

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALOE VERA İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEFİR ÜRETİMİ VE DEPOLAMA
SÜRESİNCE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

İsra YİĞİTVAR

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

OCAK, 2023

**T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**ALOE VERA İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEFİR ÜRETİMİ VE DEPOLAMA
SÜRESİNCE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

DOKTORA TEZİ

**İsra YİĞİTVAR
(36173620003)**

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

OCAK, 2023

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasının her aşamasında yardım, öneri, bilgi, tecrübe ve destek sunarak beni yönlendiren değerli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU'na,

Tez izleme komitesi ve tez değerlendirme jürisinde yer alarak bilgi ve tecrübelerini aktaran kıymetli hocalarım Sayın Prof. Dr. İhsan KARABULUT ve Sayın Prof. Dr. Gökhan DURMAZ'a,

Tez değerlendirme jürisinde yer alarak tezimi değerlendiren hocalarım Sayın Prof. Dr. Zeynep Banu SEYDİM ve Sayın Prof. Dr. Nayil DİNKÇİ'ye,

Lisansüstü eğitimlerim boyunca yardımlarından çokça faydalandığım değerli arkadaşım Dr. Kadriye ALTAY'a,

Doktora öğrenimim süresince manevi desteğini sıkça hissettiğim kıymetli arkadaşım Sevilay GÜRSUL'a,

Tez çalışmamın laboratuvar sürecinde bana destek olan Dr. Öğretim Üyesi Tuğçe BİLENLER KOÇ, Araştırma Görevlisi Dr. Okan LEVENT, Arş. Gör. Hilal KANMAZ, Büşra KAYA, Doç. Dr. Didem ŞAHİNGİL, Kübra URUÇ, Öğr. Gör. Sevil ERGÜL ve Dr. Yasemin GÖKÇE'ye,

Duyusal analizlere katılan İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü hocalarım ve lisansüstü öğrenci arkadaşlarıma,

2082 numaralı proje ile araştırmamı destekleyen İnönü Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimine ve

Bana hayatım boyunca destek olup beni yetiştiren sevgili aileme,

çok teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Doktora tezi olarak sunduğum “Aloe Vera ile Zenginleştirilmiş Kefir Üretimi ve Depolama Süresince Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

İsra YİĞİTVAR



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ.....	i
ONUR SÖZÜ.....	ii
İÇİNDEKİLER.....	iii
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	v
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	vii
ÖZET.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	3
2.1. Kefir.....	3
2.2. Kefirin biyoaktif özellikleri ve sağlık üzerine etkileri.....	4
2.3. Farklı bileşenler/yöntemler ile kefir üretim olanaklarının araştırıldığı çalışmalar.....	5
2.4. Aloe vera.....	10
2.5. Aloe vera'nın biyoaktif özellikleri ve sağlık üzerine etkileri.....	11
2.6. Aloe vera'nın endüstriyel olarak kullanımı.....	11
2.7. Aloe vera katkılı gıdaların üretim olanaklarının araştırıldığı çalışmalar.....	13
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	14
3.1. Materyal.....	14
3.2. Yöntem.....	15
3.2.1. Kefir üretimi.....	15
3.2.2. Analizler.....	16
3.2.2.1. Kimyasal analizler.....	16
3.2.2.2. Titrasyon asitliği tayini.....	17
3.2.2.3. pH tayini.....	17
3.2.2.4. Serum ayrılması.....	17
3.2.2.5. Viskozite tayini.....	17
3.2.2.6. Renk analizi.....	18
3.2.2.7. Toplam fenolik bileşen analizi.....	18
3.2.2.8. Antioksidan aktivite tayini.....	19
3.2.2.9. GC-MS ile uçucu bileşen analizi.....	20
3.2.2.10. Peptit profilinin belirlenmesi.....	20
3.2.2.11. Reolojik analiz.....	22
3.2.2.12. Mikrobiyolojik analizler.....	22
3.2.2.13. Duyusal analiz.....	24
3.2.2.14. İstatistiksel değerlendirme.....	25
4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	26
4.1. Toplam kuru madde.....	26
4.2. Toplam protein.....	29
4.3. Toplam kül.....	29
4.4. Titrasyon asitliği değerleri.....	30
4.5. pH değerleri.....	32
4.6. Serum ayrılması değerleri.....	32
4.7. Kefirlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi.....	33
4.8. Viskozite değerleri.....	34
4.9. Renk analizi sonuçları.....	36
4.10. Kefirlerin renk özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi.....	39
4.11. Toplam fenolik madde miktarı.....	40

4.12. Antioksidan aktivite değerleri.....	43
4.13. Kefirlerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarının istatistiksel değerlendirmesi.....	46
4.14. GC-MS ile tespit edilen uçucu bileşikler.....	47
4.14.1 Esterler.....	49
4.14.2. Asitler.....	51
4.14.3. Aldehitler ve ketonlar.....	52
4.14.4. Alkoller	56
4.15. RP-HPLC ile peptit profillerinin belirlenmesi.....	60
4.16. Reolojik analiz sonuçları.....	62
4.17. Mikrobiyolojik analiz sonuçları.....	65
4.18. Kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi.....	70
4.19. Duyusal analiz sonuçları.....	71
4.20. Kefirlerin duyusal özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi	75
5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	78
6. KAYNAKLAR.....	82
ÖZGEÇMİŞ.....	91

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 : Kefir bileşim özellikleri.....	3
Çizelge 2.2 : Aloe veranın kimyasal bileşenleri.....	10
Çizelge 3.1 : Kefir üretiminin deney tasarımı	16
Çizelge 3.2 : RP-HPLC peptit profili analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kolondan geçiş oranları.....	21
Çizelge 3.3 : Duyusal değerlendirme formu.....	24
Çizelge 4.1 : Kefir örneklerinin depolama süresince belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri.....	28
Çizelge 4.2 : Kefirlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin varyans analizi sonuçları.....	34
Çizelge 4.3 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen renk özellikleri.....	37
Çizelge 4.4 : Kefirlerin renk özelliklerinin varyans analizi sonuçları.....	40
Çizelge 4.5 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri.....	42
Çizelge 4.6 : Kefirlerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarının varyans analizi sonuçları.....	46
Çizelge 4.7 : Aloe vera jelinde belirlenen uçucu bileşikler ($\mu\text{g/g}$).....	47
Çizelge 4.8 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen esterler ($\mu\text{g/g}$).....	50
Çizelge 4.9 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen asitler ($\mu\text{g/g}$).....	52
Çizelge 4.10 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen aldehitler ve ketonlar ($\mu\text{g/g}$).....	54
Çizelge 4.11 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen alkoller ($\mu\text{g/g}$).....	57
Çizelge 4.12 : Kefir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları ($\log_{10}$ kob/mL).....	67
Çizelge 4.13 : Kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerinin varyans analizi sonuçları.....	71
Çizelge 4.14 : Kefirlerde belirlenen duyusal özellikler ve puanlar.....	72
Çizelge 4.15 : Kefirlerin duyusal özelliklerinin varyans analizi sonuçları.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Kefirde bulunan biyoaktif peptitler ve insan vücudundaki olası hedef bölgeleri...	5
Şekil 2.2 : Aloe vera.....	10
Şekil 2.3 : Aloe vera ve fonksiyonel özellikleri.....	11
Şekil 2.4 : Aloe vera kullanılarak üretilen gıda ürünleri.....	12
Şekil 2.5 : Aloe vera kullanılarak üretilen temizlik, kozmetik ve kişisel bakım ürünleri.....	12
Şekil 3.1 : Kefir üretiminde kullanılan UHT süt, starter kültür ve Aloe vera yaprakları.....	14
Şekil 3.2 : Aloe vera yaprakları ve elde edilen Aloe vera jeli.....	14
Şekil 3.3 : Aloe vera ilaveli kefir üretimi akış şeması.....	15
Şekil 3.4 : Üretilen kefir örnekleri.....	16
Şekil 4.1 : Kefir örneklerinin depolama boyunca sahip olduğu toplam kuru madde ve protein oranları.....	26
Şekil 4.2 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam kül oranları.....	30
Şekil 4.3 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen titrasyon asitliği ve pH değerleri.....	31
Şekil 4.4 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen serum ayrılması değerleri.....	33
Şekil 4.5 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. günlerine ait viskozite değerleri.....	35
Şekil 4.6 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri.....	38
Şekil 4.7 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam fenolik madde miktarları.....	41
Şekil 4.8 : Kefir örneklerinin depolama boyunca ABTS ve DPPH değerlerindeki değişimleri.....	44
Şekil 4.9 : Uçucu bileşiklerin temel bileşen analizi (PCA) grafiği.....	49
Şekil 4.10 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. gününe ait peptit profili.....	61
Şekil 4.11 : Kefir örneklerinin depolamanın 21. gününe ait peptit profili.....	61
Şekil 4.12 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait reolojik akış kurvesi.....	63
Şekil 4.13 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait elastik modül değişimleri.....	64
Şekil 4.14 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait viskoz modül değişimleri.....	64
Şekil 4.15 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri ve maya-küf sayıları.....	68
Şekil 4.16 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen laktobasil ve laktokok sayıları.....	69
Şekil 4.17 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 7. gününe ait duyu analizi sonuçları.....	74
Şekil 4.18 : Kefir örneklerinin depolamanın 14. ve 21. gününe ait duyu analizi sonuçları.....	74

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

°C	Santigrat derece
dk	Dakika
FTS	Fizyolojik tuzlu su
g	Gram
g	Gravite
GC-MS	Gaz kromatografisi kütle spektrometrisi
kob	Koloni oluşturan birim
K1	Aloe vera jeli ilave edilmeyen kefir / Kontrol örneği
K2	%5 Aloe vera jeli ilaveli kefir
K3	%10 Aloe vera jeli ilaveli kefir
K4	%15 Aloe vera jeli ilaveli kefir
L	Litre
m	Metre
mg	Miligram
mL	Mililitre
mM	Milimolar
mm	Milimetre
N	Normalite
nm	Nanometre
Pa	Pascal
ppm	Parts per million / Milyonda bir
rpm	Revolutions per minute / Dakikadaki devir sayısı
sn	Saniye
µg	Mikrogram
µL	Mikrolitre
µm	Mikrometre

ÖZET

Doktora Tezi

ALOE VERA İLE ZENGİNLEŞTİRİLMİŞ KEFİR ÜRETİMİ VE DEPOLAMA SÜRESİNCE KALİTE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

İSRA YİĞİTVAR

İnönü Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalı

92 + ix sayfa

2023

Danışman: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

Bu çalışmada, Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) jeli ilaveli kefir üretiminin gerçekleştirilmesi ve örneklerin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) fiziksel, kimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Örneklerin kuru madde, protein, kül, titrasyon asitliği, pH ve serum ayrılması değerleri sırasıyla %8.58-10.71, %2.81-3.87, %0.51-0.65, %0.63-0.76, 4.25-4.35 ve %57.15-67.29 arasında değişmiştir. Viskozite ve reolojik analiz sonuçlarına göre, örneklerin Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu ve Aloe vera jeli ilavesi ile viskozite değerleri ve akış özelliklerinde azalış meydana geldiği belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarları ile ABTS ve DPPH antioksidan aktivite değerleri sırasıyla 101.31-333.61 mg GAE/L, 83.85-99.47 mg TE/L ve 473.51-615.54 mg TE/L arasında değişmiştir. Örneklerde Aloe vera jeli ilavesi ile toplam fenolik madde miktarlarının azaldığı, ABTS antioksidan aktivite değerlerinde ise artış gerçekleştiği görülmüştür. GC-MS uçucu bileşen analizinde kefir örneklerinde heptanoik asit etil ester, asetoin ve asetik asit etil ester başta olmak üzere toplam 44 adet uçucu bileşik belirlenmiş; 1-hekzanol, benzil alkol ve 2-metil pentanoik asit gibi uçucu bileşiklerin Aloe vera jeli etkisi ile ortaya çıktığı saptanmıştır. Mikrobiyolojik analizlerde, toplam aerobik mezofilik bakteri, maya-küf, laktobasil, laktokok, koliform bakteri ve *Escherichia coli* sayımı yapılmış ve sonuçların yasal mevzuatta belirtilen aralıklar arasında olduğu tespit edilmiştir. Duyusal analiz gerçekleştirilmiş ve örneklerin panelistler tarafından kabul gören düzeyde puanlandırıldığı gözlemlenmiştir. Aloe vera jelinin laktik asit bakterilerinin fermantasyonu için substrat olarak kullanılmasıyla üretilen bu simbiyotik ürünün, tüketicilerin sağlığı üzerinde bireysel prebiyotik ve probiyotiklerden daha büyük bir etkisinin olacağı düşünülmekte ve bu yeni formülasyonlu fermente süt ürününün endüstriyel üretiminin gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

Anahtar Kelimeler: fermente süt ürünü, probiyotik, içecek, tıbbi ve aromatik bitki

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

ALOE VERA ENRICHED KEFIR PRODUCTION AND DETERMINATION OF QUALITY PROPERTIES DURING STORAGE

İSRA YİĞİTVAR

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Food Engineering

92 + ix pages

2023

Supervisor: Prof. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

In this study, it was aimed to produce a novel kefir fortified with Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) gel. Physical, chemical, rheological, microbiological and sensory properties were determined during storage (1st, 7th, 14th and 21st days). The dry matter, protein, ash, titration acidity, pH and serum separation values of the samples varied between 8.58-10.71%, 2.81-3.87%, 0.51-0.65%, 0.63-0.76%, 4.25-4.35 and 57.15-67.29%, respectively. Samples exhibited pseudoplastic behaviour as a characteristic of non-Newtonian fluids, according to viscosity and rheological analysis results. A decrease occurred in viscosity and flow properties with the Aloe vera gel addition. Total phenolic contents, ABTS and DPPH values changed between 101.31-333.61 mg GAE/L, 83.85-99.47 mg TE/L and 473.51-615.54 mg TE/L, respectively. It was observed that total phenolic contents decreased while ABTS values increased with Aloe vera gel addition. In the GC-MS volatile component analysis, 44 volatile compounds were determined, mainly heptanoic acid ethyl ester, acetoin and acetic acid ethyl ester. 1-Hexanol, benzyl alcohol and 2-methyl pentanoic acid were detected due to Aloe vera gel addition. Total aerobic mesophilic bacteria, yeast-mold, *Lactobacillus*, *Lactococcus*, total coliform and *Escherichia coli* were counted in microbiological analysis and the results were in range with legislation. Sensory analysis was performed and samples had acceptable scores. A symbiotic fermented beverage produced by using Aloe vera gel as a substrate for lactic acid fermentation may have a greater impact on health than individual prebiotics and probiotics. Therefore, industrial production of this novel fermented milk product is recommended.

Keywords: fermented milk product, probiotic, beverage, medicinal and aromatic plant

1. GİRİŞ

Dünya genelinde gıda talebi her geçen gün artmakta ve bu talebi karşılamaya yardımcı olabilecek yeni ürünlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bununla birlikte gıda kalitesine verilen önem de giderek artmakta ve gıdaların sadece besleyici özellikleri değil, aynı zamanda temel vücut fonksiyonlarını düzenleyebilen ve bunu kimyasal kullanmadan yapabilen doğal maddeler içermesi önem kazanmaktadır. Söz konusu özelliklerin tümüne sahip olan fermente süt ürünleri, beslenmede önemli yer tutmaktadır.

Yoğurt, peynir, kefir ve kıymız, sütün başta laktik asit bakterileri (LAB) olmak üzere belirli mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen, farklı kıvam ve aromaya sahip fermente süt ürünleridir (Taşkın ve Bağdathoğlu, 2011). Arkeolojik kalıntılar, gıdalardaki fermentasyon sürecinin binlerce yıl önce tesadüfen keşfedildiğini göstermiştir. Zamanla fermente gıdaların daha uzun depolama ömrüne sahip olması ve fermente edilmemiş gıdalara kıyasla besin değerinin daha yüksek olduğunun ortaya çıkmasıyla fermentasyon teknolojisi yaygınlaşmaya başlamıştır. Kefir; içeriğinde bulunan bakteri ve mayaların etkisiyle üretilen fermente bir süt içeceği olup, benzersiz bir tada ve fonksiyonel özelliklere sahiptir. Fermentasyon sırasında, çeşitli biyoaktif özelliklere sahip olan peptitler ve ekzopolisakkaritler (EPS) oluşmaktadır. Ayrıca, *in vitro* çalışmalar ve hayvan deneyleri ile kefir ve bileşenlerinin antikarsinogenik, antimutajenik, antiviral ve antifungal özelliklere sahip olduğu ortaya konmuştur (Farnworth, 2005).

Kefir, Doğu Avrupa'dan Moğolistan'a kadar olan bölgelerde uzun yıllardır üretilip tüketilen geleneksel bir fermente süt ürünüdür. Kefir adının, büyük olasılıkla Türkçe mutluluk ve tatmin anlamlarına gelen “kefy” veya “keif” kelimelerinden türediği bildirilmiştir (Pogacis ve diğ, 2013). Özellikle Rusya, Türkiye ve İran'da popüler bir içecek olan kefir, geleneksel olarak sütün kefir taneleri ile fermente edilmesiyle; endüstriyel yöntemde ise tanelerden elde edilen veya izole edilen mikroorganizmaların starter kültür olarak kullanılmasıyla üretilmektedir. Kefir taneleri/starter kültürler, esas olarak LAB ve mayadan oluşan simbiyotik mikroorganizmalar içermektedir. Bu nedenle kefir, içeriğinde yüksek oranda bulunan faydalı mikroorganizmalarla yüksek terapötik etkinliğe sahip, doğal ve probiyotik bir üründür. (Kök-Taş ve diğ, 2013; Ng ve diğ, 2020).

Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller); vitaminler, mineraller, polisakkaritler, amino asitler, antrakinonlar, saponinler, fitosteroller ve salisilik asitler dahil olmak üzere 200'den fazla biyoaktif madde içeren Afrika kökenli tıbbi ve aromatik bir bitkidir (Radha ve Laxmipriya, 2015; Yeturu ve diğ., 2015). Sahip olduğu antimikrobiyal, antiviral, antikarsinojenik, antioksidan ve antienflamatuar özelliklerinden dolayı cilt korumasında ve yaraları iyileştirmek amacıyla Çin, Mısır ve Hint gibi farklı kültürlerde geleneksel bir ilaç olarak kullanılmış (Gao ve diğ., 2019), yararlı etkilerinden dolayı medikal ve kozmetik ürünlerde kullanımı süregelmiştir.

Bitkisel içerikli bileşenler kullanılarak fonksiyonel gıdaların geliştirilmesi, gıda yoluyla sağlığın iyileştirilmesine yönelik artan tüketici talebi nedeniyle genişleme potansiyelini sürdürmektedir. Bu çalışmada da Aloe vera jelinin LAB fermantasyonu için substrat olarak kullanılmasıyla simbiyotik bir içeceğin üretilmesi amaçlanmıştır. Aloe vera jeli ile zenginleştirilen kefirin, tüketicilerin sağlığı üzerinde bireysel prebiyotik ve probiyotiklerden daha büyük bir etkisinin olacağı düşünülmektedir. Bu nedenle bu çalışmada, birçok yararlı etkiye sahip ancak endüstriyel ve akademik olarak gıdalarda kullanımı az sayıda olan Aloe vera jelinden faydalanmak suretiyle bitkisel bazlı yeni bir fermente süt ürünü oluşturulmuştur. Üretilen kefir örneklerine depolama boyunca fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyusal analizler uygulanmıştır. Mevcut çalışmanın daha önce denenmemiş olması sebebiyle gıda sektörüne ve literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, ilaç ve kozmetik alanlarında yaygın kullanımını olan Aloe vera jelinin gıda endüstrisinde yeni kullanım alanlarına sahip olacağı öngörülmektedir.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1 Kefir

Türk Gıda Kodeksi (TGK) Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefir, fermantasyonda, kefir danesine özgü karakteristik mikroorganizmalar olan *Lactobacillus* kefiri, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactobacillus kefirgranum*'dan en az ikisini, laktozu fermente eden mayalardan *Kluyveromyces marxianus* ve etmeyen mayalardan *Saccharomyces* spp.'yi zorunlu olarak içeren bunun yanında *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Lactococcus*, *Acetobacter* ve benzeri bakteri cinslerine ait türler ile farklı maya türlerini de bulundurabilen kefir danelerinin veya starter kültürlerin kullanıldığı fermente süt ürünüdür (Anonim, 2022a). Söz konusu tebliğe göre kefirlerde bulunması gereken bileşim özellikleri, Çizelge 2.1'de yer almaktadır.

Çizelge 2.1 : Kefir bileşim özellikleri (Anonim, 2022a)

Bileşim Özellikleri	Bileşim Özelliklerine Ait Değerler
Süt Proteini* (Kütlece %)	En az 2.7
Süt yağı (Kütlece %)	En fazla 10
Titrasyon asitliği (Laktik asit olarak kütlece %)	En az 0.6
Etanol (% hacim/ağırlık)	-
Toplam Spesifik Mikroorganizma (kob/g)	En az 10^7
Etikette Belirtilen Toplam İlave Mikroorganizma (kob/g) **	En az 10^6
Mayalar (kob/g)	En az 10^3

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

** Bu Tebliğ kapsamında yer alan ürünlerin üretiminde bu tebliğin 4 üncü maddesindeki ürün tanımlarının içerisinde yer alan starter kültürlerle ilave olarak eklenen diğer starter ve/veya yan kültürler

Kefir asidik özellikte (pH=4.0), üretimde kullanılan sütün türüne bağlı olarak yağ ve protein içeren, %0.5-2.0 arasında değişen alkol miktarına sahip, laktik asit, asetik asit, CO₂ ve aromatik bileşiklerce zengin, probiyotik bir fermente süt ürünüdür (Perna ve diğ, 2019). Kefir mikroflorası içinde yer alan LAB, asetik asit bakterileri ve mayalar ile hem laktik asit hem de etil alkol fermantasyonları gerçekleşmektedir. Bu yönüyle diğer fermente süt ürünlerinden

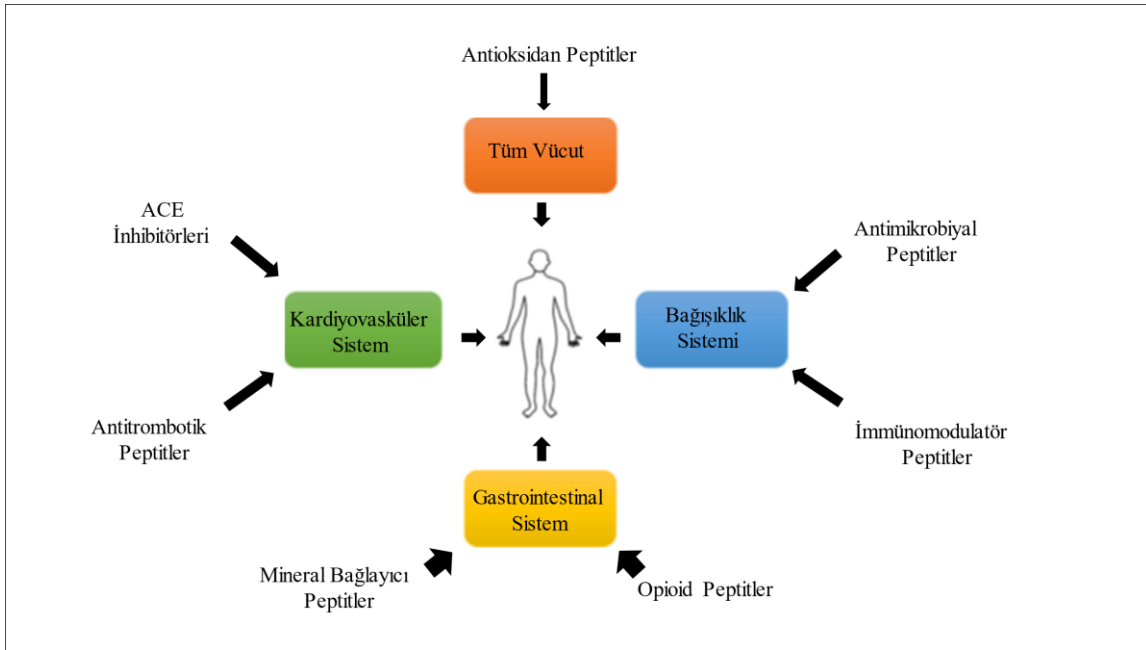
farklılaşan kefirde gerçekleşen metabolik olaylar sonucunda; hafif asidik, dolayısıyla ekşi, köpüklü, hafif alkollü ve ferahlatıcı bir tat ortaya çıkmaktadır (Tomar, 2015).

2.2 Kefirin biyoaktif özellikleri ve sağlık üzerine etkileri

Tüketimi son yıllarda daha popüler hale gelen kefir; antimikrobiyal, antikarsinojenik, antienflamatuar, prebiyotik, probiyotik, yara iyileştirici, kolesterol düşürücü ve laktoz toleransını iyileştirme gibi sağlığa yararlı etkileri nedeniyle fonksiyonel bir gıda olarak kabul edilmektedir (Vimercati ve diğ, 2020).

Kefirin insan sağlığı üzerine faydalı etkileri ülkemizde de araştırılmış ve klinik çalışmalarla oldukça önemli veriler ortaya konmuştur. Yıldırım (2016) tarafından yoğurt, probiyotik yoğurt ve kefir tüketiminin hipertansiyon üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, çalışmaya katılan gönüllülerde kefirin kan basıncını düşürücü ve serum kolesterol değerlerini azaltıcı etkisi tespit edilmiştir. Fermente süt ürünlerini içeren bir beslenme tarzının, kan basıncının düzenlenmesine katkı sağlayacağı bu nedenle kefirin prehipertansif ve evre 1 hipertansif hastalarda kan basıncı düşürücü ürün olarak günlük beslenmede yer tutması gerektiği vurgulanmıştır. Fermente süt ürünlerinin iyi bir protein ve kalsiyum kaynağı olmaları ile sağlığa faydalı probiyotik bakteri içermeleri nedeniyle hipertansiyon hastaların yanı sıra hiperlipidemili bireylerde de yararlı olacağı ifade edilmiştir. Bir başka çalışmada, kefir ve yoğurt gibi fermente gıdaların tüketiminin biyokimyasal parametrelere etkisi incelenmiş; kefir tüketiminin metabolizma için yararlı görünen adipokin düzeyini arttırdığı, kan şekerini düzenlediği ve endojen triglisetid kan düzeyinde karbonhidrat emiliminin kısıtlanması ve adipokinler yoluyla oksidasyonu azalttığı belirtilmiştir (Marancı, 2019). Yüksek fruktoz diyetinin oluşturduğu metabolik sendromda kefirin tedavi potansiyelinin belirlenmesi amacıyla gerçekleştirilen çalışmada ise kefir takviyesinin, yüksek fruktozun neden olduğu hiperinsülinemi ve hipertrigliseridemiye olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir. Kefirin fruktozun oluşturduğu hepatik insülin direncini iyileştirdiği ve fruktozun değiştirdiği fekal mikrobiyota ve inflamatuvar parametreler üzerine düzenleyici etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Şumlu, 2020).

Kefirde fermentasyon sırasında süt proteinlerinden biyoaktif peptitler meydana gelmektedir (Ebner ve diğ, 2015). Zengin bir fonksiyonel bileşen kaynağı haline gelerek opioid, immünomodülatör, antioksidan ve antimikrobiyal gibi birçok aktiviteye sahip olan bu peptitler, fonksiyonel gıdalarda biyoaktif özellikte ingrediyeenler olarak kullanılmaktadırlar (Şekil 2.1). Kefir örneklerinden elde edilen peptit fraksiyonlarının incelendiği bir çalışmada da *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus warneri* 95052 ve *Staphylococcus hominis* suşlarına karşı antimikrobiyal etki belirlenmiştir (Atalay, 2019).



