probiyotik kefir üretimi* [Yüksek Lisans Tezi, Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=nLNfCsWgUluh5T2iyudShvERoZONl5kS98WLgiPtbusoh3vC3p0zQDSIXO9SR-GU>
- Chen, C. C., Kao, M. C., Chen, C. J., Jao, C. H., & Hsieh, J. F. (2023). *Improvement Of Enzymatic Cross-Linking Of Ovalbumin And Ovotransferrin Induced By Transglutaminase With Heat And Reducing Agent Pretreatment*. Food Chemistry, 409, 135281.
- Collar, C. (1996). *Biochemical And Technological Assessment Of The Metabolism Of Pure And Mixed Cultures Of Yeast And Lactic Acid Bacteria in Breadmaking Applications*. Food Science and Technology International, 2(6), 349-367.
- Cui, N., Wang, G., Ma, Q., Zhao, T., Li, R., Liang, L. (2020). *Effect Of Cold-Pressed On Fatty Acid Profile, Bioactive Compounds And Oil Oxidation Of Hazelnut During Oxidation Process*. LWT-Food Science And Technology, 129, 109552.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109552>
- Cui, X. H., Chen, S. J., Wang, Y., & Han, J. R. (2013). *Fermentation Conditions Of Walnut Milk Beverage inoculated With Kefir Grains*. LWT-Food Science and Technology, 50(1), 349-352.
- Cui, Y., Jing, C., Yue, Y., Ning, M., Chen, H., Yuan, Y., & Yue, T. (2024). *Kefir Ameliorates Alcohol-Induced Liver Injury Through Modulating Gut Microbiota and Fecal Bile Acid Profile in Mice*. Molecular Nutrition & Food Research, 68(1), 2300301.
- Culbertson, J.D. (2006). *Food Protein Functionality* In: YH Hui (Editor in chief) Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, CRC Press, Chapter 7, Boca Raton.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Çakal, M. (2005). *Fındıklarda bazı kırılma özelliklerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma* [Yüksek Lisans Tezi Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=kAKfrZs3Meakiidb_5uOJw&no=9DlYrqIGHAL7Z7j-JVnt0Q
- Dadkhah S, Pourahmad R, Assadi MM ve Moghimi A (2011). *Kefir production from soymilk*. Annals of Biological Research, 2(6), 293-299. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/291034511_Kefir_production_from_soymilk
- Dağyıldız, K. (2015). *Soya sütü ve inek sütü karışımı kullanılarak yapılan kefirlerin fizikokimyasal mikrobiyal ve duyuşal özellikleri üzerine transglutaminaz enziminin etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
- Darnay, L., Tóth, A., Csehi, B., Szepessy, A., Horváth, M., Pásztor-Huszár, K., & Laczay, P. (2021). *The Effect Of Microbial Transglutaminase On The Viscosity And Protein Network Of Kefir Made From Cow, Goat, Or Donkey Milk*. Fermentation, 7(4), 214.
- 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., Petridis, D., Akakiadou, P., & Chrysalidou, S. (2014). *Effect Of Protein Supplementation, Fat Globule Size And Storage Time On The Rheological And Sensory Properties Of Buffalo Milk Stirred Yogurt*. Journal of food research, 3(5), 31.
- Dinç, A. (2008). *Kefirin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özelliklerinin belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü], YÖK Ulusal Tez Merkezi,
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=01rkHq4kYEtgacs4TeiQ8g&no=71x9r0deXtF7e4T9PAFwWQ>
- Dinkçi, N., Kesenkaş, H., Korel, F. & Kınık, Ö (2015). *An Innovative Approach: Cow/Oat Milk Based Kefir*. Mljekarstvo: časopis za unaprjeđenje proizvodnje i prerade mlijeka, 65(3), 177-186. Erişim Adresi: https://www.researchgate.net/publication/292401032_An_innovative_approach_cow_oat_milk_based_kefir

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Duran, F. E. (2020). *Kefir danesine özgü bazı bakterilerden ve daneden üretilen ürünlerin aroma bileşenlerinin belirlenmesi*. [Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
- Elgarhy, M. R., Omar, M. M., Abou Ayana, I. A. A. & Khalifa, S. A. (2018). *Kefir Production from Cow's and Buffalo's Milk Under*. Zagazig Journal of Agricultural Research, 45(1), 227–238.
- Er, M. (2014). *Ultrasonik yöntemlerle ekstrakte edilen yaban mersininin biyoaktif özellikleri ve kefir üretiminde kullanımı* [Yüksek Lisans Tezi., Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=vhM1M7GqbndNJHE5ZyT3Ag&no=i0NL6g6XQKar8OjILe0vhg>
- Erdoğan, F.S. (2016). *Doğal kefir danesinden üretilen kefirin in vivo fekal mikrobiyota ve bazı sağlık üzerindeki etkilerinin belirlenmesi*. [Süleyman Demirel Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi].
- Ergin, F., Öz, G., Özmen, Ü., Erdal, Ş., Çavana, E., & Küçükçetin, A. (2017). *Sütün Homojenizasyonunun Kefirin Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Etkisi*. Akademik Gıda, 15(4), 368-376.
- Ermış, E., Güneş, R., Zent, İ., Çağlar, M. Y., & Yılmaz, M. T. (2018). *Characterization Of Hazelnut Milk Fermented By Lactobacillus Delbrueckii Subsp. Bulgaricus And Streptococcus Thermophilus*. Gıda, 43(4), 677-686.