Şekil 2.1 : Kefirde bulunan biyoaktif peptitler ve insan vücudundaki olası hedef bölgeleri (Ebner ve diğ, 2015)

2.3 Farklı bileşenler/yöntemler ile kefir üretim olanaklarının araştırıldığı çalışmalar

Son yıllarda, zenginleştirilmiş kefir bazlı yeni içeceklerin sayısında artış gözlemlenmiştir. Meyve ve sebzeler genellikle bu içeceklerin nutrasötik faydalarını artırabilen ve onlara yeni önemli özellikler kazandırabilen biyoaktif moleküllerin uygun kaynakları olarak görülmüş ve kullanılmıştır. Bu ürünler, tüketicilerin sağlıklı beslenme ve yiyecek-içeceklerin kalitesine verdiği önemin artmasıyla beğeniyle kabul edilmeye başlanmıştır. Bitkisel özlerle zenginleştirilmiş fermente süt ürünleri, antimikrobiyal ve antioksidan özelliklere sahip

biyoaktif bileşiklerin varlığından dolayı önemli fonksiyonel etkiler göstermektedir (Aiello ve diğ, 2020).

Tüketiciler, sağlık sorunları nedeniyle de daha doğal, organik, protein içerikli ve işlenmemiş gıdalara yönelme eğilimi göstermektedir. Bu nedenle bitki bazlı ürünleri tüketicilerin diyetine dahil etmek, uygun bir alternatif haline gelmiştir. Geçmişten günümüze, süt ürünlerinin bitkisel özler ile güçlendirildiği birçok akademik ve endüstriyel çalışma bulunmaktadır. Kefirin sahip olduğu asidik tattan ötürü zaman zaman tüketiciler tarafından tercih edilmediği bilinmektedir. Bu nedenle, farklı tatlara sahip karışık meyveli, ballı-muzlu, çilekli, kayısıli-kara üzümlü, orman meyveli ve yaban mersinli kefirler üretilmeye başlanmıştır (Kabakcı ve diğ, 2020). Literatürde farklı ürünlerle tatlandırılmış kefir üzerine yapılmış çalışmalar bulunmaktadır. Ender (2009) tarafından oligofruktozla zenginleştirilmiş sütte kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve elde edilen üründe depolamanın 1-30. günlerinde fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Kefire bir prebiyotik olan fruktooligosakkarit ilave edilmesinin kefir karakteristiklerine ve kefirde bulunan mikroorganizmalarının canlılık düzeyine etkilerinin belirlenmesinin amaçlandığı çalışmada, elde edilen veriler ışığında “probiyotik” bir ürün elde edildiği sonucuna varılmıştır.

Bir başka çalışmada, pekmez ve erik ilaveli kefir üretimleri gerçekleştirilmiştir (Taş ve diğ, 2014). Üretilen kefir örneklerine depolamanın 1-14. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler gerçekleştirilmiştir. Araştırma sonucunda, toplam fenolik madde ve antioksidan aktivitesi yüksek, alternatif fonksiyonel ürünler geliştirildiği belirtilmiştir.

Kurutulmuş turuncgil kabukları ilaveli kefir üretiminin araştırıldığı çalışmada ise kurutulmuş mandalina, portakal ve limon kabukları kullanılmıştır. Elde edilen kefir örneklerinin mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel özellikleri; depolamanın 1-27. günlerinde incelenmiştir (Cesur, 2014).

Çınar (2019) tarafından farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle kefir üretimi denenmiş ve üretilen kefirlerin depolama boyunca mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve antioksidan özelliklerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. Çalışma sonucunda; farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle elde edilen meyveli kefirler ile biyoaktif bileşenler açısından yüksek değerlere sahip fermente süt ürünleri oluşturulduğu ifade edilmiştir.

Farklı yağ konsantrasyonlarına sahip kefir örneklerine, fermentasyon sonrası köknar balı ve nar suyunun ilaveli edildiği çalışmada, elde edilen ürünlerin fizikokimyasal, reolojik ve duysal özellikleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular neticesinde, yağ konsantrasyonlarının azaltılması ve nar suyu ilavesi ile daha üstün duysal özelliklere sahip kefirlerin elde edilebileceği bildirilmiştir (Dimitreli ve diğ, 2019).

Vimercati ve diğ. (2020) tarafından kahve aroması ilaveli kefir üretimi gerçekleştirilmiş; kahve aromalı kefirin fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerinin geliştirilmesi ve karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışma sonucunda, yüksek kabul edilebilirliğe sahip bir ürün elde edilmiş ve yeni kefir bazlı ürünlerin üretiminde yağsız süt tozu, hazır kahve ve rafine şekerin kullanılabileceği belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada, antosiyanin açısından zengin meyve suları ile takviye edilmiş kefir üretimi yapılmıştır (Kabakcı ve diğ, 2020). Farklı konsantrasyonlarda (%10, %25 ve %50) kara havuç, karadut, nar ve çilek suları ile zenginleştirilmiş kefirlerin duysal, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler, depolama boyunca (4 °C'de 12 hafta) belirlenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlara göre, daha yüksek antioksidan aktivite ve lezzete sahip kefir üretmek için sade kefirin %25 karadut ve çilek suyu ile zenginleştirilmesi önerilmiştir.

Demir (2020) tarafından kuşburnu marmelatı ilaveli kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve söz konusu araştırmada üretilen kefiirlere depolamanın 1-21. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duysal analizler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, kefirde askorbik asit içeriğinin artırılabilceği ve duysal açıdan farklı bir fermente ürün oluşturulabilceği ifade edilmiştir.

Havuç lifi ile zenginleştirilmiş kefir üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada ise yeni bir fonksiyonel ürün ortaya çıkarmak ve havuç posasından elde edilen havuç lifinin alternatif bir kaynak yaratılarak değerlendirilmesi amaçlanmıştır (Yalçın, 2021). Depolamanın 1-14. günlerinde örneklere fiziksel, kimyasal, tekstürel, mikrobiyolojik ve duysal analizler uygulanmış ve elde edilen sonuçlara göre havuç lifinin kefirlerin fiziksel, tekstürel, mikrobiyolojik ve duysal özelliklerini geliştirdiği belirtilmiştir.

Turek ve Wszolek (2021) tarafından, ceviz yağı ilaveli kefir üretimi araştırılmış ve ceviz yağı ilavesi, fermentasyon ve depolama sürecinin; kefirin bileşimi, mikrobiyotası ve yağ asidi

içeriği üzerine etkileri belirlenmiştir. Ceviz yağı ilaveli probiyotik kefirlerin depolama sürecinde orta ve uzun zincirli yağ asitlerinin miktarını arttığı bildirilmiştir.

Kefir üretimi esas olarak inek sütüyle yapılmakla birlikte; keçi, koyun, kısırak ve manda gibi diğer memelilerin sütünden ya da bitkisel kaynaklardan elde edilen sütlerle de gerçekleştirilebilmektedir. Literatürde bu yönde yapılmış araştırmalar bulunmaktadır; farklı yağ oranlarında inek ve manda sütleri kullanılarak kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve örneklerin 21 günlük depolama sırasındaki kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri incelenmiştir. Sonuçlar ışığında; alternatif bir süt çeşidi olarak manda sütünün kefir üretiminde kullanılmasının manda sütünün ekonomik değerin artırılmasına ve manda sütünden yapılan ürünlerin çeşitliliğine katkı sağlayacağı belirtilmiştir (Tomar, 2015).

Kısırak, keçi ve koyun sütü karışımları ile kefir üretiminin araştırıldığı çalışmada, 3 haftalık depolama sürecinde üretilen kefirlerde tekstür profilinin enstrümantal ve duyuşsal özellikler açısından incelenmesi amaçlanmıştır (Cais-Sokolinska ve diğ., 2016). Örneklerin farklı duyuşsal özelliklere sahip olduğu ancak örnekler arasında tekstürel özellikler açısından anlamlı bir fark bulunmadığı bildirilmiştir.

Temiz ve Dağyıldız (2017) tarafından mikrobiyal transglutaminaz, inek ve soya sütü karışımı ile kefir üretimi denenmiş ve 30 günlük depolama süresince örneklerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, mikrobiyal transglutaminazlar ile kefirin tekstürel ve duyuşsal özelliklerinin geliştiği ve tüketiciler tarafından kabul edilebilecek bir ürün oluşturulduğu ifade edilmiştir.

Bir başka çalışmada, yer fıstığı sütü ile kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen kefir örneklerine fizikokimyasal, mikroyapısal ve reolojik analizler uygulanmıştır. Araştırma sonucunda, mikrosıvılaştırılma tekniği kullanılarak uygun konsantrasyonlarla sükröz ilavesi ile yer fıstığı kefirinin üretilbildiği belirtilmiştir (Arslan, 2018).

De Lima ve diğ. (2018) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, koyun sütünden kefir üretimi ve elde edilen ürünün özelliklerinin karakterize edilmesi amaçlanmıştır. Örneklerin kimyasal ve mikrobiyolojik bileşimi değerlendirilmiş ve koyun sütünden elde edilen kefirin, antimikrobiyal ve antioksidan aktiviteye sahip peptitlerle besleyici olarak eksiksiz bir ürün özelliği gösterdiği bildirilmiştir.

Soya sütü ve *Bifidobacterium* türleri kullanımı ile kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve üretilen kefirin aromatik ve fonksiyonel yönleri araştırılmıştır (Karaçalı ve diğ, 2018). Bu alışma kapsamında, geleneksel olarak üretilen kefire eřdeğەر probiyotik mikroorganizmalarca zenginleştirilmiş, biyoyararlanımı ve fonksiyonelliği artırılmış, endüstriyel üretime uygun ve organoleptik özellikleri beğenilen bir kefir üretimi sağlandığı ifade edilmiştir.

Perna ve diğ. (2019) tarafından sulla balı ve biberiye esansiyel yağı ile zenginleştirilmiş eşek sütü ile kefir üretimi araştırılmış ve depolama süresince örneklerin fenolik içeriği ve antioksidan aktivitesinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Depolama sürecinde örneklerde yüksek antioksidan aktivite tespit edildiği ve eşek sütü ilaveli kefirin duyusal analizlerde panelistler tarafından kabul gören düzeyde puanlar aldığı belirtilmiştir.

Bir başka çalışmada, yüksek basınçlı homojenize fındık sütünden fonksiyonel kefir üretimi araştırılmış, soğuk sıkım fındık yağı atık ürünün kefirin zenginleştirilmesinde değerlendirilmesi amaçlanmıştır. Fındık sütünün kefir mikroorganizmalarının fizikokimyasal, reolojik, yapısall, biyoaktif özellikleri, organik asit profilleri ve canlılığı üzerindeki etkisi depolama süresince incelenmiştir. Fındık sütü ilavesi ile kefir örneklerinde viskozite, kıvam indeksi, su tutma kapasitesi, toplam fenolik bileşik içeriği, antioksidan kapasitesi ve ekzopolisakkarit içeriğinde artış gözlemlendiği bildirilmiştir (Atalar, 2019).

Badem sütünden ballı ve muzlu kefir üretiminin araştırıldığı çalışmada; vejetaryen/laktoz intoleransı/kalp-damar hastalığı/diyabet hastası olan tüketicilere yönelik alternatif bir ürün üretilmesi amaçlanmıştır (Erol, 2020). Depolama sürecinde (1-14.günler) rneklerinin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri belirlenmiştir. Analiz sonuçları doğrultusunda, kefir üretiminde inek sütü ikamesi olarak badem sütünün kullanılabileceği ifade edilmiştir.

Ataman (2020) tarafından gerçekleştirilen çalışmada ise laktozlu ve laktozsuz sütten ilek püresi ilaveli kefir üretimi araştırılmış ve depolama sürecinde (1-21. günler) rneklerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyusal özellikleri incelenmiştir. Söz konusu çalışma ile laktoz intoleransına sahip tüketiciler için alternatif bir ürün tasarlandığı ve %15 oranında ilek püresi ilaveli örneğın endüstriyel üretiminin önerildiği belirtilmiştir.

2.4 Aloe vera

Aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) Asphodelaceae (Liliaceae) familyasına ait, Afrika kökenli tıbbi ve aromatik bir bitkidir (Şekil 2.2). Aloe vera jeli yüksek bir su içeriğine (%95-99) sahiptir ve farklı karbonhidratlara ek olarak proteinler, lipitler, amino asitler, vitaminler, enzimler, inorganik bileşikler ve küçük organik bileşikler içermektedir (Cuvas-Limon ve diğ, 2016). Aloe vera'nın kimyasal bileşenleri Çizelge 2.2'de sunulmuştur.



Şekil 2.2: Aloe vera (Anonymous, 2022a)

Çizelge 2.2: Aloe vera'nın kimyasal bileşenleri (Hamman, 2008; Cuvas-Limon ve diğ, 2016)

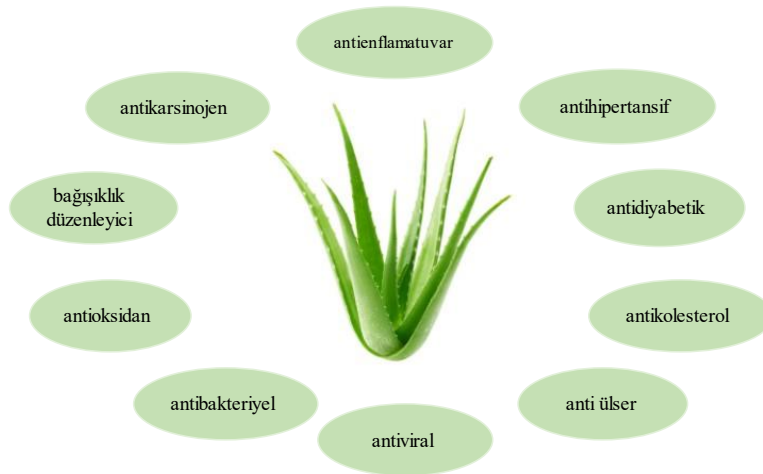
Grup	Bileşik
Antrakinonlar	Aloetik asit, sinamik asit, barbaloin, krisofanik asit, emodin, aloe emodin, sinamik asit ester, aloin, izobarbaloin, antrasen.
Vitaminler	Folik asit, B1 vitamini, C vitamini, E vitamini, B vitamini, β -karoten.
Mineraller	Kalsiyum, magnezyum, potasyum, çinko, sodyum, bakır, demir, manganez, fosfor, krom
Karbonhidratlar	Selüloz, galaktoz, glukoz, ksiloz, mannoz, arabinoz, aldopentoz, glukomannoz, fruktoz, acemannan, pektin, L-ramnoz
Enzimler	Amilaz, siklooksidad, karboksipeptidaz, lipaz, bradikinas, katalaz, oksidaz, alkalın fosfataz, ksiloksijenaz, süperoksit dismutaz
Lipitler ve organik bileşikler	Steroidler, salisilik asit, potasyum sorbat, trigliseritler, lignin, ürik asit, saponinler, giberelin, triterpenler
Amino asitler	Alanin, aspartik asit, arjinin, glutamik asit, glisin, histidin, izölösın, lisin, metiyonin, fenilalanin, prolin, tirozin, treonin, valin

2.5 Aloe vera'nın biyoaktif özellikleri ve sağlık üzerine etkileri

Aloe vera; kardiyovasküler hastalıklar, karsinogenez ve yaşlanma ile ilişkili oksidasyon reaksiyonlarına sebep olan serbest radikalleri azaltma özelliğine sahip askorbik asit, tokoferoller ve fenolik bileşikler gibi gerekli mikro besinlerin ve fitokimyasalların kaynağıdır (Loots ve diğ, 2007; Miranda ve diğ, 2009). Antimikrobiyal, laksatif, antienflamatuar, antitümör, antidiyabetik, antialerjik, hipoglisemik, gastroprotektif, immünomodülatör ve yara iyileştirici etkilere sahip olduğu ortaya konan Aloe vera, radyasyona karşı koruma ve antioksidan aktivite başta olmak üzere birçok biyolojik aktiviteye sahiptir. (Choi ve Chung, 2003; Jones, 2008; Lucini ve diğ, 2012; Pellizzoni ve diğ, 2012). Aloe vera'nın sahip olduğu tüm bu biyolojik aktivitelerinin, tek bir kimyasal maddenin etkisinden ziyade birkaç bileşiğin sinerjistik etkisiyle ilişkili olabileceği belirtilmiştir (Hamman, 2008; Dagne ve diğ, 2000).

2.6 Aloe vera'nın endüstriyel olarak kullanımı

Aloe vera'nın farmakolojik etkileri (Şekil 2.3) sayesinde Aloe vera jeli, ekstraktı, meyve suyu ve tozu gibi ürünler, GRAS (Generally Recognized as Safe- Genellikle Güvenli Kabul Edilir) maddeler olarak kabul edilmiş (Anonymous, 2023) ve bu ürünlerin gıda, ilaç ve kozmetik endüstrilerindeki uygulamaları popüler hale gelmiştir (Kumar ve diğ, 2022).



Şekil 2.3: Aloe vera ve fonksiyonel özellikleri (Kumar ve diğ, 2022)

Aloe vera'dan elde edilen ürünlerin sağlık, kozmetik, kimya ve kişisel bakım ürünlerinde imalatının artması, yüz milyonlarca dolar değerinde bir sanayi sektörü meydana getirmiştir (Hamman, 2008; Kumar ve diğ, 2022). Bu doğrultuda, tüketiciler tarafından Şekil 2.4'te yer alan ürünler, gıda endüstrisinde yer bulmuştur.



Şekil 2.4: Aloe vera kullanılarak üretilen gıda ürünleri (Anonymous, 2022b; Anonim 2022b)

Aloe vera jeli, yara iyileştirici özelliğinden dolayı kozmetik ve ilaç endüstrilerinde akne, egzama ve sedef hastalıklarının tedavisinde kullanılmaktadır (Vázquez ve diğ, 1996; Ijaz ve diğ, 2022). Aloe vera jelinin sahip olduğu yatıştırıcı ve nemlendirici etkiler nedeniyle, Şekil 2.5'te yer verilen ürünler başta olmak üzere; sabun, nemlendirici krem, şampuan ve deterjan gibi pek çok ürünün imalatında Aloe vera jeli ham madde olarak kullanılmaktadır.



Şekil 2.5: Aloe vera kullanılarak üretilen temizlik, kozmetik ve kişisel bakım ürünleri (Anonymous, 2022b; Anonim, 2022c)

2.7 Aloe vera katkılı gıdaların üretim olanaklarının araştırıldığı çalışmalar

Tüketici beğenisinin arttırılması amacıyla daha önce farklı meyve, sebze ve aroma ilaveli kefirler üretilmiş ve örnek çalışmalar yukarıda özetlenmiştir. Literatürde Aloe vera bitkisinin gıdalarda kullanıldığı çalışmalar da mevcuttur. Söz konusu araştırmalarda, Aloe vera'nın gıdalarda kullanımının genellikle fermente süt ürünleri üzerine olduğu gözlemlenmiştir.

Jimborean ve diğ. (2021) tarafından Aloe vera jel mikrokapsülleri, kekik esansiyel yağı ve keçi sütü ile sürülebilen peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Farklı araştırmacılar tarafından Aloe vera jeli ve ultrafiltrasyon tekniği kullanılarak beyaz peynir üretimi yapılmıştır (Sajadi ve Bahramian, 2015; El-Sayed ve El-Sayed, 2020). Bununla birlikte, Hindistan ve İran'da Aloe vera ile zenginleştirilmiş yoğurt üretimleri denenmiştir (Panesar ve Shinde, 2012; Niko ve diğ, 2016; Govindammal ve diğ, 2017).

Hindistan'da Aloe vera katkılı probiyotik dahi (yoğurt benzeri geleneksel bir fermente süt ürünü) üretilmiş; fizikokimyasal, duyuşal ve tekstürel özellikleri analiz edilerek probiyotik bakteri sayımı yapılmıştır (Hussain ve diğ, 2016). Rezazadeh-Bari (2019) tarafından da Aloe vera jeli ilaveli ayran üretimi gerçekleştirilmiştir.

Aloe vera'nın kimyasal bileşimi ve yapısı dikkate alındığında, önemli ve doğal bir prebiyotik kaynağı olduğu, prebiyotik özelliklerinin yanı sıra, gıda endüstrisi için değerli bir fonksiyonel bileşen olduğundan probiyotik ve fermente gıdaların üretiminde LAB'lar için alternatif bir substrat olarak kullanılması gerektiği belirtilmiştir (Cuvas-Limon ve diğ, 2016).

İnsan sağlığına etkileri ile önemli bir fonksiyonel gıda olan kefir, farklı yöntem ve bileşenler ile üretilmiş olup karakteristikleri birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir. Güçlü tıbbi etkilere sahip olması nedeniyle farklı sektörlerde yer bulan Aloe vera bitkisinin mevcut çalışma kapsamında kefir formülasyonuna eklenmesi sonucu elde edilecek yeni formülasyonlu bir fermente içeceğin ise biyoaktif ve organoleptik açıdan öne çıkan özelliklere sahip olacağı öngörülmektedir. Daha önce denenmemiş olan bu çalışmanın, literatüre ve gıda endüstrisine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

Bu çalışmada yerel marketlerden temin edilen yarım yağlı UHT inek sütü (Birşah, İzmir, Türkiye), liyofilize kefir starter kültürü (KF1 A 10 U, Maysa Gıda San. ve Tic. A.Ş., İstanbul, Türkiye) ve yerel bir seradan (Antalya, Türkiye) temin edilen Aloe vera yaprakları kullanılmıştır (Şekil 3.1). Çalışmada kullanılan yarım yağlı UHT inek sütünün %1.5 yağ, %4.7 karbonhidrat ve %2.8 protein içerdiği bildirilmiştir. Gelişmiş (en az 2.5 yıllık) Aloe vera yaprakları hasat edilerek Malatya'ya transfer edilmiş ve tekniğine uygun olarak soyularak Aloe vera jeli elde edilmiştir (Şekil 3.2).



Şekil 3.1: Kefir üretiminde kullanılan UHT süt, starter kültür ve Aloe vera yaprakları

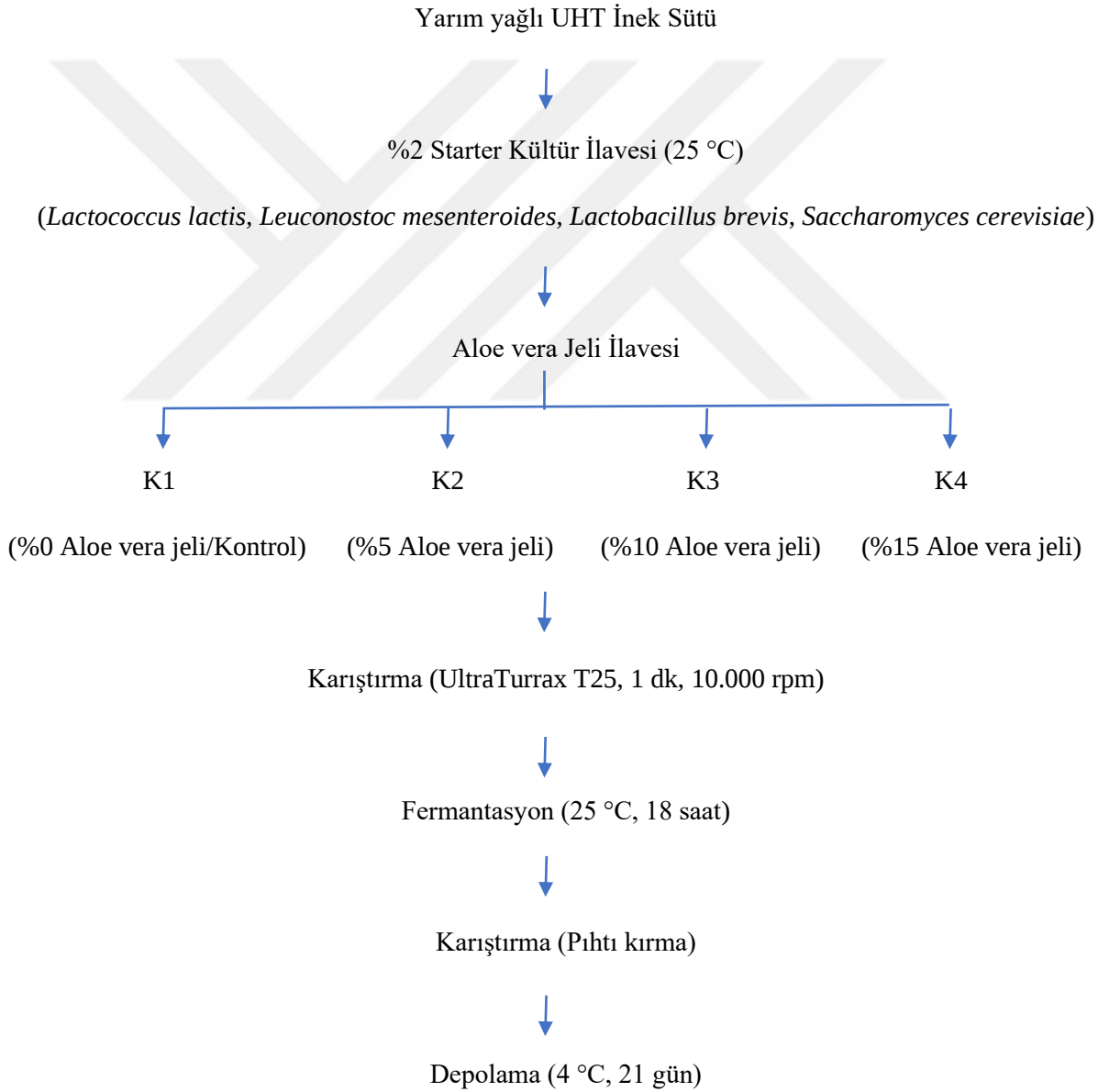


Şekil 3.2 : Aloe vera yaprakları ve elde edilen Aloe vera jeli

3.2 Yöntem

3.2.1 Kefir üretimi

Kefir örnekleri, Şekil 3.3'teki üretim akış şemasına ve Çizelge 3.1'de yer alan deney tasarımına göre üretildikten sonra şişelere doldurulup 4 °C'de 21 gün depolanmıştır. Şekil 3.4'te üretilen kefir örnekleri yer almaktadır. Depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde örneklere fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyusal analizler uygulanmıştır. Kefir üretimi 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3 : Aloe vera ilaveli kefir üretimi akış şeması

Çizelge 3.1 : Kefir üretiminin deney tasarımı

Materyal /Örnek Kodu	K1	K2	K3	K4
Süt	2 L	1.9 L	1.8 L	1.7 L
Starter kültür	%2	%2	%2	%2
Aloe vera jeli	-	100 mL (%5)	200 mL (%10)	300 mL (%15)



Şekil 3.4 : Üretilen kefir örnekleri

3.2.2 Analizler

3.2.2.1 Kimyasal analizler

Toplam kuru madde tayini için örnekler etüvde (Nüve, FN 032/055/120, Türkiye) kurutulup sonuçlar % olarak hesaplanmıştır (AOAC, 1984). Toplam protein tayini, Kjeldahl yöntemine göre gerçekleştirilmiştir (AOAC, 2012). Toplam kül tayini için önceden darası alınmış krozelere 5 g örnek konulmuş, örnekler 525 ± 1 °C’de kül fırınında (Carbolite-Gero, UK) sabit ağırlığa ulaşıncaya dek yakılmış ve ardından elde edilen kül miktarı tartılmıştır (AOAC, 1997).