- Erol, H. (2020). *Badem sütünden ballı ve muzlu kefir üretimi*. [Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=0XOCksu1I_0IKMX6HmvfNA&no=Sd3vN5ReSmX7WH_c0VmsEA
- Ersan, L. Y., & Topçuoğlu, E. (2019). *Badem Sütü ile Zenginleştirilmiş Probiyotik Yoğurtların Mikrobiyolojik Ve Bazı Fiziko-Kimyasal Özellikleri*. Bursa Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 33(2), 321-339.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ersöz, D. (2019). *Fındık sütünden muhallebi üretimi ve bazı özelliklerinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=1BodaSmsd5GamMvBTW10Pw&no=NPf0p7t6ICp9ZvxNBQGKkg>
- Ertekin, B. (2008). *Yağ ikame maddeleri kullanımının kefir kalite kriterleri üzerine etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=z2YtygpYke8ZvWOMPC8RzA&no=rzy7WMZxO9ZnE1iR1BXGfQ>
- Eveleigh, E. R., Coneyworth, L. J., Avery, A., & Welham, S. J. (2020). *Vegans, Vegetarians, And Omnivores: How Does Dietary Choice Influence Iodine Intake? A Systematic Review*. *Nutrients*, 12(6), 1606
- Farag, M. A., Jomaa, S. A., El-Wahed, A., R El-Seedi, H., (2020). *The Many Faces of Kefir Fermented Dairy Products: Quality Characteristics, Flavour Chemistry, Nutritional Value, Health Benefits, and Safety*. *Nutrients*, 12(2), 346.
- Farnworth, E. R. T. (2008). *Handbook Of Fermented Functional Foods*. CRC press.
- Fernandes, A. B. C., Marcolino, V. A., Silva, C., Barao, C. E., & Pimentel, T. C. (2021). *Potentially Synbiotic Fermented Beverages Processed With Water-Soluble Extract Of Baru Almond*. *Food Bioscience*, 42, Article 101200. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2021.101200>
- Fiorda, F. A., de Melo Pereira, G. V., Thomaz-Soccol, V., Rakshit, S. K., Pagnoncelli, M. G. B., de Souza Vandenberghe, L. P., & Soccol, C. R. (2017). *Şekerli Kefir Fermantasyonunun Mikrobiyolojik, Biyokimyasal Ve Fonksiyonel Yönleri-Bir İnceleme*. *Gıda Mikrobiyolojisi*, 66, 86-95.
- Fontán, M. C. G., Martínez, S., Franco, I., & Carballo, J. (2006). *Microbiological And Chemical Changes During The Manufacture Of Kefir Made From Cows' Milk, Using A Commercial Starter Culture*. *International Dairy Journal*, 16(7), 762-767.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Francisquini, J. D. A., Cunha, C. N., Diaz, C. C. M., Barbosa, L. R., Altivo, R., Alves, N. M. G., ... & Perrone, I. T. (2024). *The Effect Of Transglutaminase On The Characterization Of Lactose-Free Skimmed Milk Powder*. *European Food Research and Technology*, 1-15.
- Gamba, R. R., Yamamoto, S., Abdel-Hamid, M., Sasaki, T., Michihata, T., Koyanagi, T., & Enomoto, T. (2020). *Chemical, microbiological, and functional characterization of kefir produced from cow's milk and soy milk*. *International Journal of Microbiology*, 2020(1), 7019286.
- Ganesh, S., Ningtyas, D. W., & Prakash, S. (2022). *Investigating The Functionality Of Enzymatically (Transglutaminase And Alcalase) Treated Almond Protein Isolate*. *Food Bioscience*, 49, 101914.
- Gantumur, M. A., Hussain, M., Li, J., Hui, M., Bai, X., Sukhbaatar, N., ... & Jiang, Z. (2023). *Modification Of Fermented Whey Protein Concentrates: Impact Of Sequential Ultrasound And Tgase Cross-Linking*. *Food Research International*, 163, 112158.
- Gao, Y., Cui, N., Liu, J., Ma, Q., Zhao, T., Yang, Z., Zhao, H., Zhang, B., Liang, L. (2022). *Application Of Metabolomics To Explore The Automatic Oxidation Process Of Hazelnut Oil*. *Food Research International*, 162, 111888.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111888>
- Garrote, G.L., Abraham, A.G., De Antoni, G.L. (1997). *Preservation Of Kefir Grains, A Comparative Study*. *Lebensm.-Wiss.-Technol.*, 30, 77-84.
- Gauche, C., Tomazi, T., Barreto, P. L. M., Ogliari, P. J., & Bordignon-Luiz, M. T. (2009). *Physical Properties Of Yoghurt Manufactured With Milk Whey And Transglutaminase*. *LWT-Food Science and Technology*, 42(1), 239-243.
- Gocer, E. M. C., & Koptagel, E. (2023). *Production And Evaluation Of Microbiological & Rheological Characteristics Of Kefir Beverages Made From Nuts*. *Food Bioscience*, 52, 102367.
- Gocer, E. M. C., & Koptagel, E. (2023). *Production Of Milks And Kefir Beverages From Nuts And Certain Physicochemical Analysis*. *Food Chemistry*, 402, 134252.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Göçer, E. M. Ç., & Koptagel, E. (2023). *Farklı Yağlı Tohumlardan Elde Edilen Bitkisel Sütlerden Üretilen Kefirlerin Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikleri*. Gıda, 48(1), 227-241.
- Grønnevik, H., Falstad, M., & Narvhus, J. A. (2011). *Microbiological And Chemical Properties Of Norwegian Kefir During Storage*. International Dairy Journal, 21(9), 601-606.
- Gul, O., Atalar, I., Mortas, M., & Dervisoglu, M. (2018). *Rheological, Textural, Colour And Sensorial Properties Of Kefir Produced With Buffalo Milk Using Kefir Grains And Starter Culture: A Comparison With Cows' Milk Kefir*. International Journal of Dairy Technology, 71, 73-80.
- Gul, O., Atalar, I., Saricaoglu, F. T., Yazici, F. (2018). *Effect Of Multi-Pass High Pressure Homogenization On Physicochemical Properties Of Hazelnut Milk From Hazelnut Cake: An Investigation By Response Surface Methodology*. Journal of Food Processing and Preservation, 42(5), 13615. <https://doi.org/10.1111/jfpp.13615>
- Gul, O., Saricaoglu, F. T., Mortas, M., Atalar, I. & Yazici, F. (2017). *Effect Of High Pressure Homogenization (HPH) On Microstructure And Rheological Properties Of Hazelnut Milk*. Innovative Food Science and Emerging Technologies, 41, 411-420. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2017.05.002>
- Gupta, V. K., Rajendraprasad, S., Ozkan, M., Ramachandran, D., Ahmad, S., Bakken, J. S., ... & Karnatovskaia, L. V. (2024). *Safety, Feasibility, And Impact On The Gut Microbiome Of Kefir Administration In Critically Ill Adults*. BMC medicine, 22(1), 80.
- Guzel-Seydim, Z. B., Gökırmaklı, Ç., & Greene, A. K. (2021). *A Comparison Of Milk Kefir And Water Kefir: Physical, Chemical, Microbiological And Functional Properties*. Trends in Food Science & Technology, 113, 42-53.
- Güler Şener, L. (2012). *Beyaz peynir üretiminde transglutaminaz enzimi kullanım olanakları*. [Yüksek Lisans Tezi, Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Gülsoy, E., Şimşek, M., & Çevik, C. (2019). *Determination of Fruit Quality Traits in Some Hazelnut Cultivars Grown at Different Altitudes and Locations in Ordu Province*. Uluslararası Tarım ve Yaban Hayatı Bilimleri Dergisi, 25–30.
<https://doi.org/10.24180/ijaws.506932>
- Güner, K.Ö. (2017). *Fındık hammaddesinden püskürtmeli kurutma ve dondurarak kurutma yöntemleri ile fındık sütü tozu eldesi ve karakterizasyonu*. [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Sabahattin Zaim Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=Bmew1B3SnLDjWxXDO6rZkg&no=Zjr3tykXT-X-QfeQmTbjnA>
- Gürsoy, O., Kocatürk, K., Güler-Dal, H. Ö., Yakalı, H. N., Yılmaz, Y., (2020). *Physicochemical and Rheological Properties of Commercial Kefir Drinks*. Akademik Gıda, 18(4), 375–81.
- Güzel Seydim Z. B. & Kök Taş T. (2018). Kefir: Mikrobiyolojik, Teknolojik Özellikleri
- Güzel Seydim, Z., B. & Kök Taş, Z. (2019). Kefir, R. E. Anlı, P. Şanlıbaba İçinde, *Fermente Gıdalar* (233-249) Ankara: Nobel.
- Güzel-Seydim, Z. B., Seydim, A. C., Greene, A. K., & Bodine, A. B. (2000). *Determination Of Organic Acids And Volatile Flavor Substances in Kefir During Fermentation*. Journal of Food composition and Analysis, 13(1), 35-43.
- Güzel-Seydim, Z., Seydim, A., Özer, B., & Kök-Taş, T. (2013). *Effects Of Different Fermentation Parameters On Quality Characteristics Of Kefir*. American Dairy Science Association, 96(2), 780-789. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5753>
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim A.C., Grene, A.K., and Bodine, A.B. (2000a). *Determanition Of Organic Acids And Volatile Flavur Substances in Kefir During Fermentation*. J. Vet. Med. B50:412-416.
- Hati, S., Vij, S., Mandal, S., Malik, R. K., Kumari, V. & Khetra, Y. (2014). *A Galactosidase Activity And Oligosaccharides Utilization By Lactobacilli During Fermentation Of Soy Milk*. Journal of Food Processing and Preservation 38 1065–1071.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- He, A., & Xu, B. (2024). *High-Pressure Homogenisation Improves Food Quality Of Plant-Based Milk Alternatives*. International Journal of Food Science & Technology, 59(1), 399-407.
- Hidayat, E., Irhas, M., & Sidiq, F. (2015). *Analysis Of Proximate And Protein Profile Of Kefir From Fermented Goat And Cow Milk*. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education, 7(2).
- Hikmetoglu, M., Sogut, E., Sogut, O., Gokirmakli, C., & Guzel-Seydim, Z. B. (2020). *Changes in Carbohydrate Profile in Kefir Fermentation*. Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre, 23, 100220.
- Ilyasoglu, H., & Yilmaz, F. (2019). *Preliminary investigation of yoghurt enriched with hazelnut milk*. International Food Research Journal.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibanez, F.C. (2005). *Microbiological, Physicochemical And Sensory Characteristics Of Kefir During Storage*. Food Chem., 90: 613-620.
- İnal, T. 1990. *Süt ve Süt Ürünleri Teknolojisi*. Final Ofset, İstanbul.
- Jing, S. Q. (2006). *Study On The Fermented Beverage Of Walnut By Lactic Acid Bacteria*. Food and Fermentation Industries, 32(7), 157e159.
- Kahraman, C. (2011). *Production of kefir from bovine and oat milk mixture*. [Yüksek Lisans Tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=r9JNMNcz9kU5bkcpVwG48Q&no=VpIaXNeMv7tMvXPXIh0snQ>
- Kalkan, S., & Balpetek Külcü, D. (2022). *Comparing the Quality Properties of Cow Milk and Hazelnut Milk Fermented by Viili Yogurt Culture*. Journal of Culinary Science & Technology, 1-17.
- Karabıyıklı, Ş., & Daştan, S. (2016). *Geleneksel Ve Fonksiyonel Bir Gıda Olan Kefirin Mikrobiyolojik Profili*. Journal of Agricultural Faculty of Gaziosmanpaşa University (JAFAG), 33(1), 75-83.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Karaçali, R. (2017). *Soya sütü ve probiyotik kültür ilaveli kefir üretimi*. [Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=t3ZMyR6Oih4FDONmKF D7pA&no=oziWAKRC3zPOSmUbV0Thxw>
- Kavak, D., & Kılıçer, A. (2023). *Fen ve Mühendislik Bilimleri Araştırmaları*. Livre de Lyon.
- Kavas, G. (2015). *Deve (Camelus Dromedarius) Sütü Ve Sütünden Üretilen Kefirler: Bazı Kimyasal Ve Mikrobiyal Özelliklerin Karşılaştırılması*. İtalyan Gıda Bilimi Dergisi, 27(3), 357-365.
- Kayeye, T. N. (2023). *Particle size and stability of plant-based milks-insights from various analytical techniques* [Doctoral dissertation, Macquarie University].