3.2.2.2 Titrasyon asitliği tayini

Homojenize edilmiş 10 g örnek 100 mL'lik erlen içerisinde tartılmıştır. Ardından 5 damla %2 hacimli fenolftalein belirteç çözeltisinden eklendikten sonra 0.1 N NaOH ile 30 sn süresince kaybolmayan açık pembe renk oluşuncaya kadar titrasyon yapılmıştır. Harcanan alkali miktarı kaydedilmiş ve örneklerin titrasyon asitlikleri % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (AOAC, 1990).

3.2.2.3 pH tayini

pH metrenin (Mettler Toledo, S220, ABD) kullanılması suretiyle örneklerde pH ölçümü yapılmıştır.

3.2.2.4 Serum ayrılması

Kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerinin ölçülmesi için darası alınmış falkon tüplerine 5 g örnek tartılarak $2500 \times g$ 'de ve 4°C 'de 10 dk santrifüj (Hettich 320 R Tutlingen, Almanya) edilmiştir. Ardından süpernatant miktarı tartılmış ve örneklerin serum ayrılması değerleri aşağıdaki denkleme göre hesaplanmıştır (Temiz ve Dağyıldız, 2017).

$$\text{Serum ayrılması (\%)} = \left(\frac{m_2}{m_1} \times 100 \right) \quad (3,1)$$

m_1 : Örnek miktarı (g)

m_2 : Süpernatant miktarı (g)

3.2.2.5 Viskozite tayini

250 mL'lik cam beherlere alınan örneklerin viskozite değerleri, rotasyonel bir viskozimetre (Brookfield Viscometer - DV-II Pro, ABD) ile belirlenmiştir. Viskozimetrede 3 numaralı spindle kullanılarak 4°C 'de yapılan ölçümlerde, dönme hızı (rpm) değerlerine karşılık viskozite değerleri mPa.s (miliPaskal saniye) cinsinden ölçülmüş ve grafikleri çizilerek örneklerin akış tipi belirlenmiştir (Ozer ve diğ, 1997).

3.2.2.6 Renk analizi

Renk ölçüm cihazı ile (Minolta, CR-5, Japonya) örneklerin renk analizi yapılmış ve CIE (L^* , a^* , b^*) renk değerleri belirlenmiştir. Her bir değer için 6 ölçüm yapılmış ve ortalama değerler alınmıştır. “ L^* ” değeri parlaklığı belirtmekte ve 0-100 arasında değişebilmektedir. “ a^* ” değeri ise kırmızılık değeridir. Pozitif “ a^* ” değeri kırmızılığı, negatif “ a^* ” değeri yeşil rengi temsil etmektedir. “ b^* ” değeri sarılık değeridir. Pozitif “ b^* ” değeri sarılığı, negatif “ b^* ” değeri maviliği ifade etmektedir (McGuire, 1992). Kroma değeri (C) ise doygunluğu ifade etmektedir. Toplam renk değişimi (ΔE), doygunluk (C) ve ton açısı ($^{\circ}H$) aşağıdaki formüller kullanılarak hesaplanmıştır (Polatçı, 2008).

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0)^2 + (b^* - b_0)^2 + (a^* - a_0)^2} \quad (3,2)$$

$$C = \sqrt{(a^*)^2 + (b^*)^2} \quad (3,3)$$

$$H = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right) \quad (3,4)$$

3.2.2.7 Toplam fenolik bileşen analizi

Aloe vera jeli ve kefir örneklerinden 40 μ L alınmış, üzerine 3.16 mL su ve 200 μ L Folin reaktifi (Merck, Darmstadt, Almanya) ilave edilmiştir. Örnekler vortekste (Heidolph, D-91126, Schwabach, Almanya) 1 dk karıştırmanın ardından 5 dk karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin üzerlerine daha sonra 600 μ L %2’lik Na_2CO_3 ilave edilmiştir. Örnekler oda sıcaklığında ve karanlıkta 120 dk bekletilmiş ve spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japonya) 765 nm’de okumaları yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda (1-1000 ppm) gallik asit çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Sonuçlar mg Gallik Asit Eşdeğeri/L örnek (mg GAE/L) olarak verilmiştir (Singleton ve diğ, 1999).

3.2.2.8 Antioksidan aktivite tayini

Antioksidan aktivite tayini için 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi yöntemi ve 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) radikal söndürücü kapasite yöntemi kullanılmıştır.

ABTS^{•+} Yöntemi

2.45 mM potasyum persülfat kullanılarak 10 mL'lik 7 mM ABTS^{•+} çözeltisi hazırlanmıştır. Çözelti karanlıkta 16 saat süresince bekletilmiş ve süre sonunda etil alkol kullanılarak 734 nm'deki absorbansı 0.700 ± 0.02 olacak şekilde ayarlanmıştır. Daha sonra 0.5 mL örnek alınmış ve 0.5 mL etanol ile seyreltilmiştir. Ardından 13.500 rpm ve 4 °C'de 10 dk santrifüj (Hettich 320 R Tutlingen, Almanya) yapılmıştır. Süpernatanttan 100 µL alınmış ve üzerine 0.700 nm'ye ayarlanmış ABTS^{•+} çözeltisinden 2.4 mL eklenmiştir. Örnekler vortekste (Heidolph, D-91126, Schwabach, Almanya) karıştırmanın ardından 10 dk karanlık ortamda bekletilmiş ve daha sonra etanole karşı spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japonya) 734 nm'deki absorbans değerleri belirlenmiştir. Farklı konsantrasyonlarda (1-80 ppm) Trolox çözeltileri hazırlanarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Sonuçlar mg Trolox Eşdeğeri/L örnek (mg TE/L) cinsinden belirtilmiştir (Xu ve diğ, 2010).

DPPH[•] Yöntemi

100 mL metanol ile 2.5 mg DPPH[•] reaktifi karıştırılarak DPPH[•] çözeltisi hazırlanmıştır. Örneklerden 0.5 mL alınarak 0.5 mL metanol ile seyreltilmiştir. 13.500 rpm ve 4 °C'de 10 dk santrifüj (Hettich 320 R Tutlingen, Almanya) yapılmıştır. Daha sonra süpernatanttan 100 µL alınmış ve üzerine 3.9 mL DPPH[•] çözeltisi eklenmiştir. Ardından örnekler vortekste (Heidolph, D-91126, Schwabach, Almanya) karıştırılmış ve 45 dk karanlıkta bekletilmiştir. Örneklerin spektrofotometrede (Shimadzu, UV-1800, Kyoto, Japonya) metanole karşı 517 nm'de okumaları yapılmıştır. Farklı konsantrasyonlarda (1-500 ppm) trolox çözeltileri hazırlanmış ve kalibrasyon eğrisi çizilerek sonuçlar mg TE/L cinsinden verilmiştir (Lucena ve diğ, 2010).

3.2.2.9 GC-MS ile uçucu bileşen analizi

Uçucu organik bileşiklerin katı faz mikro ekstraksiyon (SPME) yöntemine göre eldesi sağlanmıştır. 15 mL’lik SPME viallerine 5 g örnek eklenmiştir. İç standart olarak metanolde hazırlanmış 300 ppm “2-methyl-3-heptanone” çözeltisinden 10 µL örneklere ilave edilmiştir. DVB/CAR/PDMS (Divinylbenzene / Carboxen / Polydimethylsiloxane; 50/30 µm coating thickness; Supelco, Bellefonte, PA, ABD) fiber ekstraksiyon işlemi için kullanılmıştır. Viallerin ısıtıcı üzerinde 40 °C’de 30 dk tutulmasının ardından tepe boşluğuna (headspace) fiber enjekte ederek 30 dk süreyle adsorpsiyon işlemi gerçekleştirilmiştir. Uçucu organik bileşiklerin tanımlanması ve miktar tayini DB-WAX kapiler kolon (60 m × 0.250 mm × 0.25 µm, J&W Scientific, Falsom, CA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sıcaklık programı için kolon 40 °C’de 2 dk bekletilmiş ve ardından dakikada 5 °C artarak kolon sıcaklığı 240 °C’ye çıkarılmıştır. Bu sıcaklıkta 6 dk beklendikten sonra analiz sonlandırılmıştır. Helyum taşıyıcı gaz olarak kullanılmış ve akış hızı 1.0 mL/dk olarak ayarlanmıştır. Detektör ve enjektör sıcaklıkları 250 °C’de tutulmuş, kütle spektrometresi ile 1 sn aralıklarla 33–450 kütle/yük (m/z) arasında tarama yapılmıştır. Uçucu organik bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu /GC2010-GC MS-QP2010 (Kyoto, Japonya) gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu/QP–2010 kütle spektrometresi sistemi kullanılmıştır. Piklerin tanısı, MS kütüphanelerin (NIST ve WILEY) karşılaştırılması ile gerçekleştirilmiştir. Uçucu bileşiklerin miktarları, piklerin tanımlanmasının ardından sisteme örnekle birlikte verilen iç standartların pik alanlarına göre hesaplanmış ve µg/g örnek olarak verilmiştir (Korkmaz ve diğ, 2020).

3.2.2.10 Peptit profilinin belirlenmesi

Kefir örneklerinin peptit profili Shimadzu LC 20 AD Prominence HPLC (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya) kullanılarak ters faz yüksek performanslı sıvı kromatografisi (RP-HPLC) ile belirlenmiştir. Ayırma işleminde Zorbax 300 SB C18 (4.6 x 250 mm, ABD) kolon kullanılmıştır.

RP-HPLC’de kullanılan çözeltiler:

A; %0.1 (v/v) trifloroasetik asit (TFA, Sigma, St Louis, ABD) HPLC kalitesindeki deiyonize suda (Milli-Q system, Waters Corp., Molshem, Fransa) hazırlanmıştır.

B; %0.1 (v/v) TFA, asetonitrilde (Fluka $\geq$ 99.5, Sigma-Aldrich Chemie, CH-9471 Buchs, ABD) hazırlanmıştır. Çözeltinin akış hızı 0.75 mL/dk olarak ayarlanmıştır.

Kefir peptitlerinin izole edilebilmesi amacıyla örnek hazırlama aşamasında ilk olarak kazeinlerin uzaklaştırılması için örneklerden 6 g tartılmış, $1100 \times g$ ’de ve 4 °C’de 30 dk santrifüj (Hettich 320 R Tuttlingen, Almanya) edilmiştir. Santrifüjlenen örneklerden elde edilen süpernatantlar, katı-faz ekstraksiyon kartuşlarına vakum pompa ve manifoldlu süzme düzeneği kullanılarak, asetonitril, A çözeltisi ve bunların karışımıyla beraber eklenmiştir (Ebner ve diğ, 2015). SPE kartuşa ilk olarak 2 mL asetonitril ve 2 mL A çözeltisi ilave edilerek kartuşun şartlandırılması sağlanmıştır. Ardından 1 mL örnek ve 2 mL A çözeltisi ilave edilmiş ve sistemden atığın çıkışı sağlanmıştır. Son olarak sisteme 2 mL asetonitril-A çözeltisi (60:40) karışımından ilave edilmiş ve elde edilen fraksiyonlar 0.45 μ m selüloz asetat filtreden (Sterlitech Corp. WA, ABD) geçirilmiştir. Elde edilen filtrattan 40 μ L örnek alınarak sisteme enjekte edilmiştir. Akış programı Çizelge 3.2’de sunulmuş olup, değerlendirme ise 214 nm’de yapılmıştır.

Çizelge 3.2 : RP-HPLC peptit profili analizinde (A) ve (B) çözeltilerinin kolondan geçiş oranları

Süre (dk)	A çözeltisi (%)	B çözeltisi (%)
0	0	0
5	100	0
60	80	30
75	50	50
80	40	60
85	5	95
90	5	95
95	100	0
105	100	0

3.2.2.11 Reolojik analiz

Kefir örneklerinin akış özellikleri reometre cihazı (Anton Paar MCR301, Almanya) kullanılarak belirlenmiştir. PP25 paralel plaka kullanılmış, gap değeri 1 mm olarak ayarlanmış ve plakalar arası 30 mm boşluk bırakılmıştır. 0.1-10 Hz frekans aralığında, %1 gerinim ve 20 °C’de gerçekleştirilen analizlerde yaklaşık 1 g örnek paralel plakalar arasına yerleştirilmiştir. Veriler, Anton Paar Software kullanılarak elde edilmiştir. Kayma hızı (1/s) değerlerine karşılık kayma gerilimi (Pa) değerleri belirlenerek örneklerin akış tipi belirlenmiştir. Frekans (Hz) değerlerine karşılık depolama modülü (G') ve kayıp modülü (G'') değerleri hesaplanarak örneklerin jel özellikleri belirlenmiştir (Bensmira ve diğ, 2010).

3.2.2.12 Mikrobiyolojik analizler

1 mL kefir örneği %0.85’lik FTS ile karıştırılıp uygun dilüsyonlar hazırlanmıştır. Farklı grup mikroorganizmalar için önceden hazırlanan petri kutularına, hazırlanan dilüsyonlarından 0.5 mL alınmış ve steril drigalski spatülü kullanılarak yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Ekimler 2 paralel olarak gerçekleştirilmiş ve petrilere oluşan koloni sayıları logaritmik transformasyona tabi tutulmuştur. Örneklerdeki canlı mikroorganizma sayıları $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir.

Toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB) sayımı:

PCA (Plate Count Agar, LAB M Limited, UK) besiyerinden 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve PCA besiyerine yayılmıştır. 37 ± 0.5 °C’de 2 ± 2 gün süre ile gerçekleştirilen inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılmış, koloniler ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış ve TAMB sayısı $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Harrigan, 1998).

Maya-küf sayımı:

PDA (Potato Dextrose Agar, LAB M Limited, UK) besiyerinden 15 mL petri kutusuna dökülmüş ve pH’nın 3.5’e ayarlanması amacıyla %10 tartarik asit çözeltisinden ilave edilmiştir. PDA besiyerine yayma yöntemiyle ekim yapılmış ve petri kutuları 25 ± 0.5 °C’de 4 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış, sonuçlar $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Frank ve diğ, 1985).

Laktobasil sayımı:

MRS Broth (De man, Rogosa and Sharpe Broth, LAB M Limited, UK) ve Agar (Liofilchem, İtalya) kullanılarak MRS Agar hazırlanmış ve 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve MRS besiyerine yayılmıştır. 37 ± 0.5 °C'de 2 ± 2 gün süre ile gerçekleştirilen inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış ve *Lactobacillus* spp. sayısı $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Dave ve Shah, 1996).

Laktokok sayımı:

M17 Agar (Sigma-Aldrich, Almanya) besiyeri hazırlanmış ve 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve M17 besiyerine yayılmıştır. 37 ± 0.5 °C'de 2 ± 2 gün süre ile gerçekleştirilen inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış ve *Lactococcus* spp. sayısı $\log_{10}$ kob/ mL olarak belirlenmiştir (Harrigan, 1998).

Koliform sayımı:

VRBA (Violet Red Bile Agar, LAB M Limited, UK) besiyeri hazırlanmış ve 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve VRBA besiyerine yayılmıştır. 37 ± 0.5 °C'de 2 gün süre ile gerçekleştirilen inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış ve koliform sayısı $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Diliello, 1982).

Escherichia coli sayımı

EMB Agar (Sigma-Aldrich, Almanya) besiyeri hazırlanmış ve 15 mL petri kutusuna dökülmüştür. Uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve EMB besiyerine yayılmıştır. 44 ± 0.5 °C'de 2 gün süre ile gerçekleştirilen inkübasyon sonunda gelişen koloniler sayılarak ilgili dilüsyon faktörü ile çarpılmış ve *E.coli* sayısı $\log_{10}$ kob/mL olarak belirlenmiştir (Diliello, 1982).

3.2.2.13 Duyusal analiz

Duyusal analiz, İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde görev yapmakta olan öğretim elemanları, lisansüstü öğrencilerinden oluşan, 24-44 yaşları arasında, eğitilmiş 9 panelistle, 1-10 ölçekli skalaya göre puanlama testi yapılarak gerçekleştirilmiştir (TS 5546, 2009). Depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde gerçekleştirilen analizlerde, kefir örnekleri rastgele numaralandırılmış ve örnekler renk ve görünüş, koku, süt kokusu, fermente koku, bitkisel koku, lezzet, ekşi tat, acı tat, sütlü tat, tekstür, asitlik ve genel kabul edilebilirlik parametreleri için 1-10 ölçekte değerlendirilmiştir. Çizelge 3.3'te duyusal değerlendirme formu yer almaktadır.

Çizelge 3.3 : Duyusal değerlendirme formu

Ürün: Kefir

Panelistin Adı-Soyadı:

Tarih: .../.../.....

Saat:

Duyusal Kalite Parametreleri	88	23	54	39
Renk ve Görünüş				
Koku				
Süt Kokusu				
Fermente Koku				
Bitkisel Koku				
Lezzet				
Ekşi Tat				
Acı Tat				
Sütlü Tat				
Tekstür				
Asitlik				
Genel Kabul Edilebilirlik				

Değerlendirme 1-10 puan arasında yapılmaktadır.

3.2.2.14 İstatistiksel değerlendirme

Sonuçların değerlendirilmesinde SPSS 16.0 (SPSS Inc., ABD) paket programı kullanılmış ve sonuçlar varyans analizine (One-Way ANOVA) tabi tutulmuştur. Örnekler uygulanan farklı işlemlerin (farklı oranlarda Aloe vera jeli ilavesi ve depolama süresi) etkilerinin bir arada görülmesi ve sonuçların yorumlanması için Duncan oklu karşılaştırma testine göre $P<0.05$ önem seviyesinde değerlendirilmiştir.

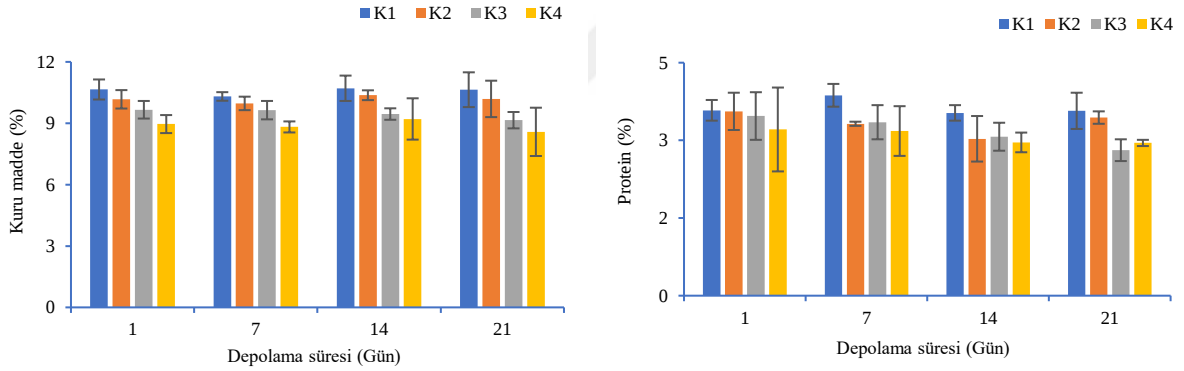


4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu bölümde, Aloe vera jeli ve kefir örneklerine uygulanan fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyu analizi sonuçları değerlendirilmiştir. Depolama sürecinin (1, 7, 14 ve 21. günler) ve Aloe vera jeli ilavesinin analiz sonuçlarına etkisi ayrı ayrı incelenmiştir. Ayrıca sonuçlar, bu konuda yapılmış ve literatürde yer alan başka çalışmalarla da karşılaştırmalar yapılarak tartışılmıştır.

4.1 Toplam kuru madde

Aloe vera jelinde toplam kuru madde oranının 1.03 ± 0.11 olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin toplam kuru madde değerleri ile depolama süresince meydana gelen değişimler, Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’de yer almaktadır.



Şekil 4.1 : Kefir örneklerinin depolama boyunca sahip olduğu toplam kuru madde ve protein oranları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Kefir örneklerinin toplam kuru madde değerleri %8.58-10.71 arasında değişmiş olup örneklere ilave edilen Aloe vera jeli oranı arttıkça toplam kuru madde oranının azaldığı görülmüştür. Bu değişimin, 1. ve 7. depolama günlerinde istatistiksel olarak da önemli olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Söz konusu azalmanın, kefir örneklerine farklı oranlarda ilave edilen Aloe vera jelinin (Çizelge 3.1), örneklerin kütle dengliğinde meydana getirdiği

değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak depolama sürecinin örneklerin toplam kuru madde değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Farklı yağ oranlarına sahip sütler kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefirlerin kalite özelliklerinin belirlendiği çalışmada, inek sütü ve starter kültür ile üretilen kefirlerin depolama sürecinde (1, 7, 14 ve 21. günlerde) toplam kuru madde değerlerinin %9.13-11.11 aralığında olduğu bildirilmiştir (Tomar, 2015). Bir başka çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin toplam kuru madde değerlerinin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) %10.26-10.67 arasında değiştiği ve mevcut çalışmada tespit edildiği gibi, üretilen kefirlerin kuru madde miktarlarındaki değişimin depolamanın 7. gününde ($P<0.05$) ve diğer depolama günlerinde ($P<0.001$) istatistiksel açıdan önemli olduğu ifade edilmiştir (Çınar, 2019). Aidarbekova ve Aider (2022) tarafından elektro-aktif peynir altı suyu ile takviye edilmiş kefirin fiziko-kimyasal, yapısal ve mikrobiyolojik özellikleri ile uçucu bileşen profilinin incelendiği çalışmada, örneklerin toplam kuru madde değerlerinin %9.56-19.91 aralığında bulunduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin toplam kuru madde değerlerinin, literatürdeki kefir çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmektedir.

Çizelge 4.1 : Kefir örneklerinin depolama süresince belirlenen fiziksel ve kimyasal özellikleri

	Depolama Süresi (Gün)	Örnek			
		K1	K2	K3	K4
Toplam kuru madde (%)	1	10.65±0.49 ^{b,A}	10.17±0.45 ^{b,A}	9.66±0.43 ^{ab,A}	8.96±0.44 ^{a,A}
	7	10.31±0.21 ^{b,A}	9.97±0.33 ^{b,A}	9.64±0.45 ^{b,A}	8.82±0.27 ^{a,A}
	14	10.71±0.62 ^{a,A}	10.37±0.24 ^{a,A}	9.45±0.28 ^{a,A}	9.21±1.01 ^{a,A}
	21	10.64±0.85 ^{a,A}	10.19±0.89 ^{a,A}	9.15±0.40 ^{a,A}	8.58±1.18 ^{a,A}
Toplam protein (%)	1	3.58±0.20 ^{a,A}	3.56±0.36 ^{a,A}	3.47±0.46 ^{a,A}	3.21±0.81 ^{a,A}
	7	3.87±0.22 ^{a,A}	3.32±0.04 ^{a,A}	3.35±0.33 ^{a,A}	3.18±0.48 ^{a,A}
	14	3.53±0.15 ^{a,A}	3.03±0.44 ^{a,A}	3.07±0.27 ^{a,A}	2.96±0.19 ^{a,A}
	21	3.57±0.35 ^{c,A}	3.44±0.12 ^{bc,A}	2.81±0.21 ^{a,A}	2.95±0.06 ^{ab,A}
Toplam kül (%)	1	0.57±0.06 ^{a,A}	0.57±0.04 ^{a,A}	0.56±0.05 ^{a,A}	0.51±0.06 ^{a,A}
	7	0.60±0.06 ^{a,A}	0.60±0.05 ^{a,A}	0.58±0.03 ^{a,A}	0.56±0.05 ^{a,A}
	14	0.65±0.03 ^{a,A}	0.62±0.04 ^{a,A}	0.59±0.04 ^{a,A}	0.57±0.03 ^{a,A}
	21	0.62±0.04 ^{a,A}	0.58±0.03 ^{a,A}	0.57±0.04 ^{a,A}	0.55±0.05 ^{a,A}
Titrasyon asitliği (% laktik asit/ 100 mL)	1	0.71±0.01 ^{a,A}	0.69±0.02 ^{a,A}	0.70±0.02 ^{a,A}	0.68±0.04 ^{a,A}
	7	0.76±0.02 ^{c,A}	0.71±0.01 ^{b,A}	0.70±0.02 ^{ab,A}	0.66±0.00 ^{a,A}
	14	0.73±0.03 ^{b,A}	0.71±0.01 ^{b,A}	0.69±0.01 ^{ab,A}	0.66±0.03 ^{a,A}
	21	0.72±0.01 ^{b,A}	0.72±0.04 ^{b,A}	0.66±0.02 ^{ab,A}	0.63±0.02 ^{a,A}
pH	1	4.35±0.00 ^{a,A}	4.33±0.01 ^{a,A}	4.34±0.02 ^{a,B}	4.30±0.04 ^{a,A}
	7	4.33±0.03 ^{a,A}	4.29±0.02 ^{a,A}	4.27±0.04 ^{a,AB}	4.27±0.03 ^{a,A}
	14	4.30±0.03 ^{a,A}	4.29±0.02 ^{a,A}	4.26±0.03 ^{a,AB}	4.28±0.04 ^{a,A}
	21	4.28±0.03 ^{a,A}	4.28±0.04 ^{a,A}	4.25±0.03 ^{a,A}	4.25±0.02 ^{a,A}
Serum ayrılması (%)	1	57.78±1.75 ^{a,A}	61.28±1.29 ^{ab,A}	62.57±2.36 ^{ab,A}	65.79±1.58 ^{b,A}
	7	57.74±2.13 ^{a,A}	64.95±0.95 ^{a,A}	63.94±2.91 ^{a,A}	67.29±1.54 ^{a,A}
	14	57.15±1.79 ^{a,A}	61.14±0.91 ^{a,A}	64.25±0.74 ^{a,A}	63.59±2.68 ^{a,A}
	21	57.83±1.58 ^{a,A}	58.49±1.54 ^{a,A}	65.08±0.68 ^{b,A}	66.84±1.84 ^{b,A}

^{a-c} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-B} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

4.2 Toplam protein

Çalışmada kullanılan Aloe vera jelinin toplam protein miktarının 0.20 ± 0.07 olduğu tespit edilmiştir. Şekil 4.1 ve Çizelge 4.1’de yer aldığı üzere, kefir örneklerinin toplam protein değerleri %2.81-3.87 arasında değişmiştir. TKG Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne (Anonim, 2022a) göre, kefirde toplam protein oranı en az %2.7 olmalıdır. Çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin toplam protein değerlerinin tebliğe uygun olduğu gözlemlenmiştir.

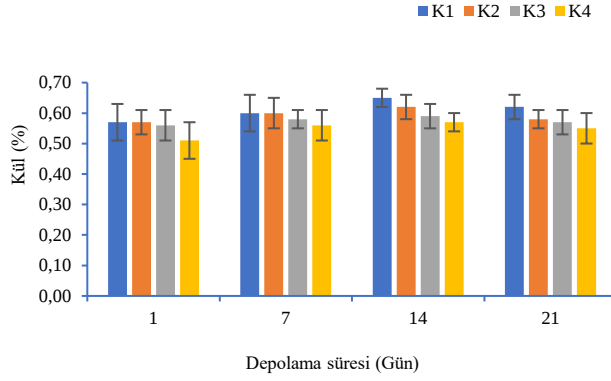
Kefir örneklerinin toplam protein oranlarının Aloe vera jeli ilavesiyle azaldığı görülmüştür. Bu durum, depolamanın 21. gününde istatistiksel açıdan da önemli bulunmuştur ($P < 0.05$). Bu azalışın, toplam kuru madde sonuçlarında da görüldüğü üzere, kefir örneklerine farklı oranlarda ilave edilen Aloe vera jelinin (Çizelge 3.1) %1 düzeyinde kuru madde içermesinden dolayı, Aloe vera jeli oranının artması ile protein miktarlarının da oransal olarak azalmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Ancak depolama sürecinin örneklerin toplam protein değerlerinde önemli bir değişime neden olmadığı gözlemlenmiştir ($P > 0.05$).