<https://doi.org/10.25949/23974518.v1>
- Kazankaya, A., Balta, M. F., Yörük, I. H., Balta, F., & Battal, P. İ. (2008). *Analysis Of Sugar Composition In Nut Crops*. Asian Journal of Chemistry, 20(2), 1519.
- Kef, S. (2018). *Farklı Diyet Kullanımının İnek Ve Keçi Sütü İle Üretilen Kefirlerin Kalite Özelliklerine Etkisi*. [Yüksek Lisans Tezi, Pamukkale Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
- Kesenkaş, H., Dinkci, N., Seckin, K., Kınık, Ö., Gönc, S., Ergönül, P. G., & Kavas, G. (2011). *Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of soymilk kefir*. African Journal of Microbiology Research, 5(22), 3737-3746.
- Kesenkaş, H., Yerlikaya, O., Akpınar, A., & Açu, M. (2013). *Kefir Dondurması Üretiminde Soya Sütünün Kullanım Olanakları Üzerine Bir Araştırma*. Journal of Ege University Faculty of Agriculture (Turkey), 50(1).
- Keskin, B., & Güneş, E. (2021). *Social And Cultural Aspects Of Traditional Drinks: A Review On Traditional Turkish Drinks*. International Journal of Gastronomy and Food Science, 25, 100382.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Kezer, G. (2022). *Geleneksel Yöntemle Üretilen Kefir ile Ticari Kefirlerin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması*. Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 2(2), 101-109.
- Khaze Hagh, S. (2018). *Farklı sütlerden (inek, manda, keçi, deve) yapılan kefirlerin bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniveristesi, Fen Bilimleri Enstitüsü].
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=HpgvBC1dJ7Jpg9VPYYT3sA&no=0nhVWNLu9fPyAHaKHaJBHQ>
- Kınık, Ö., Kesenkaş, H., Dinkçi, N., Seçkin, K., Kavas, Gökhan, & Gönç, S. (2008). *Kefir Üretiminde Soya Sütünden Faydalanma Olanakları Üzerinde Araştırmalar*. TÜBİTAK TOVAG Proje, 106O810, 149.
- Kim, D.H., Jeong, D., Song, K.Y., Seo, K.H. (2018). *Comparison Of Traditional And Backslopping Methods For Kefir Fermentation Based On Physicochemical And Microbiological Characteristics*. LWT – Food Science and Technology 97: 503-507.
- Koksoy, A., & Kilic, M. (2004). *Use Of Hydrocolloids In Textural Stabilization Of A Yoghurt Drink, Ayran*. Food hydrocolloids, 18(4), 593-600.
- Koyu, E. B., & Demirel, Z. B. (2018). *Fonksiyonel Bir Besin: Kefir*. Beslenme ve Diyet Dergisi, 46(2), 166-175.
- Kök Taş, T. (2015). *Effect Of Storage Parameters On Freeze-Dried Kefir Grains*. International Journal Of Dairy Technology, 68(3), 434-440.
- Kök Taş, T., (2010). *Kontrollü atmosfer uygulamasının kefir danesi ve kefir üzerine etkilerinin belirlenmesi*. [Doktora Tezi. Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=WBHNatZ7v3p8wN216Gg ilA&no=ZyoV61yqjtt1GHfZxHBJ7Q>
- Kök-Taş T., Seydim, A.C., Özer, B., Güzel-Seydim, Z.B., (2013). *Effects Of Different Fermentation Parameters On Quality Characteristics Of Kefir*. Journal of Dairy Science 96(2): 780-789.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Köse, M. (2018). *Kefir fermentasyonu süresince mikrobiyal metabolizma ile bazı galaktooligosakkaritler dahil karbonhidrat profilindeki değişimin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=hcgrYffRbz0Z44UJEuLtwXDEZgKgqrOrdZ2U76qHS9EC8OGfks6l7l9BVNFMzrbY>
- Kundu, P., Dhankhar, J., & Sharma, A. (2018). *Development of Non-Dairy Milk Alternative Using Soymilk and Almond Milk*. Current Research in Nutrition and Food Science Journal, 6(1), 203–210.
- Kuru, C., Tontul, İ. (2020). *Optimisation of plant-based milk formulation using hazelnut, sunflower seed and pumpkin seed by mixture design*. Turkish Journal of Agriculture-Food Science and Technology, 8(11): 2441-2448. DOI: <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i11.2441-2448.3726>.
- Lakshmi, T.S. & Mary Pramela, A. (2018). *Coconut Milk Kefir: Nutrient Composition And Assessment Of Microbial Quality*. International Journal of Food Science and Nutrition. 3(1):141-144.
- Lamuel-Raventos, R. M., & Onge, M. P. S. (2017). *Prebiotic nut compounds and human microbiota*. Critical reviews in food science and nutrition, 57(14), 3154-3163.
- Lee, H.L. & Yoo, B. (2011). *Effect Of Hydroxypropylation On Physical And Rheological Properties Of Sweet Potato Starch*. LWT - Food Science and Technology, 44 (2011). 765-770. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2010.09.012>
- 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.
- Leite, A. M. O., Leite, D. C. A., Del Aguila, E. M., Alvares, T. S., Peixoto, R. S., Miguel, M. A. L., ... and Paschoalin, V. M. F. (2013). *Microbiological And Chemical Characteristics Of Brazilian Kefir During Fermentation And Storage Processes*. Journal of dairy science, 96(7), 4149-4159.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Li, A., Guo, Z., Wang, Z., Yang, Q., Wen, L., Xiang, X., & Kan, J. (2023). *Effect Of Multiple-Frequency Ultrasound-Assisted Transglutaminase Dual Modification On The Structural, Functional Characteristics And Application Of Qingke Protein*. *Ultrasonics Sonochemistry*, 94, 106317.
- Li, G., Tao, R., Sun, Y., Wang, L., Li, Y., Fan, B., & Wang, F. (2024). *Enhancing the Gelation Behavior of Transglutaminase-Induced Soy Protein Isolate (SPI) through Ultrasound-Assisted Extraction*. *Foods*, 13(5), 738.
- Li, Y., Wang, S., Liu, X., Yang, L., Liu, H., & He, Y. (2023). *Characterization Of Enzymatic Cross-Linking Soy Protein Isolate Xerogels And Its Shape Memory Effect Induced By Ethylcellulose*. *Food Chemistry*, 412, 135564.
- Lim, S. M. (2013). *Microbiological, Physicochemical, And Antioxidant Properties Of Plain Yogurt And Soy Yogurt*. *Korean Journal of Microbiology*, 49(4), 403-414.
- Liu, J.R. & Lin, C.W. (2000). *Production Of Kefir From Soy Milk With Or Without Added Glucose, Lactose Or Sucrose*. *J. Food Sci.*, 65(4): 716-719.
- Lordan, R., Tsoupras, A., Mitra, B., & Zabetakis, I. (2018). *Dairy Fats And Cardiovascular Disease: Do We Really Need To Be Concerned?*. *Foods*, 7(3), 29.
- Lucey, J. A. (2002). *Formation And Physical Properties Of Milk Protein Gels*. *Journal Of Dairy Science*, 85(2), 281-294.
- Lucey, J. A. (2004). *Cultured Dairy Products: An Overview Of Their Gelation And Texture Properties*. *International Journal of Dairy Technology*, 57(2-3), 77-84.
- Magra, TI., Antoniou, K.D. & Psomas, E.I. (2012). *Effect of milk fat, kefir grain inoculum and storage time on the flow properties and microbiological characteristics of kefir*. *Journal of Texture Studies*, 43: 299-308.
- Mäkinen, O. E., Uniacke-Lowe, T., O'Mahony, J. A., & Arendt, E. K. (2015). *Physicochemical and Acid Gelation Properties of Commercial UHT-Treated Plant-Based Milk Substitutes and Lactose-Free Bovine Milk*. *Food Chemistry*, 168, 630–638.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Mäkinen, O. E., Wanhalinna, V., Zannini, E., & Arendt, E. K. (2016). *Foods For Special Dietary Needs: Non-Dairy Plant-Based Milk Substitutes And Fermented Dairy-Type Products*. *Critical reviews in food science and nutrition*, 56(3), 339-349.
- Maleki, N., Khodaiyan, F., & Mousavi, S. M. (2015). *Antioxidant Activity Of Fermented Hazelnut Milk*. *Food Science and Biotechnology*, 24, 107-115.
- Manzoor, M. F., Manzoor, A., Siddique, R., & Ahmad, N. (2017). *Nutritional and Sensory Properties of Cashew Seed (Anacardium Occidentale) Milk*. *Modern Concepts & Developments in Agronomy*, 1(1), 1-4.
- McCue, P. P., & Shetty, K. (2005). *Phenolic Antioxidant Mobilization During Yogurt Production From Soymilk Using Kefir Cultures*. *Process Biochemistry*, 40(5), 1791-1797. <https://doi.org/10.1016/j.procbio.2004.06.067>.
- Mejri, W. & Sahli, S.B. (2014). *Formulation Of Non-Fat Yo Gurt Wit B-Glucan From Spent Brewer's Yeast*, *Journal of Hygienic Engineering and Design* 8, 163-173.
- Milani, F.X & Wendorff, W.L (2011). *Goat and Sheep Milk Products in the United States (USA)*, *Small Ruminant Research*, 101: 134-139.
- Mitra, S. K., Rathore, D. S., Bose, T. K., (2003). *Temprerate Fruits*. Horticulture and Allied Publishers.
- Muir, D. D., Tamime, A. Y., & Wszolek, M. (1999). *Comparison of the sensory profiles of kefir, buttermilk and yogurt*. *International Journal of Dairy Technology*, 52(4), 129-134.
- Nejati, F., Capitain, C. C., Krause, J. L., Kang, G. U., Riedel, R., Chang, H. D., ... & Neubauer, P. (2022). *Traditional Grain-Based vs. Commercial Milk Kefirs, How Different Are They?*. *Applied Sciences*, 12(8), 3838.
- Nejati, F., Junne, S., & Neubauer, P. (2020). *A Big World in Small Grain: A Review Of Natural Milk Kefir Starters*. *Microorganisms*, 8(2), 192.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ostadrahimi A, Taghizadeh A, Mobasser M, Farrin N, Payahoo L, Beyramalipoor Gheshlaghi Z, Vahedjabbari M. *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*. Iran J Public Health. 2015;44(2):228–37.
- Othman, N. B., Roblain, D., Chammen, N., Thonart, P., & Hamdi, M. (2009). *Antioxidant Phenolic Compounds Loss During The Fermentation Of Chétoui Olives*. Food Chemistry, 116(3), 662-669.
- Otles, S., & Cagindi, O. (2003). *Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional And Therapeutic Aspects*. Pakistan journal of nutrition, 2(2), 54-59.
- Oyeyinka AT, Odukoya JO, Adebayo YS. 2019. *Nutritional composition and consumer acceptability of cheese analog from soy and cashew nut milk*. J Food Proces Preserv, 43(12): e14285.
- Ozturkoglu-Budak, S., Akal, C., & Yetisemiyen, A. (2016). *Effect Of Dried Nut Fortification On Functional, Physicochemical, Textural, And Microbiological Properties Of Yogurt*. Journal Of Dairy Science, 99(11), 8511-8523.
- Öner, Z., Karahan, A. G., & Çakmakçı, M. L., (2010). *Effects of Different Milk Types and Starter Cultures on Kefir*. Gıda, 35(3), 177–182.
- Özdemir, F., Topuz, A., Doğan, Ü., & Karkacier, M. (1998). *Fındık Çeşitlerinin Bazı Fiziksel Ve Kimyasal Özellikleri*. Gıda, 23(1).
- Özgül, Ö. (2019). *Kefir üretiminde ikame süt olarak kayısı çekirdeği içi sütü kullanım olanakları* [Yüksek Lisans Tezi, Harran Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi.