Oligofruktozla zenginleştirilmiş süttten üretilen kefirlerin kalitesi üzerine kefir tanesi ve starter kültür kullanımının etkilerinin incelendiği bir çalışmada, starter kültür ile üretilen örneklerin toplam protein değerlerinin depolama süresince (1, 10, 20 ve 30. günlerde) %2.75-3.36 arasında değiştiği bildirilmiştir (Ender, 2009). Farklı diyet lifi kullanımının kefirlerin kalite özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada ise inek sütü ile üretilen kefirlerin toplam protein değerlerinin depolama süresince (1, 7 ve 14. günlerde) %2.76-2.99 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Kef, 2018). Turek ve Wszolek (2021) tarafından kefir taneleri veya kefir starter kültürleri ile üretilen probiyotik kefirin yağ asidi içeriği üzerine ceviz yağının etkisinin incelendiği çalışmada, starter kültür ile üretilen örneklerin toplam protein içeriğinin %3.51-3.54 arasında olduğu belirtilmiştir. Mevcut çalışmada üretilen kefir örneklerinin toplam protein oranlarının, literatürdeki kefir çalışmaları ile benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

4.3 Toplam kül

Kefir örneklerine ilave edilen Aloe vera jelinin toplam kül oranının 0.22 ± 0.00 olduğu görülmüştür. Kefir örneklerinin toplam kül oranları Şekil 4.2 ve Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Kefir örneklerinin toplam kül oranının %0.51-0.65 arasında değiştiği gözlemlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesinin ve depolama sürecinin örneklerin toplam kül değerlerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$).



Şekil 4.2 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam kül oranları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

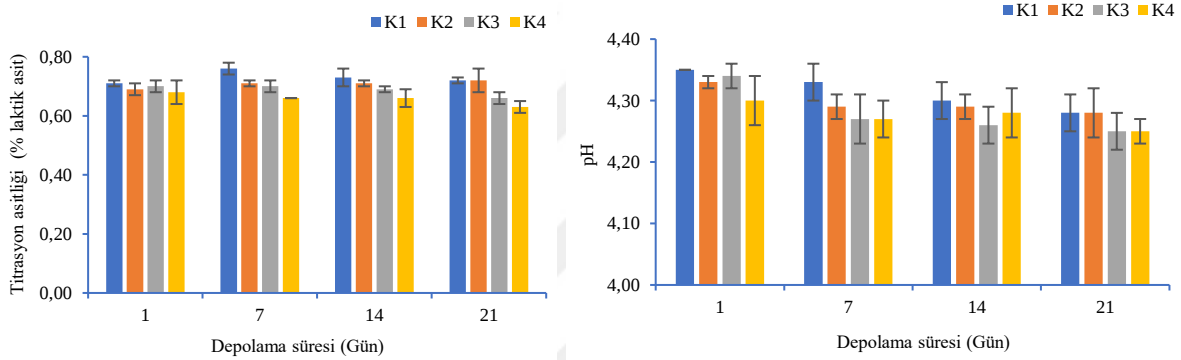
Üretim parametrelerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyusal özellikleri üzerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, starter kültür ile üretilen kefir örneklerinin depolamanın 1. gününe ait ortalama kül değerlerinin 0.70 ± 0.10 olduğu belirtilmiştir (Arslan, 2015). Pekmez ve erik kullanılarak üretilen kefirlerin bazı kalite özelliklerinin incelendiği çalışmada ise örneklerin kül miktarının %0.56-0.66 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Taş ve diğ., 2014). Bir başka çalışmada, farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin toplam kül değerlerinin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) %0.43-0.66 arasında değiştiği bildirilmiştir (Çınar, 2019). Mevcut çalışmada elde edilen bulguların, literatürdeki çalışmaların sonuçlarıyla paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.4 Titrasyon asitliği değerleri

Şekil 4.3 ve Çizelge 4.1’de de sunulduğu üzere kefir örneklerinin titrasyon asitliği (% laktik asit/100 mL) değerleri %0.63-0.76 arasında değişmiştir. TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği’ne (Anonim, 2022a) göre, kefirde titrasyon asitliği (laktik asit olarak ağırlıkça) en az

%0.60 olmalıdır. Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin tebliğe uygun olduğu gözlemlenmiştir.

Aloe vera jeli ilavesinin artışıyla depolamanın 7, 14 ve 21. günlerinde örneklerin titrasyon asitliği değerlerinde azalma gerçekleştiği tespit edilmiştir ($P<0.05$). Bu azalmanın, Aloe vera jelinin kefir örneklerinin asitlik değerini laktik asit cinsinden etkilememiş olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Ancak depolama sürecinin örneklerin titrasyon asitliği değerlerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmadığı görülmüştür ($P>0.05$).



Şekil 4.3 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen titrasyon asitliği ve pH değerleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Antosiyanin açısından zengin meyve suları ile takviye edilmiş kefirin depolama sırasında kalitesinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada, örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin 12 haftalık depolama sürecinde %0.64-1.12 aralığında bulunduğu belirtilmiştir (Kabakcı ve diğ., 2020). Tomar (2015) tarafından farklı yağ oranlarına sahip sütler kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefirlerin kalite özelliklerinin belirlendiği çalışmada, inek sütü ve starter kültür ile üretilen kefirlerin depolama sürecinde (1, 7, 14 ve 21. günlerde) titrasyon asitliği değerlerinin %0.68-0.86 aralığında olduğu bildirilmiştir. Ek kültürlerin kefirin anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesi, organik asit içeriği ve peptit profili üzerine etkisinin incelendiği çalışmada ise örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin 28 günlük depolama sürecinde %0.71-1.04 aralığında bulunduğu ifade edilmiştir (Şanlı ve diğ.,

2018). Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerinin, literatürdeki kefir çalışmaları ile uyumlu olduğu görülmüştür.

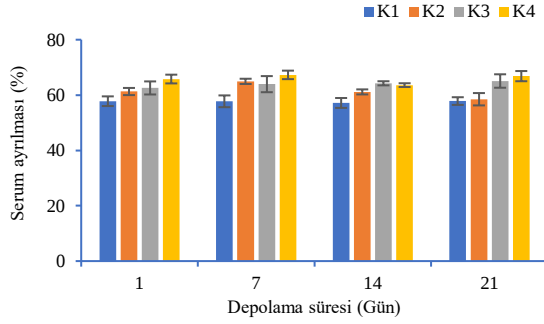
4.5 pH değerleri

Kefir örneklerine ilave edilen Aloe vera jelinin pH değerinin 4.54 ± 0.02 olduğu saptanmıştır. Kefir örneklerinin pH değerlerinin ise 4.25-4.35 arasında değiştiği görülmüştür (Şekil 4.3 ve Çizelge 4.1). Aloe vera jeli ilavesinin ve depolama sürecinin örneklerin pH değerlerine istatistiki olarak anlamlı bir etkisinin olmadığı gözlemlenmiştir ($P > 0.05$).

Mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve Pers gamının (badem ağacı zıncı) geleneksel kefirin özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada, örneklerin pH değerlerinin depolama sürecinde (1, 10, 20 ve 30. günlerde) 4.09-4.48 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Beirami-Serizkani ve diğ., 2021). Kabakçı ve diğ. (2020) tarafından antosiyanin açısından zengin meyve suları ile takviye edilmiş kefirin depolama sırasında kalitesinde meydana gelen değişikliklerin incelendiği çalışmada, örneklerin pH değerlerinin 12 haftalık depolama sürecinde 4.01-4.58 aralığında bulunduğu tespit edilmiştir. Kefir taneleri veya kefir starter kültürleri ile üretilen probiyotik kefirin yağ asidi içeriği üzerine ceviz yağının etkisinin incelendiği çalışmada ise starter kültür ile üretilen örneklerin pH değerlerinin 4.34-4.38 arasında olduğu bildirilmiştir (Turek ve Wszolek, 2021). Mevcut çalışmada üretilen kefir örneklerinin pH değerlerinin, literatürdeki kefir çalışmaları ile benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

4.6 Serum ayrılması değerleri

Çizelge 4.1 ve Şekil 4.4 incelendiğinde kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerinin %57.15-67.29 arasında değiştiği görülmektedir. Mevcut çalışmada, depolamanın 21. gününde Aloe vera jeli ilavesinin artışıyla serum ayrılması değerlerinde artış gözlemlenmiştir ($P < 0.05$). Bu durumun, depolama süresince Aloe vera jeli ilavesi nedeniyle toplam katı madde miktarındaki azalıştan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ancak depolama sürecinin örneklerin serum ayrılması değerlerine etkisinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı belirlenmiştir ($P > 0.05$).



Şekil 4.4 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen serum ayrılması değerleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Bensmira ve Jiang (2012) tarafından fermentasyon süresi, inkübasyon sıcaklığı ve yer fıstığı sütü/yağsız süt oranının kefirin mikroyapı ve fiziksel özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada, örneklerin serum ayrılması değerlerinin yer fıstığı sütü ilavesinin artışı ve fermentasyon sürecinin ilerlemesiyle arttığı belirtilmiştir ($P<0.05$). Yağsız kefir üretiminde yağ ikame maddesi olarak izomaltooligosakkarit kullanımının kefir kalitesine etkisinin araştırıldığı çalışmada ise örneklerin serum ayrılması değerlerinin %69.51-76.06 arasında değiştiği bildirilmiştir (Mei ve diğ, 2017). Temiz ve Dağyıldız (2017) tarafından inek ve soya sütü karışımına mikrobiyal transglutaminaz ilave edilerek kefir üretiminin gerçekleştirildiği ve üretilen kefirin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerinin incelendiği çalışmada, örneklerin serum ayrılması değerlerinin depolama süresince %52.35-74.10 arasında olduğu ($P<0.05$) ifade edilmiştir. Mevcut çalışmada elde edilen bulguların, literatürdeki çalışmalarla paralellik gösterdiği tespit edilmiştir.

4.7 Kefirlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen fiziksel ve kimyasal özelliklerin istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir.

Yapılan varyans analizine göre, formülasyonun (Aloe vera jeli ilavesi) örneklerin tüm kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Depolamanın kefirlerin pH dışında kimyasal ve fiziksel özellikler

üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir ($P>0.05$). Depolama formülasyon interaksiyonunun kefirlerin kimyasal ve fiziksel özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

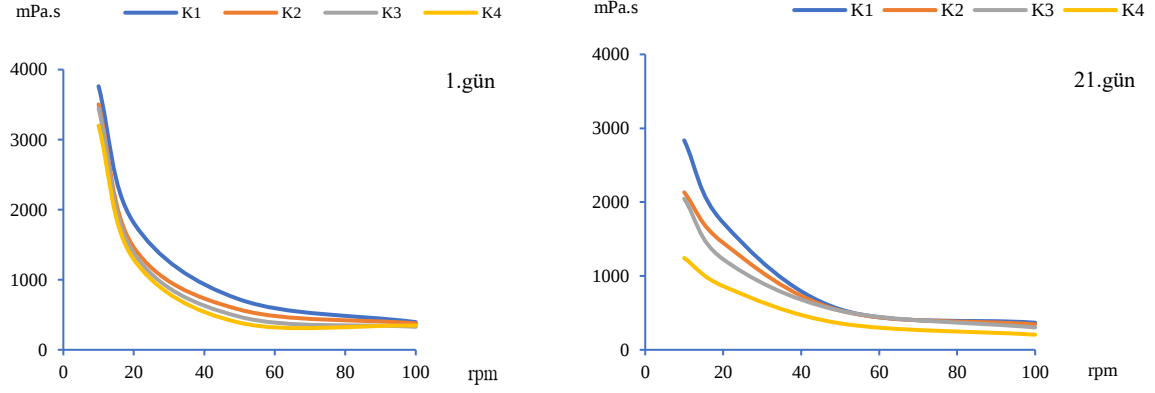
Çizelge 4.2 : Kefirlerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Fiziksel ve Kimyasal Özellikler	KO	F	P
Formülasyon	Toplam kuru madde	6.706	12.163	0.001
	Toplam protein	0.717	3.946	0.017
	Toplam kül	0.010	3.271	0.034
	Titrasyon asitliği	0.010	13.394	0.001
	pH	0.004	3.560	0.025
	Serum ayrılması	152.226	9.420	0.001
Depolama	Toplam kuru madde	0.241	0.437	0.728
	Toplam protein	0.302	1.660	0.195
	Toplam kül	0.007	2.231	0.104
	Titrasyon asitliği	0.001	1.071	0.375
	pH	0.009	7.088	0.001
	Serum ayrılması	8.858	0.548	0.653
Depolama × Formülasyon	Toplam kuru madde	0.105	0.191	0.994
	Toplam protein	0.081	0.447	0.898
	Toplam kül	0.000	0.110	0.999
	Titrasyon asitliği	0.001	1.214	0.321
	pH	0.000	0.318	0.963
	Serum ayrılması	7.999	0.495	0.867

4.8 Viskozite değerleri

Kefir örneklerinde depolamanın 1. ve 21. günlerinde belirlenen viskozite değerleri Şekil 4.5'te verilmiştir. Rotasyonel viskozimetrede yapılan ölçümlerde, dönme hızı (rpm) değerleri arttıkça viskozite değerlerinin (mPas) azaldığı gözlemlenmiştir. Dönme hızına karşılık viskozite değerlerinin aktarıldığı grafikler çizilmiş ve kefir örneklerinin Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir. En yüksek viskozite

değerlerinin kontrol örneğinde görüldüğü ve depolama sürecinin ilerlemesiyle örneklerin tamamında viskozite değerlerinde azalma olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.5 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. günlerine ait viskozite değerleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Depolama sürecinde kefirin viskozitesini etkileyen faktörler arasında toplam kuru madde ve protein konsantrasyonlarının yer aldığı bildirilmiştir (Sugitha, 1989; Putri ve diğ., 2020). Mevcut çalışmada, Aloe vera jeli ilavesiyle depolama süresince örneklerin toplam kuru madde ve toplam protein değerlerinde azalma olduğu; serum ayrılması değerlerinde de artış gerçekleştiği gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Dolayısıyla depolama süresince Aloe vera jeli ilavesinin toplam katı madde miktarındaki azalış ve serum ayrılmasındaki artışa neden olması, kefir örneklerinin viskozite değerlerinde azalış meydana getirmiştir.

Putri ve diğ. (2020) tarafından sıcaklık, inkübasyon ve depolama süresinin keçi sütünden üretilen kefirin laktik asit içeriği, pH ve viskozitesi üzerine etkisinin incelendiği çalışmada, örneklerin viskozite değerlerinin 1400-6400 cP arasında değiştiği ve depolama süresinde (4, 8, 12, 16, 20 ve 24. günlerde) ortalama viskozite değerlerinin azaldığı belirtilmiştir. Tomar (2015) tarafından farklı yağ oranlarına sahip sütler kullanılarak iki ayrı üretim methodology üretilen kefirlerin depolama boyunca kalite özelliklerinin belirlendiği çalışmada ise inek sütü ve starter kültür ile üretilen kefirlerin depolama sürecinde (1, 7, 14 ve 21. günlerde) viskozite

değerlerinin sürekli olarak azaldığı bildirilmiştir ($P<0.05$). Aloe vera jeli ile zenginleştirilmiş yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada, örneklerde Aloe vera jel konsantrasyonunun artmasıyla viskozitede önemli bir düşüş gerçekleştiği bildirilmiştir. Bu durumun, Aloe vera jelinin inoküle edilecek süte ilave edilmesi sonucu kırılğan bir pıhtı oluşmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Azari-Anpar ve diğ, 2017). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçların yukarıda adı geçen çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

4.9 Renk analizi sonuçları

Kefir örneklerine ilave edilen Aloe vera jelinin L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 90.47 ± 2.93 , (-0.47 ± 0.06) ve 11.75 ± 0.37 olduğu tespit edilmiştir. Kefir örneklerine ilave edilen Aloe vera jelinin renk değişimi (ΔE), ton açısı ($^{\circ}H$) ve doygunluk (C) değerlerinin sırasıyla 10.10 ± 0.17 , $(-86.66)\pm0.64$ ve 16.01 ± 0.52 olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin depolama süresince saptanan renk özellikleri Çizelge 4.3'te; L^* , a^* ve b^* değerlerine ait grafikler ise Şekil 4.6'da sunulmuştur. Kefir örneklerinin L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 21.05-25.93, 2.67-5.11 ve 30.77-34.05 arasında değiştiği gözlenmiştir. Kefir örneklerinin ΔE , $^{\circ}H$, ve C değerlerinin sırasıyla 0.17-3.60, 81.03-85.39 ve 30.83-34.83 arasında değiştiği belirlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesinin örneklerin renk değerlerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Depolama sürecinin K1 ve K2 kodlu örneklerin renk değişimi değerleri ($P<0.05$) hariç olmak üzere renk değerlerine etkisinin istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).

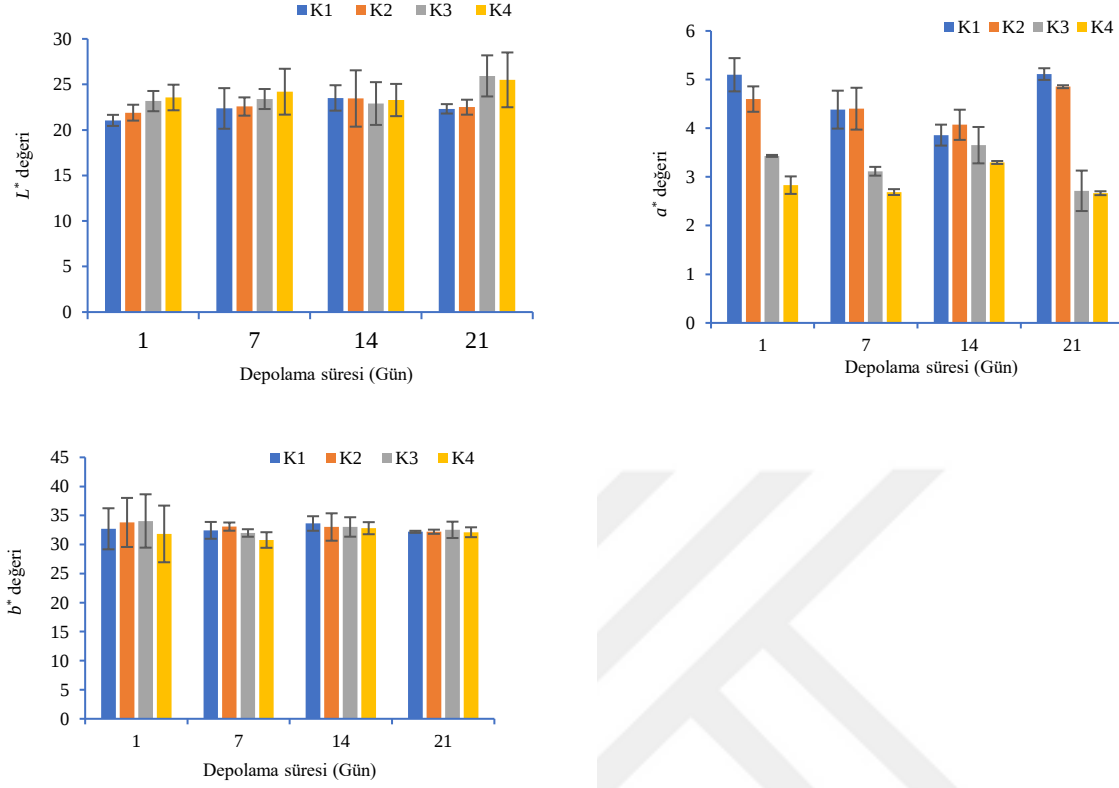
Çizelge 4.3 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen renk özellikleri

	Depolama Süresi (Gün)	Örnek			
		K1	K2	K3	K4
L^*	1	21.05±0.61 ^{a,A}	21.90±0.87 ^{a,A}	23.17±1.11 ^{a,A}	23.56±1.41 ^{a,A}
	7	22.36±2.23 ^{a,A}	22.57±1.00 ^{a,A}	23.39±1.10 ^{a,A}	24.20±2.52 ^{a,A}
	14	23.51±1.40 ^{a,A}	23.45±3.09 ^{a,A}	22.90±2.35 ^{a,A}	23.28±1.77 ^{a,A}
	21	22.32±0.52 ^{a,A}	22.50±0.82 ^{a,A}	25.93±2.26 ^{a,A}	25.50±3.01 ^{a,A}
a^*	1	5.10±0.34 ^{b,A}	4.60±0.26 ^{ab,A}	3.43±0.02 ^{ab,A}	2.83±0.18 ^{a,A}
	7	4.38±0.39 ^{a,A}	4.40±0.43 ^{a,A}	3.12±0.09 ^{a,A}	2.69±0.06 ^{a,A}
	14	3.86±0.22 ^{a,A}	4.07±0.31 ^{a,A}	3.65±0.37 ^{a,A}	3.30±0.03 ^{a,A}
	21	5.11±0.12 ^{a,A}	4.85±0.03 ^{a,A}	2.71±0.42 ^{a,A}	2.67±0.04 ^{a,A}
b^*	1	32.70±1.08 ^{a,A}	33.80±0.26 ^{a,A}	34.05±0.84 ^{a,A}	31.82±0.94 ^{a,A}
	7	32.44±1.45 ^{a,A}	33.08±0.71 ^{a,A}	31.98±0.65 ^{a,A}	30.77±1.34 ^{a,A}
	14	33.62±1.25 ^{a,A}	33.01±2.36 ^{a,A}	33.02±1.67 ^{a,A}	32.81±1.04 ^{a,A}
	21	32.18±0.18 ^{a,A}	32.20±0.36 ^{a,A}	32.53±1.41 ^{a,A}	32.11±0.85 ^{a,A}
Renk değişimi (ΔE)	1	0.17±0.04 ^{a,A}	0.33±0.09 ^{a,A}	1.26±0.47 ^{a,A}	3.60±0.31 ^{a,A}
	7	0.18 ±0.04 ^{a,A}	0.20±0.11 ^{a,A}	0.35±0.08 ^{a,A}	0.96±0.31 ^{a,A}
	14	1.16±0.21 ^{a,B}	1.43±0.15 ^{a,B}	0.75±0.06 ^{a,A}	1.05±0.08 ^{a,A}
	21	0.49±0.22 ^{a,AB}	0.27±0.07 ^{a,A}	0.67±0.39 ^{a,A}	0.82±0.08 ^{a,A}
Ton açısı (°H)	1	81.14±0.50 ^{a,A}	82.12±0.89 ^{ab,A}	84.37±1.39 ^{ab,A}	85.10±2.07 ^{b,A}
	7	82.27±0.87 ^{a,A}	82.43±0.58 ^{a,A}	84.45±1.63 ^{a,A}	85.03±1.48 ^{a,A}
	14	83.74±0.42 ^{a,A}	83.09±1.63 ^{a,A}	83.88±0.83 ^{a,A}	84.58±2.69 ^{a,A}
	21	81.03±2.37 ^{a,A}	81.38±1.64 ^{a,A}	85.22±0.66 ^{a,A}	85.39±2.22 ^{a,A}
Doygunluk (C)	1	33.06±0.57 ^{a,A}	33.95±0.29 ^{a,A}	34.83±0.25 ^{a,A}	33.66±0.10 ^{a,A}
	7	32.80±1.40 ^{ab,A}	33.45±0.80 ^{b,A}	32.10±0.54 ^{ab,A}	30.83±1.26 ^{a,A}
	14	34.04±1.27 ^{a,A}	33.09±0.26 ^{a,A}	33.47±1.60 ^{a,A}	33.05±0.90 ^{a,A}
	21	32.46±0.38 ^{a,A}	32.53±0.30 ^{a,A}	32.92±1.29 ^{a,A}	32.49±0.55 ^{a,A}

^{a-b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-B} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.



Şekil 4.6: Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen L^* , a^* ve b^* değerleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Farklı diyet lifi kullanımının kefirlerin kalite özelliklerine etkisinin incelendiği bir çalışmada, inek sütü ile üretilen kefirlerin renk değerleri (L^* , a^* ve b^*) ölçülmüştür. Depolama süresince (1, 7 ve 14. günlerde) L^* değerlerinin 87.88-88.77; a^* değerlerinin (-2.82)-(-2.28) ve b^* değerlerinin 6.28-8.29 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Kef, 2018). Vimercati ve diğ. (2020) tarafından kahve aromalı kefirin fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin incelendiği çalışmada renk analizi gerçekleştirilmiştir. Örneklerin L^* değerlerinin 57.65-83.21, ton açısı ($^{\circ}$ H) değerlerinin 74.18-93.87 ve doygunluk (C) değerlerinin 14.68-31.85 arasında değiştiği bildirilmiştir. İstant kahve ilavesinin artışıyla L^* ve $^{\circ}$ H değerlerinin azaldığı, C değerlerinin arttığı belirlenmiştir. Havuç lifi ile zenginleştirilmiş kefirin bazı özelliklerinin incelendiği bir çalışmada ise örneklere depolama süresince (1, 7 ve 14. günlerde) renk analizi gerçekleştirilmiş ve L^* , a^* ve b^* değerlerinin sırasıyla 84.06-89.15, (-1.88)-1.90 ve 7.66-10.44 arasında değiştiği belirtilmiştir (Yalçın, 2021). Mevcut çalışma kapsamında

Üretilen kefir örneklerinin renk değerlerinin, literatürdeki kefir çalışmalarından farklı olduğu görülmüştür. Bu ayrımın kefir üretiminde kullanılan materyaller ve üretim yöntemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.10 Kefirlerin renk özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi

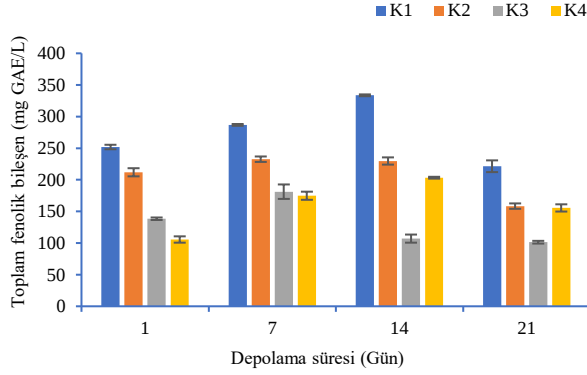
Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen renk özelliklerinin istatistik analiz sonuçları izelge 4.4'te yer almaktadır. Varyans analizine göre, formülasyonun (Aloe vera jeli ilavesi) rneklerin a^* değeri ve ton açısı üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisinin olduğu görülmüştür ($P<0.05$). Depolamanın örneklerin renk özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($P>0.05$). Depolama $\times$ formülasyon interaksiyonunun kefirlerin renk özellikleri üzerinde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.4 : Kefirlerin renk özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Renk Özellikleri	KO	F	P
Formülasyon	L^*	9.757	1.839	0.160
	a^*	9.272	8.316	0.001
	b^*	3.198	0.363	0.780
	Renk değişimi	3.152	1.21	0.322
	Ton açısı	27.775	7.875	0.001
	Doygunluk	1.659	0.237	0.870
Depolama	L^*	5.459	1.029	0.393
	a^*	0.270	0.243	0.866
	b^*	3.621	0.411	0.746
	Renk değişimi	2.270	0.871	0.466
	Ton açısı	1.039	0.295	0.829
	Doygunluk	6.330	0.904	0.450
Depolama × Formülasyon	L^*	2.557	0.482	0.876
	a^*	0.641	0.575	0.808
	b^*	1.100	0.125	0.999
	Renk değişimi	1.708	0.656	0.742
	Ton açısı	2.175	0.617	0.774
	Doygunluk	1.501	0.214	0.990

4.11 Toplam fenolik madde miktarı

Aloe vera jelinin toplam fenolik madde miktarının 76.29 ± 1.14 mg GAE/L olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Şekil 4.7 ve Çizelge 4.5'te verilmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının 101.31-333.61 mg GAE/L arasında değiştiği görülmüştür.