- Öztürk, B. A., & Öner, M. D. (1999). *Production And Evaluation Of Yogurt With Concentrated Grape Juice*. Journal Of Food Science, 64(3), 530-532.
- Paul, A. A., Kumar, S., Kumar, V., & Sharma, R. (2020). *Milk Analog: Plant Based Alternatives To Conventional Milk, Production, Potential And Health Concerns*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 60(18), 3005–3023.
<https://doi.org/10.1080/10408398.2019.1674243>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Peng, X., & Guo, S. (2015). *Texture Characteristics Of Soymilk Gels Formed By Lactic Fermentation: A Comparison Of Soymilk Prepared By Blanching Soybeans Under Different Temperatures*. Food Hydrocolloids, 43, 58-65.
- Plessas, S., Nouska, C., Mantzourani, I., Kourkoutas, Y., Alexopoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2016). *Microbiological Exploration of Different Types of Kefir Grains*. Fermentation, 3(1), 1.
- Pontonio, E., & Rizzello, C. G. (2021). *Milk Alternatives and Non-Dairy Fermented Products: Trends and Challenges*. Foods, 10(2), 222.
- Ratray, F. P., & O'Connell, M. J. (2011). *Kefir*. In: Encyclopedia of Dairy Sciences, Fuquay, J. W., Fox, P. F., & McSweeney, P. L. H. (Ed.), Vol. 2, Elsevier, the UK, pp. 518-524.
- Resmi Gazete, (2009). Türk Gıda Kodeksi. Fermente Süt Ürünleri Tebliği. T.C. Resmi Gazete; Sayı: 27143. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2009/02/20090216-8.htm>
- Reyes-Jurado, F., Soto-Reyes, N., Dávila-Rodríguez, M., Lorenzo-Leal, A. C., Jiménez-Munguía, M. T., Mani-López, E., & López-Malo, A. (2023). *Plant-Based Milk Alternatives: Types, Processes, Benefits, and Characteristics*. Food Reviews International, 39(4), 2320-2351.
- Rosa, D. D., Dias, M. M., 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(1), 82-96.
- Rosseto, M., Riguetto, C. V. T., Gomes, K. S., Krein, D. D. C., Loss, R. A., Dettmer, A., & Richards, N. S. P. D. S. (2023). *Whey Filtration: A Review of Products, Application, and Pretreatment with Transglutaminase Enzyme*. Journal of the Science of Food and Agriculture.
- Sabaté, J., Ros, E., & Salas-Salvadó, J. (2006). *Nuts: nutrition and health outcomes*. British Journal of Nutrition, 96(S2), S1-S2.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Sabokbar, N., & Khodaiyan, F. (2016). *Total Phenolic Content And Antioxidant Activities Of Pomegranate Juice And Whey Based Novel Beverage Fermented By Kefir Grains*. Journal of Food Science And Technology, 53, 739-747.
- Sabooni, P., Pourahmad, R., & Adeli, H. R. M. (2018). *Improvement Of Viability Of Probiotic Bacteria, Organoleptic Qualities And Physical Characteristics In Kefir Using Transglutaminase And Xanthan*. Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria, 17(2), 141-148.
- Salinas-Valdés, A., De la Rosa Millán, J., Serna-Saldívar, S. O., & Chuck-Hernández, C. (2015). *Yield and Textural Characteristics of Panela Cheeses Produced with Dairy-Vegetable Protein (Soybean or Peanut) Blends Supplemented with Transglutaminase*. Journal of Food Science, 80(12), S2950-S2956.
- Salunke, P., & Metzger, L. E. (2023). *Functional Properties of Milk Protein Concentrate and Micellar Casein Concentrate as Affected by Transglutaminase Treatment*. Food Hydrocolloids, 137, 108367.
- Sanjaya, S., & Romulo, A. (2023, December). *Study of Chemical, Physical Stabilities, and Sensory Properties of Sorghum-Adlay-Based Milk*. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science 1252 (1), IOP Publishing. <http://doi.org/10.1088/1755-1315/1252/1/012157>
- Santos Dos, D. C, De Oliveira F. C. G., Santana, A. C. A., De Freitas, B. S.M., Silva, F. G., Takeuchi, K. P. And Egea. M. B., (2019). *Optimization Of Soymilk Fermentation With Kefir And The Addition Of Inulin: Physicochemical, Sensory And Technological Characteristics*. Food Science and Techonology, 104, 30-37. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.01.030>
- Santos, J. P. V. (2008). *Avaliação da Microbiota e Efeito Antagonista de Kefir (Evaluation of the Microbiota and Antagonistic Effect of Kefir)*. Mestrado (Masters Thesis), Universidade Federal de Viçosa. <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/7734/1/texto%20completo.pdf>
- Santos, S. A. D., Barbosa, G. M., Bernardes, P. C., Carneiro, J. C. S., Tostes, M. D. G. V., & Coelho, J. M. (2023). *Probiotification of Whole Grape Juice by Water Kefir Microorganisms*. Brazilian Archives of Biology and Technology, 66, e23210475.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Sarıca, E. (2019). *Farklı Sütlerden Yapılan Kefirlerin Buzdolabı Sıcaklığında ve Dondurarak Depolanması Esnasında Meydana Gelen Değişmeler*. [Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü], Doktora Tezi Bolu, 166.
- Sarıca, E. (2022). *Kefirin Üretimi, Özellikleri ve Alkol İçeriği*. Helal ve Etik Araştırmalar Dergisi, 4(2), 69-82.
- Sarkar, S. (2008). *Biotechnological Innovations in Kefir Production: A Review*. British Food Journal, 110(3), 283-295.
- Satir, G., & Guzel-Seydim, Z. B. (2015). *Influence Of Kefir Fermentation On The Bioactive Substances Of Different Breed Goat Milks*. LWT-Food Science and Technology, 63(2), 852-858.
- Satir, G., & Guzel-Seydim, Z. B. (2016). *How Kefir Fermentation Can Affect Product Composition?*. Small Ruminant Research, 134, 1-7.