Şekil 4.7 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam fenolik madde miktarları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Aloe vera jeli ilavesinin depolamanın 1. ve 21. günlerinde örneklerin toplam fenolik madde miktarlarına istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu ($P<0.05$) ve ilave edilen Aloe vera jeli oranı arttıkça örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının azaldığı belirlenmiştir. Söz konusu azalışın, kefir örneklerine farklı oranlarda ilave edilen Aloe vera jelinin (Çizelge 3.1), örneklerin kütle denklığında meydana getirdiği değişimden kaynaklandığı düşünülmektedir. Mevcut çalışmada ise depolama sürecinde örneklerin toplam fenolik madde miktarlarında önce artış sonra azalış şeklinde dalgalanmalar gözlemlense de istatistiki olarak önemli bir değişimin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).

Çizelge 4.5 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde değerleri

Depolama		Örnek			
	Süresi (Gün)	K1	K2	K3	K4
Toplam	1	251.85±3.57 ^{b,A}	211.89±6.42 ^{b,B}	138.41±1.98 ^{a,A}	105.59±4.99 ^{a,A}
fenolik	7	286.81±1.43 ^{b,A}	232.58±4.28 ^{ab,B}	181.22±11.42 ^{a,A}	206.54±4.56 ^{ab,B}
madde	14	333.61±1.43 ^{b,A}	229.73±5.71 ^{ab,B}	107.02±6.42 ^{a,A}	203.33±1.43 ^{ab,B}
(mg GAE/L)	21	221.45±9.27 ^{b,A}	158.38±4.28 ^{ab,A}	101.31±2.14 ^{a,A}	155.53±5.71 ^{ab,A}
ABTS	1	83.85±0.69 ^{a,A}	91.40±1.38 ^{a,A}	92.44±2.07 ^{a,A}	95.20±2.48 ^{a,A}
	7	89.38±0.28 ^{a,A}	93.75±4.62 ^{a,A}	92.23±1.79 ^{a,A}	97.08±0.83 ^{a,A}
	14	85.34±0.14 ^{a,A}	97.06±1.79 ^{b,A}	93.61±0.83 ^{ab,A}	99.47±1.48 ^{b,A}
	21	90.67±0.57 ^{a,A}	97.33±1.79 ^{a,A}	97.65±0.69 ^{a,A}	95.68±4.00 ^{a,A}
DPPH	1	575.16±10.23 ^{a,A}	579.61±6.27 ^{a,A}	582.12±9.02 ^{a,A}	584.21±3.48 ^{a,A}
	7	611.01±6.96 ^{a,B}	611.36±11.84 ^{a,B}	614.14±1.39 ^{a,B}	615.54±1.39 ^{a,B}
	14	604.40±9.93 ^{a,B}	609.04±0.70 ^{a,B}	609.97±4.18 ^{a,B}	596.74±2.09 ^{a,AB}
	21	594.65±1.39 ^{a,AB}	585.60±10.44 ^{a,A}	596.05±1.39 ^{a,AB}	578.87±7.66 ^{a,A}

^{a-b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-B} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Doğal antioksidanların en önemli grupları arasında fenolik maddeler yer almaktadır. Genellikle toplam fenolik bileşen içeriği ve antioksidan aktivite arasında oldukça doğrusal bir ilişki görülür ancak antioksidan aktiviteye her zaman fenolik bileşenlerin katkıda bulunmadığı bilinmektedir (Pinelo ve diğ, 2004; Patthamakanokporn ve diğ, 2008). Bu durumun, “fenolik” olmayan ancak antioksidan aktiviteye sahip bileşiklerin varlığından veya bazı fenolik bileşiklerin diğerlerinden daha “etkili” olmasından (serbest radikaller ile daha yüksek reaktiviteye sahip olmasından) kaynaklanabileceği ifade edilmiştir (Wu ve diğ, 2004). Mevcut çalışmada, Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin antioksidan aktivite değerlerinde yarattığı etki, toplam fenolik madde miktarlarında gözlemlenmemiştir. Dolayısıyla kefir örneklerinin antioksidan aktivitesinin fermente süt ürünlerinde antioksidan

etkiye sahip olduğu bilinen proteinler (özellikle kazein) ve parçalanma ürünleri olan peptitler, biyoaktif peptitler, antioksidan enzimler, karotenoidler, bazı mineraller ve bazı eser elementlerden (Fardet ve Rock, 2018) kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

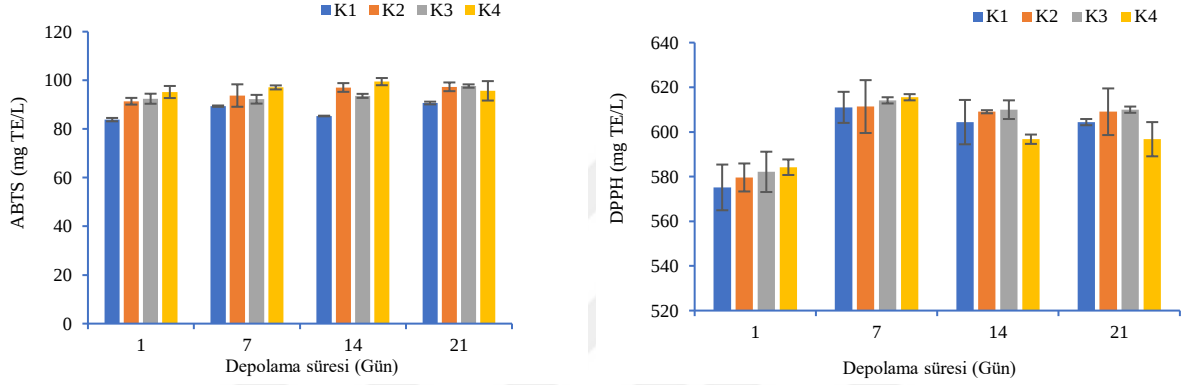
Yılmaz-Ersan ve diğ. (2016) tarafından keçi sütünden kefir tanesi ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin toplam fenolik madde miktarının 59.66-69.96 mg GAE/100 mL arasında olduğu ve depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) sonuçların azalış artış şeklinde dalgalanmalar gösterdiği bildirilmiştir ($P<0.01$). Farklı diyet lifi kullanımının kefirlerin kalite özelliklerine etkisinin incelendiğı bir çalışmada ise inek sütü ile üretilen kefirlerin toplam fenolik madde içeriğinin depolama süresince (1, 7 ve 14. günlerde) 355.32-585.97 mg GAE/L arasında değıştiğı ifade edilmiştir (Kef, 2018). Koyun sütü ve inek sütünden starter kültür ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin toplam fenolik madde miktarının 59.09-85.69 mg GAE/100 mL arasında olduğu ve depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) toplam fenolik madde miktarının azaldığı ($P<0.01$) tespit edilmiştir (Yılmaz-Ersan ve diğ, 2018). Mevcut çalışmada elde edilen sonuçların, depolama sürecinde örneklerin toplam fenolik madde miktarlarının azalması açısından yukarıda adı geçen çalışmalar ile benzerlik gösterdiği görülmüştür.

4.12 Antioksidan aktivite değerleri

Aloe vera jeli ve kefir örneklerinin antioksidan aktivite değerleri, 2,2'-Azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) Trolox eşdeğeri antioksidan kapasitesi yöntemi ve 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH[•]) radikal söndürücü kapasite yöntemi ile belirlenmiştir.

Aloe vera jelinin ABTS antioksidan aktivite değerinin 22.75 ± 1.10 mg TE/L olduğu belirlenmiştir. Kefir örneklerinin antioksidan aktivite değerleri ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.5 ve Şekil 4.8'de verilmiştir. Örneklerin ABTS antioksidan aktivite değerlerinin 83.85-99.47 mg TE/L arasında değıştiğı belirlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesinin depolamanın 14. gününde örneklerin ABTS antioksidan aktivite değerlerine etkisinin istatistiksel olarak önemli olduğu ve ilave edilen Aloe vera jeli oranı arttıkça örneklerin ABTS antioksidan aktivite değerlerinin arttığı belirlenmiştir ($P<0.05$). Bu nedenle, antioksidan

aktiviteye sahip olduğu bilinen Aloe vera bitkisinin (Hes ve diğ, 2016) kefirin antioksidan kapasitesine katkıda bulunduğu düşünülmektedir. Depolama sürecinde örneklerin ABTS antioksidan aktivite değerleri artış göstermekle birlikte sonuçların istatistiki olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).



Şekil 4.8: Kefir örneklerinin depolama boyunca ABTS ve DPPH değerlerindeki değişimleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Keçi sütünden kefir tanesi ile kefir üretiminin yapıldığı çalışmada, örneklerin ABTS antioksidan aktivite değerlerinin 11.14-12.19 mg TE/100 mL aralığında bulunduğu ve ABTS antioksidan aktivite değerlerinin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) azalış artış şeklinde dalgalanmalar gösterdiği ($P<0.01$) belirtilmiştir (Yılmaz-Ersan ve diğ, 2016). Manda sütünden starter kültür ve kefir tanesi ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada ise ABTS antioksidan aktivite değerlerinin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) 11.12-13.69 mg TE/100 mL arasında olduğu bildirilmiştir (Ozcan ve diğ, 2019). Yılmaz-Ersan ve diğ. (2018) tarafından koyun ve inek sütlerinden starter kültür ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada, ABTS antioksidan aktivite değerlerinin 12.38-16.03 mg TE/100 mL aralığında bulunduğu ve ABTS antioksidan aktivite değerlerinin depolama süresince (1, 7, 14 ve 21. günlerde) artış gösterdiği ifade edilmiştir ($P<0.01$). Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin ABTS antioksidan aktivite değerlerinin, literatürdeki kefir çalışmalarından farklı

olduğu görülmüştür. Bu ayrımın kefir üretiminde kullanılan materyaller ve üretim yöntemlerinin farklılığından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

Aloe vera jelinin DPPH antioksidan aktivite değerinin 553.58 ± 2.09 mg TE/L olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin 473.51-615.54 mg TE/L arasında değiştiği görülmüştür. Aloe vera jeli ilavesinin örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı saptanmıştır ($P > 0.05$). Depolama sürecinde ise örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin önce artış ardından azalış şeklinde dalgalanmalar gösterdiği, K1 ve K3 kodlu örneklerde bu değişimlerin istatistiki açıdan da anlamlı olduğu tespit edilmiştir ($P < 0.05$). Antioksidan aktivitede gerçekleşen artışın starter kültürde yer alan mikroorganizmaların düşük sıcaklıklarda da metabolik olarak aktif kalabilmesi sayesinde meydana gelmiş olabileceği düşünülmektedir. Ardından gerçekleşen azalışın ise depolama sürecinin ilerlemesi ile antioksidatif kapasitedeki bileşenlerin parçalanmasındaki artış nedeni ile gerçekleşmiş olabileceği düşünülmektedir (Taşkın ve Bağdatlıoğlu, 2011).

Ozcan ve diğ. (2019) tarafından manda sütünden starter kültür ve kefir tanesi ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin depolama boyunca (1, 7, 14 ve 21. günler) 1.73-4.49 mg TE/100 mL aralığında olduğu bildirilmiştir. Keçi sütünden kefir tanesi ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada ise örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin 3.98-5.44 mg TE/100 mL arasında değiştiği ve depolama boyunca (1, 7, 14 ve 21. günler) antioksidan aktivite değerlerinin azalış artış şeklinde dalgalanmalar gösterdiği ($P < 0.01$) belirtilmiştir (Yılmaz-Ersan ve diğ, 2016). Koyun sütü ve inek sütünden starter kültür ile kefir üretiminin yapıldığı bir çalışmada, örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin 2.79-6.55 mg TE/100 mL arasında değiştiği, depolama boyunca (1, 7, 14 ve 21. günler) koyun sütünden üretilen kefir örneklerinde DPPH antioksidan aktivite değerlerinin önemli ölçüde arttığı ($P < 0.01$) belirtilmiştir (Yılmaz-Ersan ve diğ, 2018). Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin, yukarıda özetlenen kefir çalışmalarından farklı olduğu görülmüştür. Gözlemlenen bu farklılığın, kefir üretiminde kullanılan materyaller ve üretim yöntemlerinin benzer olmamasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.13 Kefirlerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarının istatistiksel değerlendirmesi

Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarına ait istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.6’da yer almaktadır. Varyans analizine göre, formülasyonun (Aloe vera jeli ilavesi) örneklerin toplam fenolik madde miktarlarına istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu görölmüştür ($P<0.05$). Depolamanın örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Depolama formülasyon interaksiyonunun kefirlerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarlarına istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.6 : Kefirlerin antioksidan aktivite ve toplam fenolik madde miktarının varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Antioksidan Aktivite ve Toplam Fenolik Madde Miktarı	KO	F	P
Formülasyon	ABTS	212.426	1.479	0.238
	DPPH	71.835	0.250	0.861
	Toplam fenolik madde	44831.853	8.979	0.001
Depolama	ABTS	38.516	0.268	0.848
	DPPH	2181.651	7.579	0.001
	Toplam fenolik madde	8947.463	1.792	0.169
Depolama × Formülasyon	ABTS	12.364	0.086	1.000
	DPPH	73.551	0.255	0.981
	Toplam fenolik madde	2472.564	0.495	0.866

4.14 GC-MS ile tespit edilen uçucu bileşikler

Kefirde fermentasyon ve depolama süresince protein, karbonhidrat ve lipidlerin metabolik olarak parçalanması ile ortaya çıkan uçucu bileşikler ve Aloe vera jelinin uçucu bileşen profili GC-MS ile belirlenmiştir. Örneklerin uçucu bileşikleri gruplar halinde sunulmuştur.

Aloe vera jelinde belirlen uçucu bileşikler $\mu\text{g/g}$ olarak Çizelge 4.7’de yer almaktadır. Analiz sonuçlarına göre Aloe vera jelinde 5 adet ester, 5 adet asit, 9 adet aldehit ve keton, 5 adet alkol, 10 adet terpen ve 3 adet çeşitli bileşikler olmak üzere toplam 37 adet uçucu bileşik belirlenmiştir. Bornilen, etil asetat ve hekzanal, Aloe vera jelinde en yüksek düzeyde saptanan bileşiklerdir.

Çizelge 4.7 : Aloe vera jelinde belirlenen uçucu bileşikler ($\mu\text{g/g}$)

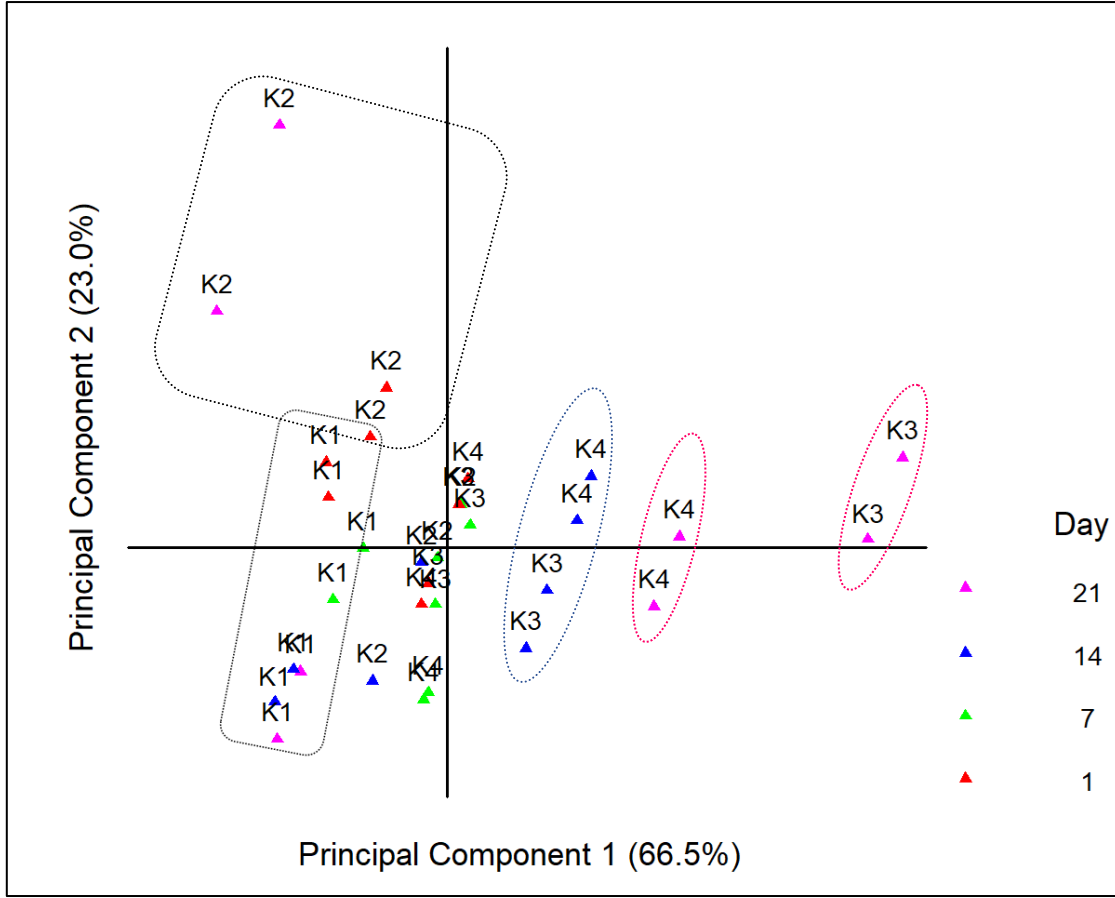
Esterler	RI	Ort±Std	Alkoller	RI	Ort±Std
Metil asetat	864	0.11±0.04	Etanol	937	0.79±0.13
Etil asetat	900	9.63±2.52	3-Metil-1-bütanol	1208	2.82±0.63
Etil trikloroasetat	1372	0.46±0.17	1-Pentanol	1251	0.22±0.07
Etil heptanonat	1411	0.45±0.11	1-Undekanol	1439	0.11±0.03
Metil trikloroasetat	1455	2.14±1.91	2-Etil-1-hekzanol	1492	0.44±0.25
Toplam		12.79	Toplam		4.38
Asitler	RI	Ort±Std	Terpenler	RI	Ort±Std
İzobütirik asit	1393	0.23±0.10	α -Pinen	1021	0.25±0.04
Tetradekanoik asit	1430	0.46±0.43	β -Pinen	1102	0.24±0.19
Benzen-1,2-dikarboksilik asit	1510	0.33±0.19	β -Mirsen	1149	0.33±0.06
Benzenasetik asit	1552	0.50±0.36	Ökaliptol	1212	0.32±0.24
2-Propenoik asit	2104	0.38±0.07	Tetrahidrolinalool	1431	0.18±0.13
Toplam		1.90	Dihidromirsenol	1443	0.10±0.02
Aldehitler ve Ketonlar	RI	Ort±Std	Sabinen	1465	0.05±0.01
Pentanal	922	0.50±0.43	Bornilen	1490	9.65±0.85
3-Metilbütanal	910	1.58±0.45	Linalol	1549	0.57±0.38
Hekzanal	1080	2.93±0.84	α -Terpineol	1712	0.20±0.11
2-Hekzenal	1225	0.85±0.48	Toplam		11.89
Asetoin	1289	0.20±0.12	Çeşitli Bileşikler	RI	Ort±Std
6-Metil-5-hepten-2-on	1343	0.10±0.02	Toluen	1039	1.77±0.24
Nonanal	1399	0.23±0.16	Stiren	1258	0.43±0.14
Dekanal	1428	0.14±0.01	Benzaldehit	1543	0.38±0.19
Toplam		7.53	Toplam		2.58

RI: Alıkonma indeksi

Sathyaprabha ve diğ. (2010) tarafından Aloe vera ve *Cissus quadrangularis*'in bileşim analizi, antimikrobiyal analizi ve fitokimyasal analizi üzerine karşılaştırmalı bir çalışma gerçekleştirilmiştir. GC-MS analizinde Aloe vera'da miktarı en fazla saptanan bileşikler hekzadekanoik asit, oleik asit ve skualen olmak üzere, toplam 21 adet bileşiğin belirlendiği bildirilmiştir. Bir başka çalışmada ise Aloe vera'nın klinik patojenlere karşı fitokimyasal bileşenleri ve antimikrobiyal aktivitesi incelenmiş, GC-MS analizinde sitosterol, oleik asit ve oktodekatrienoik asit metil ester başta olmak üzere 26 biyoaktif bileşiğin tanımlandığı ifade edilmiştir (Arunkumar ve Muthuselvam, 2009). Literatürde yer alan çalışmalara kıyasla mevcut çalışmada Aloe vera jelinde tespit edilen uçucu bileşiklerin daha fazla olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun, Aloe vera bitkisinin iklim ve bitki örtüsü gibi farklı yetiştirme koşullarından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kefir örneklerinde belirlenen uçucu bileşikler, Çizelge 4.8-4.11'de µg/g olarak sunulmuştur. Analiz sonuçlarına göre kefir örneklerinde 12 adet ester, 4 adet asit, 14 adet aldehit ve keton ve 14 adet alkol olmak üzere, toplam 44 adet uçucu bileşik belirlenmiştir.

Uçucu bileşikler açısından, kefir örnekleri arasındaki farklılığın boyutunu belirlemek ve genel değerlendirme yapmak için temel bileşen analizi (Principal Component Analysis - PCA) yapılmıştır. Analiz sonucu elde edilen temel bileşenlerden birinci temel bileşenin (PC1) tüm değişkenlerdeki bilginin %66.5'ini, ikincisinin (PC2) %23'ünü açıkladığını gösteren PCA grafiği, Şekil 4.9'da verilmiştir. Söz konusu PCA grafiği incelendiğinde farklı kefir örneklerine ait uçucu bileşenlerin belirli bir alanda konumlandığı görülmüştür. Uçucu bileşenlerde gözlemlenen belirgin konum farklılığının, örneklerin uçucu bileşen konsantrasyonlarındaki farklılıktan kaynaklandığı düşünülmektedir. Dolayısıyla formülasyonun (ilave edilen Aloe vera jeli oranının) örneklerin uçucu bileşen miktarını etkilediği gözlemlenmiştir.



Şekil 4.9: Uçucu bileşiklerin temel bileşen analizi (PCA) grafiği

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

4.14.1 Esterler

Esterler, fermentasyon sırasında alkollerin ve yağ asitlerinin kimyasal esterleşmesi yoluyla oluşan ve fermente süt ürünlerinde istenen bileşiklerdir (Duran ve diğ., 2022). Kefir örneklerinde depolama süresince saptanan esterler Çizelge 4.8’de sunulmuştur. Kefir örneklerinde heptanoik asit etil ester ve asetik asit etil ester en fazla miktarda tespit edilen esterler olarak belirlenmiştir. Metil asetat, propil asetat, etil bütirat, 3-metil 1-bütanol asetat, hekzil asetat Aloe vera içermeyen (kontrol) kefir örneğinde tespit edilememiş, Aloe vera jeli ilaveli kefir örneklerinde belirlenmiştir. İlaveten, depolama sürecinde tüm örneklerde asetik asit trikloro- metil ester miktarlarındaki değişimlerin istatistiki olarak önemli olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.8 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen esterler (µg/g)

İsim	RI	Depolama Süresi	Örnek			
		(Gün)	K1	K2	K3	K4
Metil asetat	864	1	<i>T.E.</i>	0.76±0.04 ^{a,B}	1.11±0.09 ^{ab,B}	2.71±0.67 ^{b,A}
		7	<i>T.E.</i>	0.71±0.01 ^{a,B}	1.60±0.23 ^{b,B}	1.61±0.34 ^{b,A}
		14	<i>T.E.</i>	1.13±0.05 ^{b,C}	3.13±0.13 ^{c,C}	3.09±0.08 ^{c,A}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	2.29±0.28 ^{b,A}
Etil asetat	900	1	66.77±1.56 ^{c,B}	<i>T.E.</i>	88.67±1.13 ^{d,B}	48.55±2.23 ^{b,A}
		7	122.72±2.01 ^{b,C}	71.57±2.25 ^{a,D}	127.05±2.18 ^{b,C}	78.74±2.33 ^{a,B}
		14	57.66±2.19 ^{b,A}	45.01±0.91 ^{a,C}	85.21±2.20 ^{c,B}	76.60±5.13 ^{c,B}
		21	61.94±2.26 ^{b,AB}	14.32±0.63 ^{a,B}	73.08±3.08 ^{c,A}	67.40±3.82 ^{bc,B}
Propil asetat	971	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	1.15±0.05 ^{c,B}	0.32±0.01 ^{b,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	2.07±0.14 ^{c,C}	0.69±0.03 ^{b,C}
Metil bütirat	968	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.51±0.04 ^{b,B}	0.91±0.06 ^{c,B}
		7	<i>T.E.</i>	0.56±0.01 ^{b,B}	1.98±0.22 ^{c,C}	0.69±0.11 ^{b,B}
		14	0.99±0.01 ^{c,C}	0.57±0.02 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	0.56±0.05 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Etil bütirat	1024	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.21±0.36 ^{b,B}	0.22±0.01 ^{a,B}
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.25±0.01 ^{b,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.38±0.03 ^{b,C}
3-Metil-1-bütanol asetat	1125	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	1.94±0.21 ^{b,B}	0.41±0.03 ^{a,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	11.00±0.12 ^{c,C}	2.23±0.21 ^{b,C}
Etil hekzanoat	1235	1	1.15±0.01 ^{a,A}	2.18±0.12 ^{b,B}	1.40±0.23 ^{a,A}	1.25±0.13 ^{a,A}
		7	1.09±0.11 ^{a,A}	1.29±0.04 ^{a,A}	1.15±0.23 ^{a,A}	1.09±0.06 ^{a,A}
		14	1.06±0.10 ^{a,A}	1.08±0.04 ^{ab,A}	1.39±0.07 ^{b,A}	1.23±0.10 ^{ab,A}
		21	1.08±0.01 ^{a,A}	1.32±0.24 ^{a,A}	1.60±0.32 ^{a,A}	1.44±0.33 ^{a,A}
Hekzil asetat	1276	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.85±0.04 ^{b,B}	<i>T.E.</i>
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	6.08±0.07 ^{c,C}	2.00±0.13 ^{b,B}

Çizelge 4.8 (devam) : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen esterler (µg/g)

Depolama			Örnek			
İsim	RI	Süresi (Gün)	K1	K2	K3	K4
Asetik asit, trikloro-, etil ester	1372	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	5.88±0.83 ^{b,B}	5.00±0.08 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	1.11±0.23 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	1.29±0.26 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Metil 2- metilpentan oat	1400	1	<i>T.E.</i>	0.88±0.01 ^{b,A}	0.88±0.02 ^{b,A}	0.88±0.03 ^{b,A}
		7	1.07±0.07 ^{a,B}	0.93±0.09 ^{a,A}	0.91±0.04 ^{a,A}	1.01±0.14 ^{a,A}
		14	0.96±0.04 ^{a,B}	1.16±0.04 ^{b,A}	1.20±0.02 ^{b,B}	0.99±0.01 ^{a,A}
		21	1.10±0.32 ^{a,B}	1.17±0.13 ^{a,A}	1.26±0.04 ^{a,B}	1.20±0.30 ^{a,A}
Heptanoik asit, etil ester	1415	1	722.01±21.89 ^{a,B}	838.33±36.86 ^{a,AB}	715.88±61.10 ^{a,AB}	717.84±86.06 ^{a,AB}
		7	618.51±42.06 ^{ab,B}	734.64±43.27 ^{b,AB}	695.94±63.49 ^{b,A}	507.60±6.91 ^{a,A}
		14	429.38±27.49 ^{a,A}	578.79±92.01 ^{ab,A}	654.08±43.39 ^{bc,A}	839.64±33.83 ^{c,B}
		21	407.48±50.12 ^{a,A}	1005.56±70.11 ^{b,B}	939.95±63.54 ^{b,B}	766.86±52.56 ^{b,B}
Asetik asit, trikloro-, metil ester	1455	1	<i>T.E.</i>	6.33±0.27 ^{c,C}	7.18±0.18 ^{d,C}	4.05±0.12 ^{b,B}
		7	10.55±0.59 ^{b,B}	7.77±0.76 ^{a,C}	7.69±0.19 ^{a,C}	6.97±0.84 ^{a,C}
		14	1.40±0.28 ^{a,A}	3.49±0.49 ^{b,B}	1.50±0.13 ^{a,B}	5.32±0.55 ^{c,BC}
		21	2.09±0.62 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.74±0.01 ^{ab,A}

RI: Alıkonma indeksi, *T.E.*: Tespit edilemedi.