- Saygili, 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.
- Selvaraj, P., Sanjeevirayar, A., & Shanmugam, A. (2023). *Application of Principal Component Analysis as Properties and Sensory Assessment Tool for Legume Milk Chocolates*. American Journal of Computational Mathematics, 13(1), 136-152.
- Shahidi, F., Alasalvar, C., & Liyana-Pathirana, C. M. (2007). *Antioxidant Phytochemicals in Hazelnut Kernel (Corylus avellana L.) and Hazelnut Byproducts*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 55, 1212-1220.
- Sharifi, M., Moridnia, A., Mortazavi, D., Salehi, M., Bagheri, M., & Sheikhi, A. (2017). *Kefir: a powerful probiotics with anticancer properties*. Medical Oncology, 34, 1-7.
- Shi, H., Kraft, J., & Guo, M. (2020). *Physicochemical And Microstructural Properties And Probiotic Survivability Of Symbiotic Almond Yogurt Alternative Using Polymerized Whey Protein As A Gelation Agent*. Journal of Food Science, 85(10), 3450–3458. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15431>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Silva, M. R., Santos, F. L., & Nunes, I. L. (2018). *Pirinç Gevreği Bazlı Kefir İçeceği Üretimi*. Afrika Biyoteknoloji Dergisi, 17(10), 322-327.
- Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, T., Frengova, G., & Spasov, Z. (2002). *Lactic Acid Bacteria and Yeasts in Kefir Grains and Kefir Made from Them*. Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology, 28, 1–6.
- Sun, J., Feng, X., Lyu, C., Zhou, S., & Liu, Z. (2022). *Effects of Different Processing Methods on the Lipid Composition of Hazelnut Oil: A Lipidomics Analysis*. Food Science and Human Wellness, 11(2), 427-435. DOI: 10.1016/j.fshw.2021.11.024.
- Şahin, Ö. (2023). *Piyasada satılan endüstriyel kefirlerin ev yapımı kefir üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması* [Yüksek Lisans Tezi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/TezGoster?key=S2eMu1TIwY_v4mYv58xArwG8B3olDNHSluQ6gCyAc4B4bgwdFj6X_XdpxYVwvqxH
- Şahin, T., & Özmeriç, N. (2021). *Keyfi Adında Olan İçecek: Kefirin Diş Hekimliğindeki Yeri ve Periodontolojideki Geleceği*. Hacettepe University Faculty of Health Sciences Journal, 8(3), 438-452.
- Şen, İ. (2015). *Kefir Kültürü Kullanılarak Üretilen Fermente Süt Ürünlerinin Aroma Aktif Bileşenlerinin Ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi*. [Yüksek Lisans Tezi, Onsekiz Mart Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi: https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=O8mUM6Ur7luiX7D9E_KJjg&no=fXG9x9Ww2jleG7YBlmP0qw
- Şimşek, A., & Aslantaş, R. (1999). *Fındığın Bileşimi ve İnsan Beslenmesi Açısından Önemi*. Gıda, 24(3), 209-216.
- Tamuçay-Özünlü, B. & Koçak, C. (2010). *Farklı İnkübasyon Sonu Asitliğinin Ayran Kalitesine Etkisi*. GIDA, 35(2): 113-119.
- Taş, N. G., & Gökmen, V. (2015). *Profiling Triacylglycerols, Fatty Acids and Tocopherols in Hazelnut Varieties Grown in Turkey*. Journal of Food Composition and Analysis, 44, 115-121. DOI: [10.1016/j.jfca.2015.08.010](https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.08.010).

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Tratnik, L., Bozanic, R., Herceg, Z., & Drgalic, I. (2006). *The Quality of Plain and Supplemented Kefir from Goat's and Cow's Milk*. International Journal of Dairy Technology, 59(1), 40-46.
- Triwibowo, B., Wicaksono, R., Antika, Y., Ermi, S., Jarmiati, A., Setiadi, A. A., & Syahriar, R. (2020). *The effect of kefir grain concentration and fermentation duration on characteristics of cow milk-based kefir*. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1444, No. 1, p. 012001). IOP Publishing.
- Tu, C., Azi, F., Huang, J., Xu, X., Xing, G., & Dong, M. (2019). *Quality And Metagenomic Evaluation Of A Novel Functional Beverage Produced From Soy Whey Using Water Kefir Grains*. Lwt, 113, 108258.
- Turan, S., Topcu, A., Karabulut, I., Vural, H., & Hayaloglu, A. A. (2007). *Fatty Acid, Triacylglycerol, Phytosterol, And Tocopherol Variations in Kernel Oil Of Malatya Apricots From Turkey*. Journal of agricultural and food chemistry, 55(26), 10787-10794.
- Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2022).
<https://mevzuat.gov.tr/anasayfa/MevzuatFihristDetayIframe?MevzuatTur=9&MevzuatNo=39865&MevzuatTertip=5>
- 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]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=znOp1zDNmY8Iz29a9k677w&no=GhEmLiDgGo-UlsaYsx_KIA
- Uruc, K., Tekin, A., Sahingil, D., & Hayaloglu, A. A. (2022). *An Alternative Plant-Based Fermented Milk with Kefir Culture Using Apricot (Prunus armeniaca L.) Seed Extract: Changes in Texture, Volatiles and Bioactivity During Storage*. Innovative Food Science & Emerging Technologies, 82, 103189. DOI: [10.1016/j.ifset.2022.103189](https://doi.org/10.1016/j.ifset.2022.103189).
- Usta-Görgün, B. (2022). *Kestane sütü ile zenginleştirilmiş kefir üretimi*. [Doktora Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi.