^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

4.14.2 Asitler

Uçucu asitler, kefir ve yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde heterofermentatif laktik asit ve asetik asit kültürleri tarafından üretilen, önemli bileşiklerdir (Rutkowska ve diğ., 2022). Kefir örneklerinde depolama süresince saptanan asitler Çizelge 4.9’da sunulmuştur. Asetik asit ve 2-metil pentanoik asit kefir örneklerinde miktarı en fazla bulunan asitler olarak belirlenmiştir. 2-metil pentanoik asit Aloe vera içermeyen (kontrol) kefir örneğinde tespit edilememiş, Aloe

vera jeli ilaveli kefir örneklerinde belirlenmiştir. Depolama sürecinde örneklerin asit miktarlarındaki değişim istatistiki olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$).

Çizelge 4.9 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen asitler ($\mu\text{g/g}$)

İsim	RI	Depolama Süresi		Örnek		
		(Gün)	K1	K2	K3	K4
Propiolik asit	1384	1	<i>T.E.</i>	$7.81\pm 0.04^{c,B}$	$5.30\pm 0.06^{b,B}$	$5.38\pm 0.40^{b,B}$
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$12.89\pm 0.09^{b,C}$	<i>T.E.</i>
		14	$22.39\pm 0.04^{d,C}$	$16.85\pm 0.05^{c,C}$	$15.10\pm 0.20^{b,D}$	$8.51\pm 0.11^{a,C}$
		21	$10.48\pm 0.43^{b,B}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$16.54\pm 0.18^{c,D}$
2-Metil pentanoik asit	1411	1	<i>T.E.</i>	$33.65\pm 0.15^{b,C}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	$19.05\pm 0.07^{b,B}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$36.29\pm 0.08^{b,B}$
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Asetik asit	1457	1	$59.57\pm 1.43^{a,A}$	$121.99\pm 8.66^{b,C}$	$45.15\pm 1.17^{a,A}$	$47.73\pm 2.35^{a,B}$
		7	$71.53\pm 0.95^{d,B}$	$49.86\pm 0.32^{b,A}$	$57.72\pm 0.31^{c,B}$	$25.35\pm 0.35^{a,A}$
		14	$74.59\pm 0.09^{c,B}$	$58.06\pm 0.25^{a,AB}$	$87.54\pm 0.04^{d,C}$	$69.71\pm 0.08^{b,C}$
		21	$61.16\pm 0.14^{c,A}$	$73.12\pm 2.87^{d,B}$	$44.58\pm 1.63^{b,A}$	$25.13\pm 2.41^{a,A}$
Benzenasetik asit	1552	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$1.00\pm 0.08^{b,B}$	<i>T.E.</i>
		21	$0.97\pm 0.02^{b,B}$	$1.82\pm 0.11^{c,B}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>

RI: Alıkonma indeksi, *T.E.*: Tespit edilemedi.

^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

4.14.3 Aldehitler ve ketonlar

Fermente süt ürünlerindeki aldehitler, starter kültürdeki mikroorganizmaların amino asit ve lipid metabolizmasından kaynaklanmakta iken ketonlar ise lipit ve karbonhidrat metabolizması sonucu ortaya çıkmaktadır (Duran ve diğ, 2022; Rutkowska ve diğ, 2022).

Kefir örneklerinde depolama süresince saptanan aldehitler ve ketonlar Çizelge 4.10'da yer almaktadır. Kefir örneklerinde hekzenal ve 3-metil-1-bütanal miktarı en fazla bulunan aldehitler; asetoin ve 2,3-bütandion miktarı en fazla bulunan ketonlar olarak belirlenmiştir. 2-Metil-1-bütanal, 3-metil-1-bütanal, oktanal ve nonanal, Aloe vera içermeyen (kontrol) kefir örneğinde tespit edilememiş, Aloe vera jeli ilaveli kefir örneklerinde belirlenmiştir. Aynı zamanda 3-metil-1-bütanal ve nonanal literatürde kefir uçucu bileşenleri arasında tespit edilmiştir (Duran ve diğ, 2022; Rutkowska ve diğ, 2022). Depolama sürecinde 2,3-bütandion ve asetoin miktarları artış göstermiştir ($P<0.05$).



Çizelge 4.10 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen aldehitler ve ketonlar (µg/g)

İsim	RI	Depolama Süresi	Örnek			
		(Gün)	K1	K2	K3	K4
Aseton	795	1	16.37±0.36 ^{c,C}	<i>T.E.</i>	10.08±0.03 ^{b,AB}	9.83±0.14 ^{b,B}
		7	21.35±0.29 ^{b,D}	5.80±0.40 ^{a,B}	51.60±3.40 ^{c,C}	11.48±0.16 ^{a,C}
		14	<i>T.E.</i>	13.87±0.40 ^{b,C}	13.62±0.65 ^{b,B}	13.24±0.24 ^{b,D}
		21	14.18±0.08 ^{b,B}	26.87±0.89 ^{c,D}	4.38±0.26 ^{a,A}	5.23±0.22 ^{a,A}
2-Metil-1-bütanal	906	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	1.14±0.11 ^{b,B}	<i>T.E.</i>
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.34±0.11 ^{c,C}	0.92±0.01 ^{b,B}
3-Metil-1-bütanal	910	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	0.70±0.02 ^{b,B}	1.89±0.68 ^{c,B}	0.86±0.11 ^{b,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.71±0.09 ^{c,C}	1.11±0.20 ^{b,C}
2,3-Bütandion	958	1	16.58±0.59 ^{b,C}	13.48±0.22 ^{b,B}	7.67±1.17 ^{a,B}	8.35±0.85 ^{a,B}
		7	4.72±0.26 ^{c,A}	1.81±0.01 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	1.10±0.10 ^{b,A}
		14	8.15±0.67 ^{c,B}	3.64±0.12 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	4.78±0.21 ^{b,A}	31.32±1.56 ^{c,C}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
2-Pentanon	974	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	3.85±0.13 ^{c,B}	1.34±0.38 ^{b,AB}	<i>T.E.</i>	1.24±0.21 ^{b,B}
		14	4.78±0.78 ^{b,B}	2.92±0.91 ^{ab,B}	1.71±0.19 ^{a,B}	0.92±0.02 ^{a,B}
		21	3.85±0.15 ^{c,B}	6.81±0.10 ^{d,C}	<i>T.E.</i>	0.96±0.03 ^{b,B}
Hekzanal	1080	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	2.40±0.36 ^{b,A}	4.29±0.28 ^{c,B}
		7	0.87±0.01 ^{a,B}	1.08±0.07 ^{a,B}	3.72±0.27 ^{b,B}	1.09±0.10 ^{a,A}
		14	0.99±0.01 ^{a,B}	2.04±0.08 ^{b,C}	5.45±0.43 ^{c,C}	7.08±0.16 ^{d,C}
		21	0.99±0.06 ^{a,B}	4.14±0.11 ^{b,D}	8.83±0.24 ^{c,D}	8.68±0.13 ^{c,D}
2-Heptanon	1186	1	19.33±0.37 ^{c,C}	14.71±0.71 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	13.40±0.60 ^{c,A}	5.73±0.28 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	22.39±0.43 ^{c,D}	7.73±0.23 ^{b,A}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	15.91±0.11 ^{b,B}	30.00±0.66 ^{c,C}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Asetoin	1289	1	169.28±8.03 ^{c,B}	127.49±3.13 ^{b,C}	46.87±1.46 ^{a,C}	39.22±0.20 ^{a,C}
		7	124.89±4.24 ^{c,A}	42.92±1.29 ^{b,A}	35.53±1.32 ^{b,B}	9.62±0.39 ^{a,B}
		14	131.93±1.39 ^{c,A}	67.58±0.63 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	123.90±1.32 ^{b,A}	326.33±4.69 ^{c,D}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>

Çizelge 4.10 (devam) : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen aldehitler ve ketonlar ($\mu\text{g/g}$)

İsim	RI	Depolama Süresi (Gün)	Örnek			
			K1	K2	K3	K4
Oktanal	1294	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$0.32 \pm 0.01^{b,B}$	$0.60 \pm 0.02^{c,B}$
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$0.57 \pm 0.01^{b,C}$	$0.68 \pm 0.04^{c,B}$
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$1.74 \pm 0.11^{b,D}$	$2.82 \pm 0.07^{c,C}$
2-Nonanon	1396	1	$6.70 \pm 0.28^{c,C}$	$4.78 \pm 0.17^{b,B}$	$1.76 \pm 0.03^{a,B}$	$1.47 \pm 0.12^{a,C}$
		7	$3.06 \pm 0.08^{c,A}$	$1.50 \pm 0.03^{b,A}$	$2.96 \pm 0.14^{c,C}$	$0.96 \pm 0.01^{a,B}$
		14	$4.12 \pm 0.16^{d,AB}$	$2.65 \pm 0.03^{c,A}$	$1.67 \pm 0.16^{b,B}$	<i>T.E.</i>
		21	$5.09 \pm 0.55^{b,B}$	$10.63 \pm 0.67^{c,C}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Nonanal	1399	1	<i>T.E.</i>	$1.08 \pm 0.08^{b,C}$	$1.05 \pm 0.04^{b,C}$	$1.24 \pm 0.30^{b,AB}$
		7	<i>T.E.</i>	$0.70 \pm 0.02^{b,B}$	$0.86 \pm 0.05^{b,B}$	$1.29 \pm 0.10^{c,AB}$
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$0.87 \pm 0.03^{b,A}$
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$1.50 \pm 0.22^{b,B}$
Bütıl propil keton	1431	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	$0.38 \pm 0.03^{c,B}$	$0.28 \pm 0.01^{b,B}$
		7	<i>T.E.</i>	$0.37 \pm 0.04^{b,B}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
Benzaldehit	1543	1	<i>T.E.</i>	$1.35 \pm 0.08^{a,AB}$	$1.50 \pm 0.25^{a,A}$	$5.88 \pm 0.74^{b,B}$
		7	$1.35 \pm 0.14^{a,B}$	$0.72 \pm 0.01^{a,A}$	$4.15 \pm 0.65^{b,A}$	$1.71 \pm 0.22^{a,A}$
		14	<i>T.E.</i>	$2.76 \pm 0.44^{b,B}$	$10.08 \pm 0.43^{c,B}$	$19.35 \pm 0.84^{d,C}$
		21	$2.50 \pm 0.14^{a,C}$	$17.55 \pm 0.81^{b,C}$	$25.89 \pm 1.38^{c,C}$	$39.18 \pm 0.44^{d,D}$
2-Undekanon	1608	1	$1.34 \pm 0.16^{c,C}$	$0.92 \pm 0.03^{b,C}$	$0.46 \pm 0.01^{a,B}$	$0.46 \pm 0.02^{a,B}$
		7	$0.51 \pm 0.04^{b,A}$	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	$0.61 \pm 0.06^{c,AB}$	$0.36 \pm 0.03^{b,B}$	<i>T.E.</i>	$0.41 \pm 0.07^{b,B}$
		21	$0.88 \pm 0.05^{b,B}$	$2.22 \pm 0.13^{c,D}$	$0.90 \pm 0.08^{b,C}$	$0.51 \pm 0.02^{a,B}$

RI: Alıkonma indeksi, *T.E.*: Tespit edilemedi.

^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P < 0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P < 0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

4.14.4 Alkoller

Kefir gibi fermente süt ürünlerinde alkol oluşumu esas olarak maya fermentasyonu ile sağlanmaktadır (Ağhlara ve diğ, 2009). Kefir örneklerinde depolama süresince saptanan alkoller izelge 4.11’de verilmiştir. 1-Hekzanol, 3-metil-1-bütanol ve 2-bütanol, kefir örneklerinde en fazla miktarda tespit edilen alkoller olarak belirlenmiştir.

İzopropil alkol, 2-bütanol, izobütil alkol, 2-pentanol, 3-metil-1-bütanol, 1-hekzanol, 2-nonanol ve benzil alkol Aloe vera içermeyen (kontrol) kefir örneğinde tespit edilememiş, Aloe vera jeli ilaveli kefir örneklerinde belirlenmiştir. Bu bağlamda, söz konusu bileşiklerin Aloe vera ilavesi ile ön plana çıkan uçucu bileşenler olduğu söylenebilir. Aynı zamanda 3-metil-1-bütanol ve 1-hekzanol literatürde kefir uçucu bileşenleri arasında tespit edilmiştir (Ağhlara ve diğ, 2009; Rutkowska ve diğ, 2022). 2-Heptanol, 2,3-bütandiol ve 1-oktanol isimli bileşiklerin de tüm örneklerde görüldüğü ancak Aloe vera jeli ilaveli kefir örneklerinde daha fazla miktarda saptandğ gözlemlenmiştir. Ayrıca 2-bütanol, 3-metil-1-bütanol, 1-hekzanol ve benzil alkolün depolama sürecinde miktarlarının arttığı gözlemlenmiştir ($P<0.05$).

Çizelge 4.11 : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen alkoller (µg/g)

İsim	RI	Depolama Süresi (Gün)	Örnek			
			K1	K2	K3	K4
İzopropil alkol	932	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.83±0.01 ^{b,A}	0.93±0.02 ^{c,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.33±1.03 ^{b,B}	0.88±0.15 ^{a,B}
Etanol	937	1	8.97±1.04 ^{b,AB}	9.37±0.19 ^{b,BC}	4.66±0.06 ^{a,B}	5.33±0.19 ^{a,A}
		7	13.63±0.60 ^{c,B}	2.64±0.63 ^{a,A}	18.10±0.42 ^{d,D}	8.19±0.19 ^{b,B}
		14	13.75±2.30 ^{b,B}	7.56±0.69 ^{a,B}	12.45±0.45 ^{ab,C}	10.47±0.55 ^{ab,C}
		21	7.09±0.51 ^{b,A}	11.14±0.14 ^{c,C}	<i>T.E.</i>	12.01±0.03 ^{c,D}
2-Bütanol	1021	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.53±0.05 ^{b,B}
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	5.39±0.62 ^{b,B}	2.86±0.01 ^{bc,C}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	31.42±1.21 ^{c,C}	5.44±0.06 ^{c,D}
İzobütil alkol	1089	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.65±0.20 ^{b,B}	<i>T.E.</i>
2-Pentanol	1119	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	1.66±0.04 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	2.38±1.07 ^{b,B}	0.42±0.02 ^{ab,B}
3-Metil-1-bütanol	1208	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.97±0.03 ^{c,A}	0.61±0.07 ^{b,A}
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	18.25±2.22 ^{c,B}	8.39±1.25 ^{b,B}
		21	<i>T.E.</i>	3.29±0.29 ^{a,B}	153.34±5.98 ^{c,C}	29.20±0.80 ^{b,C}
1-Pentanol	1251	1	<i>T.E.</i>	3.57±0.43 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	0.78±0.03 ^{b,B}	<i>T.E.</i>	0.80±0.04 ^{b,B}	1.31±0.06 ^{c,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>

Çizelge 4.11 (devam) : Kefir örneklerinde depolama boyunca belirlenen alkoller (µg/g)

İsim	Depolama		Örnek			
	RI	Süresi (Gün)	K1	K2	K3	K4
2-Heptanol	1320	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	2.09±0.05 ^{c,A}	1.49±0.01 ^{b,A}
		7	1.14±0.14 ^{a,B}	<i>T.E.</i>	6.50±2.39 ^{b,A}	3.62±0.11 ^{ab,B}
		14	1.35±0.05 ^{a,B}	2.32±0.22 ^{a,B}	13.24±0.24 ^{c,B}	6.59±0.41 ^{b,C}
		21	1.14±0.11 ^{a,B}	5.97±0.04 ^{b,C}	18.15±0.85 ^{d,B}	9.08±0.02 ^{c,D}
1-Hekzanol	1359	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	17.58±0.18 ^{b,B}	70.98±0.40 ^{c,B}	74.42±0.07 ^{c,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	316.87±3.27 ^{c,C}	171.24±0.68 ^{b,C}
2-Etil-1-hekzanol	1492	1	1.69±0.19 ^{c,D}	<i>T.E.</i>	1.08±0.04 ^{b,C}	1.06±0.00 ^{b,A}
		7	1.15±0.03 ^{a,C}	0.92±0.02 ^{a,C}	2.76±0.16 ^{b,D}	0.83±0.02 ^{a,A}
		14	0.77±0.01 ^{b,B}	0.60±0.05 ^{a,B}	0.67±0.02 ^{ab,B}	0.96±0.01 ^{c,A}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	3.25±1.48 ^{b,B}
2-Nonanol	1520	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.46±0.02 ^{b,B}
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	1.94±0.02 ^{b,B}	1.81±0.03 ^{b,C}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	5.05±0.05 ^{c,C}	2.75±0.03 ^{b,D}
2,3-Bütandiol	1521	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	5.30±1.13 ^{b,B}	0.85±0.03 ^{a,A}
		7	<i>T.E.</i>	1.27±0.11 ^{b,C}	3.02±0.22 ^{c,A}	3.28±0.59 ^{c,B}
		14	0.66±0.05 ^{a,B}	0.93±0.03 ^{a,B}	4.48±0.36 ^{b,A}	4.73±0.20 ^{b,C}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	6.27±1.14 ^{c,B}	3.16±0.18 ^{b,B}
1-Oktanol	1562	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	0.55±0.05 ^{b,A}
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	1.04±0.04 ^{b,B}	11.48±0.04 ^{c,D}
		14	<i>T.E.</i>	0.59±0.08 ^{b,B}	1.70±0.05 ^{c,C}	1.82±0.01 ^{c,B}
		21	0.30±0.02 ^{a,B}	2.37±0.01 ^{b,C}	14.65±0.05 ^{d,D}	8.15±0.05 ^{c,C}
Benzil alkol	1894	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
		14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	5.73±0.17 ^{b,B}	5.86±0.16 ^{b,B}
		21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	24.44±0.02 ^{c,C}	8.70±0.10 ^{b,C}

RI: Alıkonma indeksi, *T.E.*: Tespit edilemedi.^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

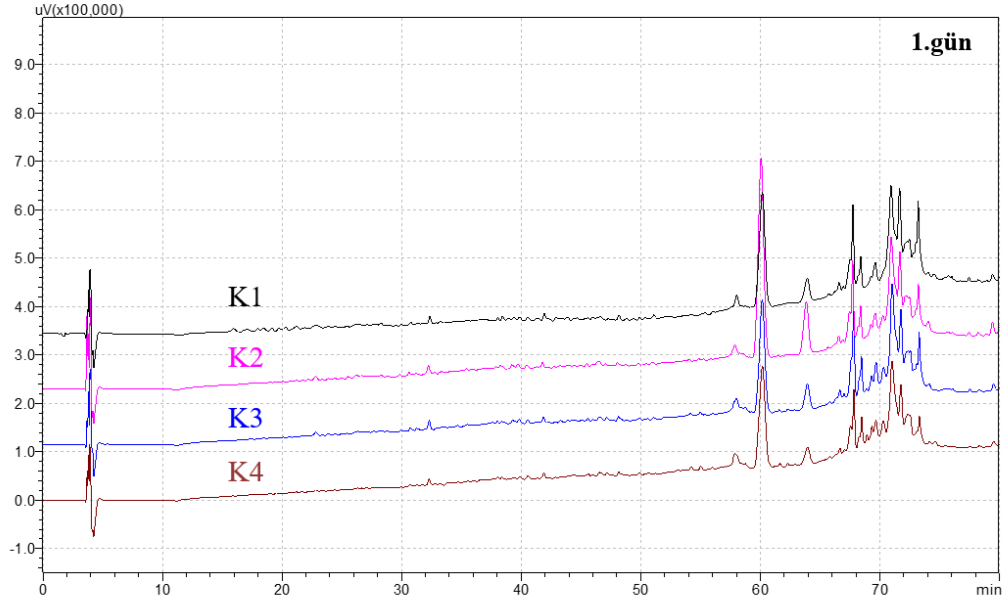
K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Beirami-Serizkani ve diğ. (2021) tarafından mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve Pers gamının (badem ağacı zamkı) geleneksel kefirin karakteristiklerine etkisinin incelendiği çalışmada, SPME-GC/MS ile 16 adet alkol, 13 adet ester, 9 adet asit, 6 adet keton ve 4 adet aldehit, 1 adet terpen, 1 adet nitrojen bileşiği ve 1 adet CO₂ olmak üzere 51 adet uçucu bileşenin izole edildiği ve tanımlandığı belirtilmiştir. Depolama sürecinde (1, 15 ve 30. günler) alkol ve asit miktarları artarken; ester, keton ve aldehitlerin miktarlarının azaldığı bildirilmiştir ($P<0.05$). Farklı yağ oranlarına sahip sütler kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefirlerin depolama süresince kalite özelliklerinin belirlendiği çalışmada ise inek sütü ve starter kültür ile üretilen kefirlerin depolama sürecinde (1, 7, 14 ve 21. günler) asetaldehit (4.88-9.54 µg/g), aseton (0.74-1.54 µg/g), etil asetat (0.30-0.72 µg/g), etanol (81.12-504.66 µg/g) ve diasetil (2.76-5.16 µg/g) uçucu bileşenlerin tespit edildiği belirtilmiştir (Tomar, 2015). Aidarbekova ve Aider (2022) tarafından elektro-aktive peynir altı suyu ile takviye edilmiş kefirin fiziko-kimyasal, yapısal, mikrobiyolojik özellikleri ve uçucu bileşen profilinin incelendiği çalışmada; 7 adet keton, 3 adet aldehit, 7 adet eter, 4 adet alkol, 2 adet asit, 1 adet organik bileşen, 1 adet aromatik hidrokarbon ve 1 adet CO₂ olmak üzere toplam 26 adet uçucu bileşik belirlenmiş; aseton, diasetil ve alkol gibi fermente süt ürünlerinin tipik uçucu bileşenlerinin tüm örneklerde görüldüğü ifade edilmiştir. Mevcut çalışma kapsamında elde edilen bulgular ışığında, Aloe vera jelinin kefir örneklerinin uçucu bileşen profiline katkıda bulunduğu görülmüş ve sonuçların, yukarıda özetlenen literatür ile benzerlik gösterdiği gözlemlenmiştir.

4.15 RP-HPLC ile peptit profillerinin belirlenmesi

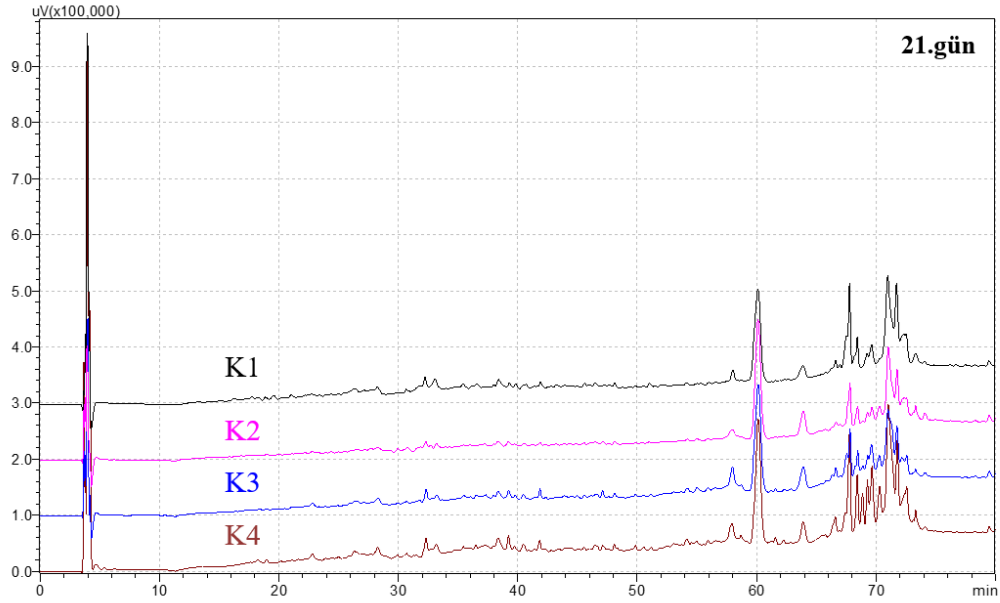
Kefirdeki bazı laktobasil cinslerinin gelişimleri için amino asitlere ihtiyaç duydukları bildirilmiştir. Bu laktobasil cinsleri tarafından salgılanan proteazlar; proteinleri polipeptitler, oligopeptitler ve amino asitler gibi küçük moleküler parçalara hidrolize etmektedir (Wang ve diğ, 2022). Kefir örneklerinin peptit profilleri RP-HPLC ile belirlenmiş olup depolamanın 1. ve 21. günlerine ait kromatogramlar Şekil 4.10 ve 4.11’de sunulmuştur.

Mevcut çalışmada elde edilen kromatogramlar ayrı ayrı incelendiğinde her bir kefir örneğinden elde edilen pik sayılarının ve yüksekliklerinin göze çarpan bir farklılığa sahip olmadığı görülmüştür. Dolayısıyla Aloe vera jeli ilavesinin kefir örneklerinde peptit oluşumuna önemli bir katkısının olmadığı düşünülmektedir. Kromatogramlar birlikte incelendiğinde ise elde edilen pik sayılarının ve yüksekliklerinin depolamanın 21. gününde arttığı görülmüştür. Buradan, depolama sürecinde kefir örneklerinde yeni peptitlerin oluştuğu ve var olan peptitlerin ise miktarının arttığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4.10 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. gününe ait peptit profili

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.



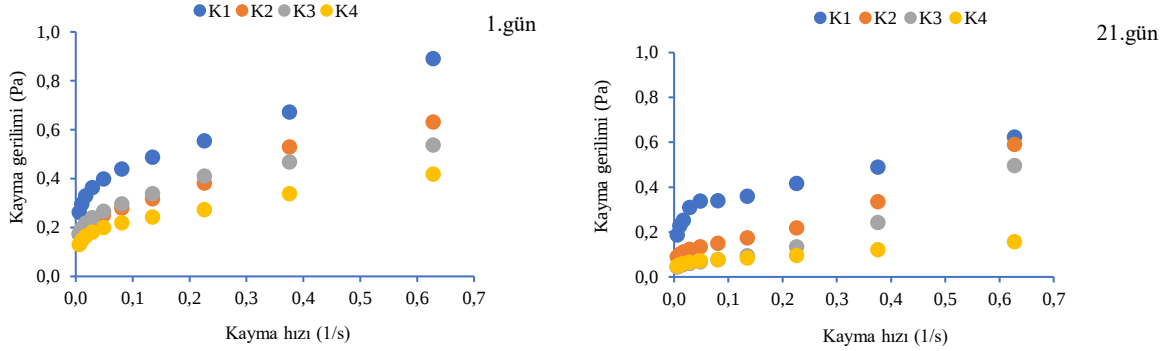
Şekil 4.11 : Kefir örneklerinin depolamanın 21. gününe ait peptit profili

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Ebner ve diğ. (2015) tarafından starter kültür kullanılarak üretilen kefir örneklerinin MALDI-TOF-MS ile peptit profili belirlenmiş ve nano-UPLC-nano-ESI-MS/MS ile 230 farklı peptit izole edildiği bildirilmiştir. Ek kültürlerin kefirin anjiyotensin dönüştürücü enzim (ACE) inhibitör aktivitesi, organik asit içeriği ve peptit profili üzerine etkisinin incelendiği çalışmada ise örneklerin peptit profilleri depolamanın 1. ve 28. günlerinde RP-HPLC ile belirlenmiştir. Örneklerin RP-HPLC kromatogramlarında sadece küçük farklılıklar olduğu, olgunlaşmaya bağlı bazı değişikliklerin gözlemlendiği ifade edilmiştir (Şanlı ve diğ, 2018). Bir başka çalışmada, yardımcı kültür eklenerek üretimi gerçekleştirilen kefirlerde biyoaktif peptit oluşturma özellikleri ve antimikrobiyal etki spektrumları araştırılmış; RP-HPLC kromatogramları incelendiğinde olgunlaşma süresi boyunca peptitlerin oluşumunda ve konsantrasyonlarında birbirine benzer pikler olduğu, peptit fraksiyonlarının *Staphylococcus aureus*, *Staphylococcus warneri* ve *Staphylococcus hominis* üzerinde antimikrobiyal etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Atalay, 2019). Bir başka çalışmada, kefir protein ekstraktı, MALDI-TOF-MS ile analiz edilmiş ve ACE inhibitör aktivitesine sahip 35 peptit tanımlanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, kefirin yeni üretilecek antihipertansif ilaçların tasarımında kullanılabileceği belirtilmiştir (Amorim ve diğ, 2019). Mevcut çalışma kapsamında elde edilen sonuçların, yukarıda özetlenen kefir çalışmalarına benzer olduğu gözlemlenmiştir.

4.16 Reolojik analiz sonuçları

Kefir örneklerinin akış özellikleri reometre ile belirlenmiş olup Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin akış özelliklerine etkileri incelenmiştir. Sonuçlara göre, kayma hızı değerlerine (1/s) karşı kayma gerilimi (Pa) değerleri bir grafiğe aktarıldığında artan kayma hızına karşılık kayma geriliminin de arttığı; bu nedenle kefir örneklerinin viskozite tayini sonuçlarında da belirtildiği üzere Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.12). Aloe vera jeli ilavesi ve depolama süresince kefir örneklerinin kayma hızına karşı kayma gerilimi değerlerinde azalma meydana geldiği görülmüştür.

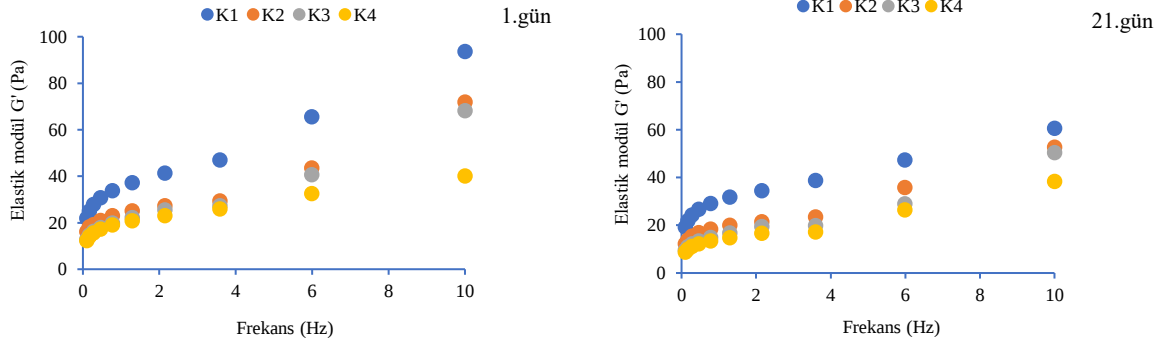


Şekil 4.12 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait reolojik akış kurvesi

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

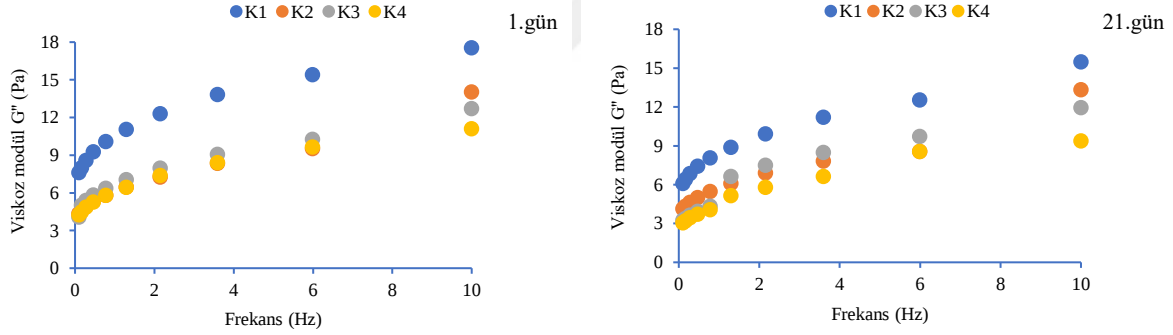
Kefir örneklerinin dinamik özellikleri incelenmiş; depolama boyunca elastik modül (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinde oluşan değişimler, frekans değerlerine karşı çizilen grafikler ile gözlemlenmiştir. Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. günlerine ait elastik modül değişimleri Şekil 4.13'te verilmiştir. Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. günlerine ait viskoz modül değişimleri ise Şekil 4.14'te sunulmuştur. Depolama süresince kefir örneklerinin elastik modül (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinde artış görülmüştür. Bu artışın, fermentasyon ve depolama süresince LAB'ın metabolik aktiviteleri (pH'nın düşerek kazein misellerinin birleşmesini sağlaması gibi) nedeniyle gerçekleştiği düşünülmektedir (Bensmira ve diğ, 2010). Ancak Aloe vera jeli ilavesinin artışına paralel olarak kefirlerin elastik modül (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinde azalış görülmüştür. Aloe vera jeli ilavesinin, kefir örneklerinin kayma gerilimi, G' ve G'' değerlerinde azalmaya neden olduğu gözlemlenmiştir. Dolayısıyla Aloe vera jeli ilavesinin kefirin reolojik özelliklerine katkıda bulunmadığı görülmüştür. Serum ayrılması ve viskozite değerlerinde de olduğu gibi fermentasyon ve depolama süreçlerinde söz konusu değerlerde Aloe vera jeli ilavesinin artışıyla düşüş görülmüştür. İlaveten, Aloe vera jelinin kefir üretimi sırasında homojen bir yapı elde etmek amacıyla inoküle edilmiş süte ilave edilmeden önce mikser yardımı ile karıştırılarak sıvı hale getirilmesi ve jel ilavesinin ardından örneklerin homojenizatörde karıştırılarak fermentasyon sürecine geçilmesi gibi nedenlerin de bu sonuçlara etkisinin olduğu düşünülmektedir. Tüm

kefirlerde G' değeri G'' değerinden daha yüksek ve $1 < G'/G'' < 10$ olduğundan kefir örneklerinin zayıf jel özelliği gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.13 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait elastik modül değişimleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.



Şekil 4.14 : Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 21. gününe ait viskoz modül değişimleri

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Bensmira ve Jiang (2012) tarafından fermentasyon süresi, inkübasyon sıcaklığı ve yer fıstığı sütü/yağsız süt oranının kefirin mikroyapı ve fiziksel özelliklerine etkisinin incelendiği çalışmada; elastik modül (G') ve viskoz modül (G'') değerlerinin fermentasyon süresi ve yer fıstığı sütü ilavesi ile arttığı tespit edilmiştir ($P > 0.05$). G' değerlerinin G'' değerlerinden yüksek olduğu, bu nedenle kefir örneklerinin fermente süt içeceklerine özgü zayıf jel özelliğine sahip olduğu bildirilmiştir. Bir başka çalışmada; üretim parametrelerinin kefirlerde fizikokimyasal,

mikrobiyolojik ve duyuşal özellikler üzerine etkisi incelenmiş, starter kültür ile üretilen kefirlerin depolama boyunca Newton tipi olmayan psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu belirtilmiştir (Arslan, 2015). Üretimde tercih edilen starter kültür çeşidinin örneklerin akış özelliklerini etkilemediği ve starter kültür ile üretilen örneklerinin dane kullanılarak üretilen kefişlere göre kayma hızının bir fonksiyonu olarak daha yüksek kayma gerilimi değerlerine sahip olduğu ifade edilmiştir ($P<0.001$). Kahve aromalı kefirin fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin incelendiği çalışmada ise örneklerin reolojik analizi gerçekleştirilmiş ve kayma hızının bir fonksiyonu olarak kayma geriliminde bir artış gözlemlendiği bildirilmiştir. Örneklerin fermente süt içeceklerinin karakteristik olarak sahip olduğu Newton tipi olmayan reolojik davranış gösterdiği tespit edilmiştir (Vimercati ve diğ., 2020). Aloe vera jelinin bileşiminde kullanıldığı ürünlerin reolojik özelliklerini ve fiziksel stabilitesini etkileyen çok sayıda çözünmeyen polimer partiküle (Aloe vera jelinin yararlı terapötik etkilere sahip, ana polisakarittlerinden biri olan acemannan gibi) sahip olması nedeniyle Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu farklı çalışmalarda belirtilmiştir (Sierra-García ve diğ., 2014; Sonawane ve diğ., 2021). Azari-Anpar ve diğ. (2017) tarafından Aloe vera jeli ile zenginleştirilmiş yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada ise örneklerin Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliği gösterdiği ve artan kesme hızı ile viskozitedeki azalma gözlemlendiği bildirilmiştir. Elde edilen sonuçlar kapsamında, Aloe vera jel konsantrasyonundaki artışın örneklerde psödoplastisiteyi artırdığı ifade edilmiştir. Yukarıda özetlenen literatür örneklerinde olduğu gibi mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin de fermente süt içeceklerinin sahip olduğu tipik akış özelliklerini taşıdığı gözlemlenmiştir.

4.17 Mikrobiyolojik analiz sonuçları

Kefir örneklerinde depolama süresince toplam aerobik mezofilik bakteri (TAMB), maya-küf, laktobasil, laktokok, koliform bakteri ve *Escherichia coli* sayımı yapılmıştır. Kefir örneklerine ait mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir.

TGK Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne (Anonim, 2022a) göre, kefirde toplam spesifik mikroorganizma, etikette belirtilen toplam ilave mikroorganizma ve maya sayıları sırasıyla en

az 10^7 kob/mL, 10^6 kob/mL ve 10^3 kob/mL olmalıdır. Koliform bakteri, küf ve *E. coli* sayıları için de numunede bulunabilecek maksimum mikrobiyolojik değerler belirlenmiştir. Çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarının genel itibarıyla tebliğe uygun olduğu gözlemlenmiştir.



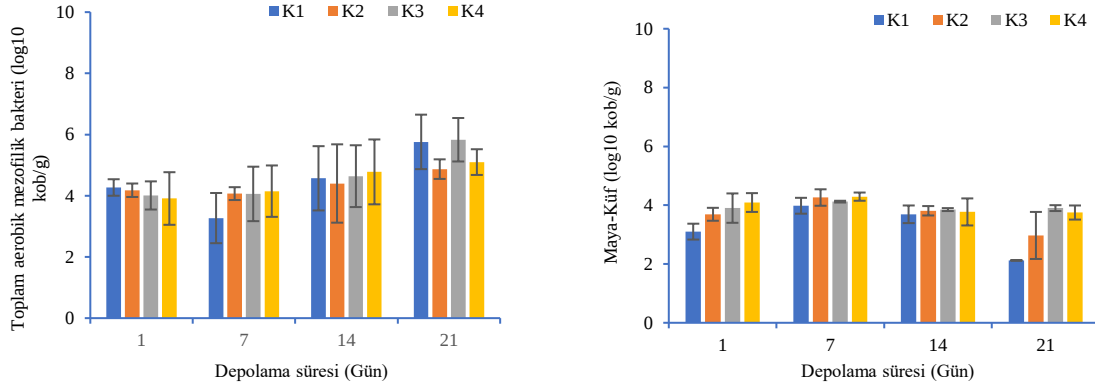
Çizelge 4.12 : Kefir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçları (log₁₀ kob/mL)

		Örnek			
Depolama Süresi (Gün)		K1	K2	K3	K4
Toplam aerobik mezofilik bakteri	1	4.27±0.27 ^{a,A}	4.18±0.22 ^{a,A}	4.01±0.46 ^{a,A}	3.91±0.86 ^{a,A}
	7	3.27±0.82 ^{a,A}	4.07±0.21 ^{a,A}	4.06±0.89 ^{a,A}	4.15±0.84 ^{a,A}
	14	4.57±1.05 ^{a,A}	4.40±1.28 ^{a,A}	4.64±1.01 ^{a,A}	4.78±1.06 ^{a,A}
	21	5.76±0.89 ^{a,A}	4.87±0.32 ^{a,A}	5.83±0.71 ^{a,A}	5.10±0.42 ^{a,A}
Maya-küf	1	3.10±0.27 ^{a,A}	3.69±0.22 ^{a,AB}	3.90±0.50 ^{a,A}	4.09±0.32 ^{a,A}
	7	3.98±0.27 ^{a,A}	4.26±0.28 ^{a,B}	4.12±0.03 ^{a,A}	4.29±0.14 ^{a,A}
	14	3.69±0.30 ^{a,A}	3.81±0.16 ^{a,AB}	3.85±0.05 ^{a,A}	3.77±0.46 ^{a,A}
	21	2.12±0.01 ^{a,A}	2.97±0.80 ^{a,A}	3.90±0.10 ^{a,A}	3.75±0.24 ^{a,A}
Laktobasil	1	6.42±0.18 ^{a,A}	7.89±1.02 ^{a,AB}	7.50±0.99 ^{a,A}	7.31±0.71 ^{a,A}
	7	8.66±0.29 ^{a,A}	8.46±0.13 ^{a,B}	8.39±0.06 ^{a,A}	8.30±0.03 ^{a,A}
	14	7.82±0.86 ^{a,A}	7.71±0.64 ^{a,AB}	8.48±0.49 ^{a,A}	7.33±0.97 ^{a,A}
	21	7.13±0.93 ^{a,A}	6.53±0.47 ^{a,A}	7.54±0.20 ^{a,A}	7.07±0.65 ^{a,A}
Laktokok	1	8.64±0.00 ^{a,A}	8.43±0.05 ^{a,A}	8.44±0.00 ^{a,A}	6.91±0.63 ^{a,A}
	7	8.71±0.19 ^{b,A}	8.55±0.11 ^{ab,A}	8.46±0.07 ^{ab,A}	8.35±0.07 ^{a,B}
	14	8.22±0.76 ^{a,A}	7.97±0.70 ^{a,A}	7.90±0.22 ^{a,A}	7.98±0.77 ^{a,AB}
	21	7.25±0.29 ^{a,A}	6.97±0.07 ^{a,A}	7.50±0.16 ^{a,A}	7.22±0.17 ^{a,AB}
Koliform bakteri	1	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
	7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
	14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
	21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
<i>E. coli</i>	1	1.43±0.55 ^{a,B}	3.21±0.52 ^{c,B}	3.17±0.22 ^{c,B}	2.94±0.50 ^{b,B}
	7	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
	14	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>
	21	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>	<i>T.E.</i>

T.E.: Tespit edilemedi.^{a-b} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.^{A-B} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Kefir örneklerinin TAMB sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.15'te sunulmuştur. TAMB sayısının 3.27-5.83 log₁₀ kob/mL arasında değiştiği tespit edilmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin TAMB sayılarına etkisi istatistiki olarak anlamlı bulunmamıştır ($P>0.05$).

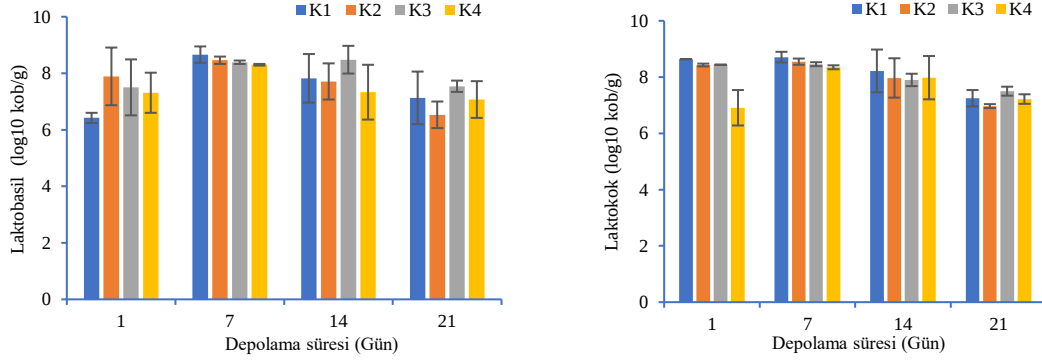


Şekil 4.15 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen toplam aerobik mezofilik bakteri ve maya-küf sayıları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Kefir örneklerinin maya-küf sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.15'te verilmiştir. Örneklerde tespit edilen maya-küf sayısının 2.12-4.29 log₁₀ kob/mL aralığında olduğu belirlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin maya-küf sayılarına etkisinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$).

Kefir örneklerinin laktobasil sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.16'da yer almaktadır. Kefir örneklerde laktobasil sayısının 6.42-8.66 log₁₀ kob/mL aralığında olduğu tespit edilmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin laktobasil sayılarındaki değişimde istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$).



Şekil 4.16 : Kefir örneklerinin depolama boyunca belirlenen laktobasil ve laktokok sayıları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Kefir örneklerinin laktokok sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12 ve Şekil 4.16’da sunulmuştur. Kefir örneklerde laktokok sayısının 6.91-8.71 log₁₀ kob/mL aralığında olduğu belirlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama sürecinin örneklerin laktokok sayılarına etkisinin istatistiki olarak anlamlı olmadığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$).

Kefir örneklerinin koliform bakteri sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12’de verilmiştir. Kefir örneklerinde depolama süresince koliform bakteri tespit edilmemiştir.

Kefir örneklerinin *E. coli* sayıları ile depolama boyunca meydana gelen değişimler Çizelge 4.12’de sunulmuştur. Kefir örneklerinde *E. coli* sayısının 0.00-3.21 log₁₀ kob/mL aralığında olduğu görülmüştür. Depolama sürecinin sonuçlara etkisi istatistiki olarak önemli bulunmazken ($P>0.05$); K2 kodlu örnekte Aloe vera jeli ilavesinin örneklerdeki *E. coli* sayısına etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu gözlemlenmiştir ($P<0.05$). Depolamanın başında Aloe vera jeli ilaveli örneklerde *E. coli* tespit edilmesinin, üretim sürecindeki bir kontaminasyondan kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Zira Aloe vera jelinin elde edilmesi sırasında hasat edilerek gönderilen yapraklar sadece su ile yıkanmış ve ardından kabukları soyularak jel eldesi sağlanmıştır. Depolamanın sürecinin geri kalanında *E. coli* tespit edilmemesinin Aloe vera jelinin antimikrobiyal etkisi (Arunkumar ve Muthuselvam, 2009; Cuvas-Limon ve diğ, 2016; Gao ve diğ, 2019) ve kefirde LAB tarafından üretilen hidrojen

peroksit (H_2O_2) ile *E. coli* gelişiminin inhibe edilmesinden (Kıvanc ve Yapıcı, 2019) kaynaklandığı düşünülmektedir.

Turek ve Wszolek (2021) tarafından probiyotik kefirin yağ asidi içeriği üzerine ceviz yağının etkisinin incelendiği çalışmada ise starter kültür ile üretilen kefir örneklerinin laktobasil, laktokok ve maya sayımı yapılmış ve sırasıyla 7.59-8.63 log kob/mL, 7.93-8.36 log kob/mL ve 2.26-3.29 log kob/mL arasında olduğu belirtilmiştir. Bir başka çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin depolama boyunca (1, 7, 14 ve 21. günler) toplam aerobik mezofilik bakteri (7.15-9.41 log kob/mL), laktobasil (6.99-9.01 log kob/mL), laktokok (7.08-9.39 log kob/mL) ve maya sayımı (0.00-2.88 log kob/mL) yapılmıştır (Çınar, 2019). Benzer çalışmalarda da kefir örneklerinin laktobasil ve laktokok sayılarının depolama sürecinde önce artış ardından azalış gösterdiği görülmüştür (Fontan ve diğ, 2006; Yıldız, 2009; Tomar, 2015). Kefirin fermentasyon sürecinin *E. coli*, LAB ve maya sayılarına etkisinin incelendiği çalışmada, LAB sayısının 4.74-6.44 log kob/mL ve maya sayısının 4.58-5.78 log kob/mL arasında olduğu, *E. coli* sayısının ise 4.82 log kob/mL'den 3.30 log kob/mL'ye düştüğü belirtilmiştir (Kıvanc ve Yapıcı, 2019). Mevcut çalışma kapsamında üretilen kefir örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarının, örneklerde tespit edilen mikroorganizma sayıları ve depolama sürecinde yaşanan değişimler açısından literatürdeki kefir çalışmaları ile genel olarak uyumlu olduğu görülmüştür.

4.18 Kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerinin istatistiksel değerlendirmesi

Kefir örneklerinde depolama boyunca sayılan mikroorganizmalara ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir. Varyans analizine göre, formülasyonun (Aloe vera jeli ilavesi) örneklerin mikrobiyolojik özelliklerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Depolamanın örneklerin toplam aerobik mezofilik bakteri, laktobasil, laktokok, koliform bakteri ve *E. coli* sayılarında istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolama formülasyon interaksiyonunun kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerine istatistiksel olarak önemli bir etkide bulunmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.13 : Kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Mikrobiyolojik Özellikler	KO	F	P
Formülasyon	Toplam aerobik mezofilik bakteri	0.477	0.142	0.934
	Maya-küf	1.296	1.275	0.302
	Laktobasil	0.136	0.139	0.936
	Laktokok	1.600	0.515	0.675
	Koliform bakteri	0.085	0.044	0.988
	<i>E. coli</i>	2.738	1.761	0.177
Depolama	Toplam aerobik mezofilik bakteri	12.415	3.699	0.023
	Maya-küf	1.554	1.529	0.229
	Laktobasil	3.530	3.596	0.026
	Laktokok	16.047	5.163	0.006
	Koliform bakteri	14.835	7.658	0.001
	<i>Escherichia coli</i>	13.305	8.559	0.001
Depolama × Formülasyon	Toplam aerobik mezofilik bakteri	0.496	0.148	0.997
	Maya-küf	0.315	0.309	0.965
	Laktobasil	0.215	0.219	0.989
	Laktokok	3.640	1.171	0.350
	Koliform bakteri	2.256	1.165	0.354
	<i>Escherichia coli</i>	1.136	0.731	0.677

4.19 Duyusal analiz sonuçları

Kefir örneklerinin depolama boyunca puanlanan duyusal özellikleri, Çizelge 4.14'te yer almaktadır. Kefir örneklerinin depolama sürecindeki duyusal analiz sonuçlarına dair örümcek ağı diyagramları ise Şekil 4.17 ve 4.18'de sunulmuştur. Kefir örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına göre, kontrol örneğinin Aloe vera jeli ilaveli örneklerden daha iyi puanlar aldığı ancak Aloe vera jeli ilaveli örneklerin de duyusal özellikler açısından panelistler tarafından kabul gören düzeyde puanlandırıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 4.14 : Kefirlerde belirlenen duyuşal özellikler ve puanlar

Depolama Süresi (Gün)		Örnek			
		K1	K2	K3	K4
Renk ve görünüş	1	8.28±0.08 ^{a,B}	8.22±0.31 ^{a,A}	8.00±0.16 ^{a,A}	7.72±0.39 ^{a,A}
	7	8.19±0.27 ^{a,AB}	7.73±0.56 ^{a,A}	8.01±0.33 ^{a,A}	8.01±0.33 ^{a,A}
	14	7.56±0.31 ^{a,A}	6.67±0.47 ^{a,A}	6.89±0.94 ^{a,A}	7.39±1.02 ^{a,A}
	21	7.78±0.16 ^{a,AB}	6.78±0.94 ^{a,A}	7.11±0.47 ^{a,A}	6.94±0.39 ^{a,A}
Koku	1	7.44±0.63 ^{a,A}	7.17±0.08 ^{a,A}	7.50±0.39 ^{a,B}	6.56±0.47 ^{a,B}
	7	7.47±0.13 ^{b,A}	7.36±0.20 ^{ab,A}	6.86±0.51 ^{ab,AB}	6.40±0.38 ^{a,B}
	14	7.61±0.08 ^{b,A}	6.72±0.08 ^{ab,A}	6.17±0.71 ^{a,AB}	6.11±0.47 ^{a,AB}
	21	7.50±0.39 ^{c,A}	6.56±0.79 ^{bc,A}	5.61±0.24 ^{ab,A}	5.11±0.00 ^{a,A}
Süt kokusu	1	7.39±0.24 ^{a,A}	7.72±0.55 ^{a,A}	7.61±0.24 ^{a,B}	7.00±0.47 ^{a,B}
	7	6.93±0.26 ^{a,A}	7.00±0.00 ^{a,A}	7.06±0.09 ^{a,B}	6.72±0.39 ^{a,B}
	14	5.94±0.24 ^{a,A}	5.50±0.86 ^{a,A}	5.50±0.71 ^{a,AB}	5.39±0.24 ^{a,AB}
	21	6.11±0.18 ^{a,A}	6.33±0.72 ^{a,A}	4.61±0.07 ^{a,A}	5.00±0.94 ^{a,A}
Fermente koku	1	5.89±0.79 ^{a,A}	5.94±0.24 ^{a,A}	6.06±1.18 ^{a,A}	6.22±0.47 ^{a,B}
	7	5.90±0.92 ^{a,A}	5.37±1.05 ^{a,A}	5.67±0.94 ^{a,A}	5.35±0.14 ^{a,AB}
	14	6.22±0.79 ^{a,A}	5.78±0.16 ^{a,A}	5.22±0.63 ^{a,A}	5.22±0.63 ^{a,AB}
	21	5.39±0.39 ^{a,A}	5.06±0.86 ^{a,A}	4.56±0.63 ^{a,A}	4.72±0.55 ^{a,A}
Bitkisel koku	1	3.83±1.18 ^{a,A}	4.94±1.65 ^{a,A}	5.22±0.16 ^{a,A}	6.06±0.39 ^{a,A}
	7	4.33±0.64 ^{a,A}	5.25±0.35 ^{a,A}	6.06±2.75 ^{a,A}	6.51±2.29 ^{a,A}
	14	3.67±0.63 ^{a,A}	5.72±1.34 ^{ab,A}	6.06±0.71 ^{b,A}	6.67±0.31 ^{b,A}
	21	3.39±1.02 ^{a,A}	4.28±1.02 ^{a,A}	6.44±0.16 ^{b,A}	6.72±0.55 ^{b,A}
Lezzet	1	7.11±1.10 ^{a,A}	6.39±0.39 ^{a,A}	6.61±0.71 ^{a,A}	5.22±0.16 ^{a,A}
	7	7.56±0.63 ^{b,A}	6.54±0.29 ^{ab,A}	5.98±0.50 ^{ab,A}	5.22±1.10 ^{a,A}
	14	7.72±0.55 ^{b,A}	6.33±0.16 ^{ab,A}	5.33±0.94 ^{a,A}	4.72±0.55 ^{a,A}
	21	7.17±0.24 ^{b,A}	5.83±0.86 ^{ab,A}	4.83±0.55 ^{a,A}	4.17±1.02 ^{a,A}
Ekşi tat	1	5.50±0.24 ^{a,A}	5.83±0.39 ^{a,B}	5.72±0.55 ^{a,A}	5.67±0.31 ^{a,A}
	7	6.38±0.53 ^{a,A}	5.88±0.01 ^{a,B}	5.91±0.76 ^{a,A}	5.27±0.56 ^{a,A}
	14	5.78±0.94 ^{a,A}	5.28±0.24 ^{a,B}	5.56±0.79 ^{a,A}	5.44±0.16 ^{a,A}
	21	5.56±0.63 ^{a,A}	4.22±0.16 ^{a,A}	5.33±1.26 ^{a,A}	5.00±1.41 ^{a,A}