<https://acikerisim.uludag.edu.tr/items/1babaeed-d16a-45f0-8c60-d37c2dbc57b5>

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Ustaoglu Gençgönül, M. (2022). *Bitkisel temelli sütler ile üretilen kefirin mikrobiyal, kimyasal ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi* [Yüksek Lisans Tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü]. Yök Ulusal Tez Merkezi. <http://acikerisim.sdu.edu.tr/xmlui/handle/123456789/97215>
- Ustaoglu-Gençgönül, M., Gökırmaklı, Ç., Üçgül, B., Karagül-Yüceer, Y., & Guzel-Seydim, Z. B. (2024). *Chemical, microbial, and volatile compounds of water kefir beverages made from chickpea, almond, and rice extracts*. *European Food Research and Technology*, 1-12.
- Ünal, F. G. (2013). *Kuru madde oranları farklı sütlerden starter kültür ve dane ile üretilen set tipi kefirlerin duyuşal, fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri*. [Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü]. YÖK Ulusal Tez Merkezi. https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi/tezDetay.jsp?id=6iKkbM6cpoODwQ1Iiywe9g&no=GptvpU6G6PYIR4ph_a4RoQ
- Ünal, F. N., Kalyas, A., Gürbüz, Z., Şengül, M., & Ürkek, B. (2020). *Ticari Kefirlerin Bazı Kalite Parametrelerinin Belirlenmesi*. *Gıda*, 45(3), 555-563.
- Ürkek, B., & Erkaya, T., & Şengül, M. (2011). *Kefir: Bileşimi, Üretimi, Probiyotik ve Terapötik Özellikleri*. *Academic Food Journal/Akademik GIDA*.
- Vanga, S. K., & Raghavan, V. (2017). *How Well Do Plant-Based Alternatives Fare Nutritionally Compared to Cow's Milk*. *Association of Food Scientists & Technologists (India)*.
- Wang, H., Sun, X., Song, X., & Guo, M. (2021). *Effects Of Kefir Grains From Different Origins On Proteolysis And Volatile Profile Of Goat Milk Kefir*. *Food Chemistry*, 339, 128099.
- Wang, L., Yu, B., Wang, R., & Xie, J. (2018). *Biotechnological Routes for Transglutaminase Production: Recent Achievements, Perspectives and Limits*. *Trends in Food Science & Technology*, 81, 116-120.
- Wróblewska, B., Kolakowski, P., Pawlikowska, K., Troszynska, A., & Kaliszewska, A. (2009). *Influence of the Addition of Transglutaminase on the Immunoreactivity of Milk Proteins and Sensory Quality of Kefir*. *Food Hydrocolloids*, 23, 2434-2445.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- 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*. *Lebensmittel-Wissenschaft und Technologie*, 34, 251–261.
- Wulansari PD (2022). *Incorporation of oat milk with probiotic Lactocaseibacillus casei AP improves the quality of kefir produced from goat milk*. *Food Science and Technology*, 42, e10322. doi.org/10.1590/fst.10322
- Xue, T., Zheng, X., Su, X., Chen, D., Liu, K., Yuan, X., ... & Chen, Y. (2020). *Directed Evolution of the Transglutaminase from Streptomyces Mobaraensis and Its Enhanced Expression in Escherichia Coli*. *Food Biotechnology*, 34(1), 42-61.
- Yalçın, N. F., & Işık, M. K. (2017). *Kefir; Ürün Özellikleri ve İnsan Sağlığına Etkisi*. *Adıyaman Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*, 3, 439-452.
- Yaygın, H. (1994). *Kefir ve özellikleri*. III. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 2-3 Haziran 1994, İstanbul, s. 246-251.
- Ye, J., Yang, P., Zhou, J., Du, G., & Liu, S. (2024). *Efficient Production of a Thermostable Mutant of Transglutaminase by Streptomyces Mobaraensis*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.
- Yeniçeri, Ş. A., Göçer, E. M. Ç., & Küçükçetin, A. (2021). *Probiyotik Bakteri İçeren Ayranın Fizikokimyasal Ve Mikrobiyolojik Özellikleri*. *Akademik Gıda*, 19(4), 414-423.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2016). *The Antioxidative Capacity of Kefir Produced from Goat Milk*. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(5), 363-368. <http://www.ijcea.org/vol7/535-P0006.pdf>.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Şahin, S. (2018). *İnek Ve Koyun Süt Kefirlerinin Antioksidan Kapasitelerinin Karşılaştırılması*. *Süt bilimi dergisi*, 101(5), 3788-3798.
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayizit, A., & Sahin, S. (2016). *The Antioxidative Capacity Of Kefir Produced From Goat Milk*. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(1), 22-26.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- Yorulmaz, A., Veliöğlu, S., Tekin, A., Şimşek, A., Drover, J. C. G., & Ateş, J. (2009). *Phytosterols in Turkish Hazelnut (Corylus avellana L.) Cultivars*. European Journal of Lipid Science and Technology, 111, 402-408.
- Yousefvand, A., Huang, X., Zarei, M., & Saris, P. E. J. (2022). *Lacticaseibacillus Rhamnosus GG Survival And Quality Parameters İn Kefir Produced From Kefir Grains And Natural Kefir Starter Culture*. Foods, 11(4), 523.
- Yüksekdağ, Z. N., & Beyatlı, Y. (2003). *Kefir Mikroflorası ile Laktik Asit Bakterilerinin Metabolik, Antimikrobiyal ve Genetik Özellikleri*. Orlab On-Line Mikrobiyoloji Dergisi, 1(2), 49-69.
- Yüksel, Z., & Erdem, Y. K. (2010). *The Influence Of Transglutaminase Treatment On Functional Properties Of Set Yoghurt*. International Journal of Dairy Technology, 63(1), 86-97.
- Zhang, L., Yi, H., Du, M., Ma, C., Han, X., Feng, Z., ... & Zhang, Y. (2012). *Enzymatic Characterization Of Transglutaminase From Streptomyces Mobaraensis DSM 40587 in High Salt And Effect Of Enzymatic Cross-Linking Of Yak Milk Proteins On Functional Properties Of Stirred Yogurt*. Journal Of Dairy Science, 95(7), 3559-3568.
- Zhu, Y., & Tramper, J. (2008). *Novel Applications for Microbial Transglutaminase Beyond Food Processing*. Trends in Biotechnology, 26(10), 559-565.