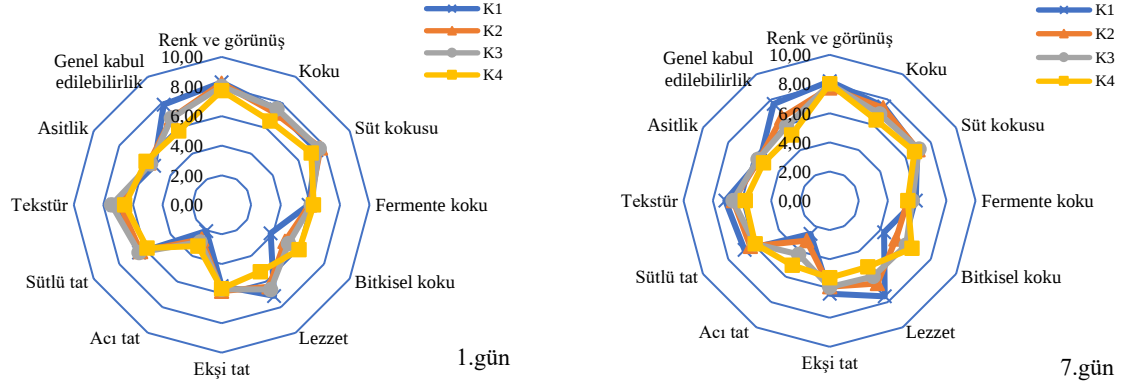
Çizelge 4.14 (devam) : Kefirlerde belirlenen duyuşal özellikler ve puanlar

	Depolama Süresi	Örnek			
	(Gün)	K1	K2	K3	K4
Acı tat	1	2.06±0.39 ^{a,A}	2.67±0.47 ^{a,A}	2.89±0.31 ^{a,A}	3.22±1.26 ^{a,A}
	7	2.61±0.86 ^{a,A}	3.15±0.74 ^{a,A}	4.24±0.19 ^{ab,B}	5.10±0.32 ^{b,AB}
	14	2.83±0.71 ^{a,A}	4.00±0.31 ^{ab,AB}	5.33±0.16 ^{bc,C}	6.11±0.79 ^{c,B}
	21	3.33±0.00 ^{a,A}	4.78±0.31 ^{b,B}	6.17±0.08 ^{c,D}	6.78±0.00 ^{d,B}
Sütlü tat	1	6.44±0.31 ^{a,A}	6.33±0.31 ^{a,A}	6.44±0.63 ^{a,B}	5.83±0.39 ^{a,B}
	7	6.71±0.06 ^{a,A}	6.26±0.52 ^{a,A}	5.92±0.82 ^{a,AB}	5.88±1.24 ^{a,B}
	14	5.89±0.16 ^{b,A}	5.28±0.24 ^{ab,A}	5.00±0.63 ^{ab,AB}	4.61±0.08 ^{a,AB}
	21	5.56±0.66 ^{a,A}	5.61±0.12 ^{a,A}	3.94±0.71 ^{a,A}	3.56±0.94 ^{a,A}
Tekstür	1	7.22±0.31 ^{ab,A}	6.89±0.31 ^{ab,A}	7.44±0.16 ^{b,B}	6.56±0.31 ^{a,A}
	7	7.14±0.51 ^{b,A}	6.60±0.22 ^{ab,A}	6.62±0.70 ^{ab,AB}	5.77±0.15 ^{a,A}
	14	6.78±0.47 ^{a,A}	6.00±0.63 ^{a,A}	5.11±0.94 ^{a,A}	5.44±0.79 ^{a,A}
	21	7.50±0.08 ^{a,A}	5.94±0.53 ^{a,A}	6.44±0.63 ^{a,AB}	6.28±0.28 ^{a,A}
Asitlik	1	5.28±0.55 ^{a,A}	5.67±0.94 ^{a,A}	5.56±0.16 ^{a,A}	5.89±0.16 ^{a,A}
	7	5.51±0.37 ^{a,A}	5.58±0.12 ^{a,A}	5.66±1.11 ^{a,A}	5.22±0.48 ^{a,A}
	14	5.44±0.63 ^{a,A}	5.06±0.08 ^{a,A}	5.06±0.55 ^{a,A}	5.06±0.08 ^{a,A}
	21	5.89±0.63 ^{a,A}	4.67±0.31 ^{a,A}	5.78±0.94 ^{a,A}	5.61±1.18 ^{a,A}
Genel kabul edilebilirlik	1	7.83±0.55 ^{b,A}	6.78±0.16 ^{ab,A}	6.78±0.63 ^{ab,A}	5.78±0.16 ^{a,B}
	7	7.66±0.30 ^{b,A}	6.56±0.63 ^{ab,A}	5.90±1.09 ^{ab,A}	5.21±0.77 ^{a,AB}
	14	7.61±0.39 ^{c,A}	6.22±0.31 ^{bc,A}	5.00±0.79 ^{ab,A}	4.72±0.39 ^{a,AB}
	21	7.33±0.79 ^{b,A}	6.06±1.02 ^{ab,A}	5.11±0.79 ^{a,A}	4.28±0.39 ^{a,A}

^{a-d} Aynı satırda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

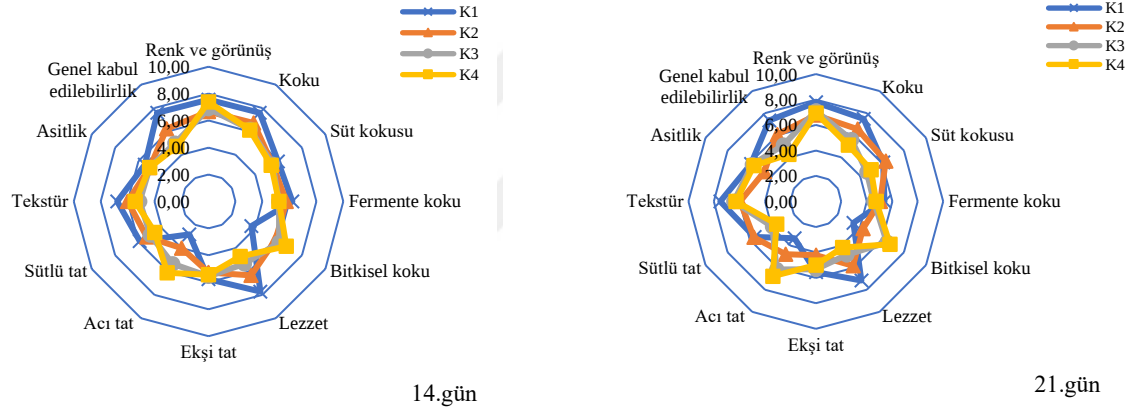
^{A-D} Aynı sütunda farklı harflerle gösterilen örnekler arasında $P<0.05$ düzeyinde farklılık vardır.

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.



Şekil 4.17: Kefir örneklerinin depolamanın 1. ve 7. gününe ait duyu analizi sonuçları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.



Şekil 4.18 : Kefir örneklerinin depolamanın 14. ve 21. gününe ait duyu analizi sonuçları

K1 örneği kontrol (Aloe vera içermeyen), K2, K3 ve K4 örnekleri ise sırasıyla %5, %10 ve %15 Aloe vera içeren kefir örnekleridir.

Kahve aromalı kefirin fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duyu özelliklerinin incelendiği çalışmada gerçekleştirilen duyu analizde, 122 panelist tarafından 9 puanlık bir hedonik skala kullanılarak görünüş (7.67 ± 1.25), aroma (7.33 ± 1.41), tat (5.82 ± 1.90), tekstür (6.91 ± 1.66) ve genel kabul edilebilirlik (6.60 ± 1.58) özellikleri değerlendirilmiştir (Vimercati ve diğ., 2020). Bir başka çalışmada ise farklı konsantrasyonlarda mavi yemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin depolama boyunca (1, 7, 14 ve 21. günler) duyu analizi 10 panelist tarafından gerçekleştirilmiştir. 1-10 arasında yapılan değerlendirmelerde; örneklerin renk ve görünüş özelliği 7.47-9.93, koku özelliği 8.07-9.87, tat-lezzet özelliği 6.23-9.63, tekstür özelliği 7.37-

9.97, asitlik özelliği 5.63-9.10 ve genel kabul edilebilirlik özelliği 7.87-9.33 arasında puanlanmıştır (Çınar, 2019). Mikrobiyal transglutaminaz enzimi ve Pers gamının (badem ağacı zımkı) geleneksel kefirin karakteristiklerine etkisinin incelendiği çalışmada, örnekler depolama sürecinde (1, 10, 20 ve 30. günler) yaşları 25-45 arasında değişen 10 kişilik eğitimli bir panel tarafından duyu analizi gerçekleştirilmiştir. 0-10 ölçeğinde puanlanan tat özelliğinin 5.07-8.57, koku özelliğinin 5.98-8.28, tekstür özelliğinin 4.85-8.21 ve genel kabul edilebilirlik özelliğinin 4.85-7.91 arasında değiştiği bildirilmiştir (Beirami-Serizkani ve diğ., 2021). Aloe vera jeli ile zenginleştirilmiş yoğurt üretiminin gerçekleştirildiği çalışmada ise, Aloe vera jeli ilavesinin örneklerin tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özellikleri açısından önemli bir etkisinin olduğu ve bu etkinin, Aloe vera jeli ilavesinin daha fazla olduğu örneklerde daha belirgin olduğu belirtilmiştir. Ancak Aloe vera jeli ilavesinin örneklerde stabil ve homojen tekstür oluşumunu azalttığı bildirilmiştir (Azari-Anpar, 2017). Mevcut çalışmada yer verilen duyu analizi sonuçlarının literatürdeki kefir çalışmaları ile uyumlu olduğu gözlemlenmiştir.

4.20 Kefirlerin duyu özelliklerinin istatistiksel değerlendirilmesi

Kefir örneklerinde depolama boyunca puanlanan duyu özelliklere ait istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.15'te sunulmuştur. Varyans analizine göre, formülasyonun (Aloe vera jeli ilavesi) örneklerin koku, bitkisel koku, lezzet, acı tat, sütlü tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine etkisinin istatistiki olarak önemli olduğu saptanmıştır ($P<0.05$). Depolamanın örneklerin renk ve görünüş, koku, süt kokusu, acı tat, sütlü tat, tekstür ve genel kabul edilebilirlik özelliklerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir ($P<0.05$). Depolama formülasyon interaksyonunun kefirlerin duyu özelliklerine istatistiki olarak önemli bir etkisinin olmadığı belirlenmiştir ($P>0.05$).

Çizelge 4.15 : Kefirlerin duyuşal özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Varyasyon Kaynakları	Duyuşal Özellikler	KO	F	P
Formülasyon	Renk ve görünüş	0.535	1.931	0.165
	Koku	3.091	17.633	0.001
	Süt kokusu	0.903	1.852	0.178
	Fermente koku	0.400	0.782	0.521
	Bitkisel koku	10.991	7.708	0.002
	Lezzet	9.211	19.611	0.001
	Ekşi tat	0.448	0.974	0.429
	Acı tat	10.419	34.592	0.001
	Sütlü tat	2.258	3.318	0.047
	Tekstür	1.866	3.681	0.034
	Asitlik	0.139	0.353	0.788
	Genel kabul edilebilirlik	9.925	24.475	0.001
Depolama	Renk ve görünüş	2.081	7.507	0.002
	Koku	1.508	8.606	0.001
	Süt kokusu	6.994	14.342	0.001
	Fermente koku	1.643	3.209	0.051
	Bitkisel koku	0.524	0.367	0.777
	Lezzet	1.228	2.614	0.087
	Ekşi tat	1.029	2.238	0.123
	Acı tat	9.641	32.008	0.001
	Sütlü tat	4.865	7.149	0.003
	Tekstür	1.935	3.816	0.031
	Asitlik	0.299	0.759	0.533
	Genel kabul edilebilirlik	1.909	4.709	0.015

Çizelge 4.15 (devam) : Kefirlerin duyuşal özelliklerinin varyans analizi sonuçları

Depolama × Formülasyon	Renk ve görünüş	0.133	0.481	0.867
	Koku	0.326	1.858	0.134
	Süt kokusu	0.303	0.622	0.762
	Fermente koku	0.176	0.345	0.945
	Bitkisel koku	0.412	0.289	0.968
	Lezzet	0.281	0.597	0.782
	Ekşi tat	0.256	0.557	0.812
	Acı tat	0.496	1.648	0.184
	Sütlü tat	0.363	0.533	0.830
	Tekstür	0.345	0.680	0.716
	Asitlik	0.254	0.644	0.745
	Genel kabul edilebilirlik	0.191	0.471	0.873

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Afrika kökenli tıbbi ve aromatik bir bitki olan Aloe vera (*Aloe barbadensis Miller*) yapraklarından elde edilen jel ile zenginleştirilmiş kefir üretimi gerçekleştirilmiş ve kefir örneklerinin depolamanın 1, 7, 14 ve 21. günlerinde fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik, reolojik ve duyuşsal özellikleri analiz edilmiştir.

Ülkemizde medikal ve kozmetik endüstrilerinde yaygın bir biçimde yer bulan ve antik çağlardan beri cilt hastalıklarının tedavisinde kullanılan Aloe vera jelinin kefir üretiminde kullanılması ile yeni formülasyonlu alternatif bir fermente süt ürünü elde edilmiştir. Bu sayede antimikrobiyal, antikarsinogenik, antienflamatuar, prebiyotik, probiyotik, yara iyileştirici, kolesterol düşürücü ve laktoz toleransını iyileştirme gibi sağlığa yararlı etkileri olan kefirin sahip olduğu fonksiyonel özelliklerinin artırılması ve antimikrobiyal, antioksidan, antienflamatuar, antitümör, antidiyabetik, antialerjik, hipoglisemik, gastroprotektif, immünomodülatör ve yara iyileştirici etkilere sahip olan Aloe vera'nın gıdalarda kullanımının yaygınlaştırılması amaçlanmıştır.

Üretilen kefir örneklerinin toplam kuru madde, toplam protein ve toplam kül miktarları, titrasyon asitliği, pH ve serum ayrılması değerleri, viskozitesi, renk değerleri, toplam fenolik madde miktarları, antioksidan aktivite değerleri, uçucu bileşenleri, peptit profili, reolojik, duyuşsal ve mikrobiyolojik özellikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre;

- Kefir örneklerinin toplam kuru madde, toplam protein ve toplam kül oranlarında depolama sürecinde önemli bir değişim ($P>0.05$) gerçekleşmemiş ancak örneklerle ilave edilen Aloe vera jeli oranı arttıkça toplam kuru madde oranı depolamanın 1. ve 7. günlerinde; toplam protein oranı ise depolamanın 21. gününde azalmıştır ($P<0.05$).
- Kefir örneklerinin titrasyon asitliği (% laktik asit) değerlerine bakıldığında, depolama sürecinde önemli bir değişim gerçekleşmezken ($P>0.05$); Aloe vera jeli ilavesinin artışıyla depolamanın 7., 14. ve 21. günlerinde azalma olmuştur ($P<0.05$). Örneklerin pH değerleri ise Aloe vera jeli ilavesi ve depolama süreci ile önemli bir değişime uğramamıştır ($P>0.05$).

- Örneklerin serum ayrılması değerleri depolama sürecinde anlamlı bir değişime ($P>0.05$) uğramamıştır. Ancak depolamanın 21. gününde, Aloe vera jeli ilavesi nedeniyle kefir örneklerinde serum ayrılması değerleri artmıştır ($P<0.05$).
- Kefir örneklerinde gerçekleştirilen viskozite tayini sonuçlarına göre, örneklerin Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama süreci, örneklerin viskozite değerlerinde azalmaya neden olmuştur.
- Örneklerin renk değerleri, Aloe vera jeli ilavesi ile önemli bir değişime uğramamıştır ($P>0.05$). Depolama sürecinde ise K1 ve K2 kodlu örneklerin renk değişimi değerleri ($P<0.05$) hariç olmak üzere renk değerlerinde önemli bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir ($P>0.05$).
- Kefir örneklerinin toplam fenolik madde miktarları, depolama sürecinde önce artış sonra azalış şeklinde dalgalanmalar gösterse de istatistiki olarak önemli bir değişime uğramamış ($P>0.05$), ancak örneklere ilave edilen Aloe vera jeli oranı arttıkça depolamanın 1. ve 21. günlerinde ($P<0.05$) örneklerin toplam fenolik madde miktarları azalmıştır.
- Kefir örneklerinin ABTS antioksidan aktivite değerleri, depolama sürecinde artış göstermekle birlikte sonuçların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P>0.05$). Örneklere ilave edilen ve antioksidan aktiviteye sahip olduğu bilinen Aloe vera jeli oranı arttıkça ABTS antioksidan aktivite değerleri artmış ve sonuçlar depolamanın 14. gününde istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).
- Örneklerin DPPH antioksidan aktivite değerlerinin, Aloe vera jeli ilavesi ile istatistiki açıdan önemli bir değişikliğe uğramadığı belirlenmiştir ($P>0.05$). Depolama sürecinde ise önce artış ardından azalış şeklinde dalgalanmalar gösteren DPPH antioksidan aktivite değerlerinin K1 ve K3 kodlu örneklerdeki değişimleri, istatistiki olarak anlamlı bulunmuştur ($P<0.05$).
- Kefir örneklerinin ve Aloe vera jelinin uçucu bileşen profili GC-MS ile belirlenmiştir. Aloe vera jelinde 9 adet aldehit ve keton, 5 adet alkol, 3 adet çeşitli bileşikler, 5 adet

ester, 5 adet asit ve 10 adet terpen olmak üzere toplam 37 adet uçucu bileşik belirlenmiştir. Kefir örneklerinde ise 14 adet alkol, 4 adet asit, 14 adet aldehit ve keton, ve 12 adet ester olmak üzere, toplam 44 adet uçucu bileşik belirlenmiştir. Aloe vera jelinin uçucu bileşenlerinin, kefir aromasına katkı sağladığı tespit edilmiştir.

- Kefir örneklerinin peptit profilleri RP-HPLC ile belirlenmiş, depolamanın 1. ve 21. günlerine ait kromatogramlar elde edilmiştir. Kromatogramlar ayrı ayrı incelendiğinde her bir kefir örneğinden elde edilen pik sayılarının ve yüksekliklerinin göze çarpan bir farklılığa sahip olmadığı, bu nedenle Aloe vera jeli ilavesinin kefir örneklerinde peptit oluşumuna önemli bir katkıda bulunmadığı görülmüştür. Kromatogramlar birlikte incelendiğinde ise elde edilen pik sayılarının ve yüksekliklerinin depolamanın 21. gününde arttığı; dolayısıyla depolama süreciyle kefir örneklerinde yeni peptitlerin oluştuğu, var olan peptitlerin ise miktarının arttığı tespit edilmiştir.
- Kefir örneklerinde gerçekleştirilen reolojik analiz sonuçlarına göre, örneklerin Newton tipi olmayan akış türlerinden psödoplastik akış özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir. Kefir örneklerinde G' değeri G'' değerinden daha yüksek bulunmuş; G'/G'' oranının 1'den büyük ve 10'dan küçük olması nedeniyle kefir örneklerinin zayıf jel özelliği gösterdiği belirlenmiştir. Aloe vera jeli ilavesi ve depolama süreci örneklerin akış özelliklerini olumsuz yönde etkilemiştir.
- Kefir örneklerine depolama süresince gerçekleştirilen mikrobiyolojik analizlerde; toplam aerobik mezofilik bakteri, maya-küf, laktobasil, laktokok, koliform bakteri ve *Escherichia coli* sayımı yapılmıştır. Sonuçların yasal mevzuatta belirlenen aralıklar içerisinde yer aldığı saptanmıştır.
- Kefir örneklerinin duyuşal özelliklerinin değerlendirilmesi amacıyla örneklerin renk ve görünüş, koku, süt kokusu, fermente koku, bitkisel koku, lezzet, ekşi tat, acı tat, sütlü tat, tekstür, asitlik ve genel kabul edilebilirlik parametreleri puanlanmış olup kontrol örneği daha yüksek puanlar almasına rağmen Aloe vera jeli ilaveli örneklerin de duyuşal özellikler açısından beğenildiği görülmüştür.

Analiz sonuçları ışığında, kefir örneklerinin genel bileşim değerleri, antioksidan aktivitesi, uçucu bileşenleri ve duyuşal özellikleri açısından %10 oranında Aloe vera jeli ilave edilen kefir örneğinin (K3 kodlu örnek) ön plana çıktığı gözlemlenmiştir. Sahip oldukları biyoaktif özellikler sayesinde, insan sağlığına olumlu etkileri bilinen kefir ve Aloe vera'nın bir araya getirilmesi ile elde edilen bu yeni formülasyonlu fermente süt ürününün endüstriyel üretiminin gerçekleştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca, ileriki çalışmalarda söz konusu ürünün karakterizasyonuna yönelik antimikrobiyal aktivite tayini ve ürünün raf ömrünün belirlenmesi gibi çalışmalar ile biyoaktif ve duyuşal özelliklere katkı sağlayabileceği düşünülen Aloe vera jeli tozunun kefir formülasyonuna eklenmesi gibi farklı metodolojilerin denenmesi de önerilmektedir. Aloe vera jelinin kefir üretiminde kullanımının hem ülkemizde kefir tüketiminin artması hem de bitkisel kaynaklı süt ürünlerine yönelik yeni ürünlerin geliştirilmesi adına faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKLAR

- Aghlara, A., Mustafa, S., Manap, Y.A. & Mohamad, R.** (2009). Characterization of headspace volatile flavor compounds formed during kefir production: application of solid phase microextraction, *International Journal of Food Properties*, 12(4), 808-818.
- Aidarbekova, S. & Aider, M.** (2022). Study of the physico-chemical, structural, microbiological properties and volatile flavour compounds profile of kefir supplemented with electro-activated whey. *International Dairy Journal*, 126, 105218.
- Aiello, F., Restuccia, D., Spizzirri, U.G., Carullo, G., Leporini, M. & Loizzo, M.R.** (2020). Improving kefir bioactive properties by functional enrichment with plant and agro-food waste extracts. *Fermentation*, 6, 83.
- Amorim, F.G., Coitinho, L.B., Dias, A.T., Friques, A.G.F., Monteiro, B.L., Rezende, L.C.D., Pereira, T.M.C., Campagnaro, B.P., Pauw, E., Vasquez, E.C. & Quinton, L.** (2019). Identification of new bioactive peptides from kefir milk through proteopeptidomics: Bioprospection of antihypertensive molecules. *Food Chemistry*, 282, 109-119.
- Anonim.** (2022a). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği, Tebliğ No: 2022/44, Resmi Gazete: 30.11.2022, 32029.
- Anonim.** (2022b). (Erişim: 30.11.2022), <http://www.bardens.com.tr/>
- Anonim.** (2022c). (Erişim: 30.11.2022), <https://www.dermoeccanem.com/bio-asia-aloe-vera-nemlendirici-cilt-bakim-jeli-250-ml>
- Anonymous.** (2022a). (Erişim: 07.05.2022), <https://sioc.minagricultura.gov.co/Noticias/Lists/Posts/Post.aspx?ID=150>
- Anonymous.** (2022b). (Erişim: 30.11.2022), <https://foreverliving.com/usa/en-us/home>
- Anonymous.** (2023). (Erişim: 22.01.2023), <https://www.accessdata.fda.gov/scripts/cdrh/cfdocs/cfcfr/CFRSearch.cfm?fr=172.510&SearchTerm=aloe>
- AOAC,** (1984). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists. 14th ed. Arlington, Virginia, USA.
- AOAC,** (1990). *Official Methods of Analysis*. (15. Ed.): Association of Official Analytical Chemists. Washington DC, USA.
- AOAC,** (1997). *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists 16th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC, USA.
- AOAC,** (2012). *Official Methods of Analysis of AOAC International (Acidity, Titrimetric Methods*. 947.05) 19th ed. Gaithersburg: AOAC.

- Arslan, A.A.** (2015). *Üretim parametrelerinin kefirin fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisi ile üretilen kefirlerin peptid profilinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- 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, Ankara.
- Arunkumar, S. & Muthuselvam, M.** (2009). Analysis of phytochemical constituents and antimicrobial activities of *Aloe vera* L. against clinical pathogens. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(5), 572-576.
- Atalar, I.** (2019). Functional kefir production from high pressure homogenized hazelnut milk. *LWT - Food Science and Technology*, 107, 256–263.
- Atalay, M.** (2019). *Yardımcı kültür ilave edilerek üretilen kefirlerde biyoaktif peptit oluşturma özelliklerinin ve antimikrobiyal etki spektrumlarının araştırılması* (Yüksek Lisans tezi). İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Malatya.
- Ataman, F.A.** (2020). *Laktozlu ve laktozsuz süttten kefir danesi ilavesiyle üretilen kefiirlere çilek püresi katılarak fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özelliklerinin araştırılması* (Yüksek lisans tezi). Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Sakarya.
- Azari-Anpar, M., Payeinmahali, H., Garmakhany, A.D. & Mahounak, A.S.** (2017). Physicochemical, microbial, antioxidant, and sensory properties of probiotic stirred yoghurt enriched with *Aloe vera* foliar gel. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41, 13209.
- Beirami-Serizkani, F., Hojjati, M. & Jooyandeh, H.** (2021). The effect of microbial transglutaminase enzyme and Persian gum on the characteristics of traditional kefir drink. *International Dairy Journal*, 112, 104843.
- Bensmira, M., Nsabimana, C. & Jiang, B.** (2010). Effects of fermentation conditions and homogenization pressure on the rheological properties of kefir. *LWT - Food Science and Technology*, 43, 1180-1184.
- 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.
- Cais-Sokolinska, D., Wojtowski, J. & Pikul, J.** (2016). Rheological, texture and sensory properties of kefir from mare's milk and its mixtures with goat and sheep milk. *Mljekarstvo*, 66(4), 272-281.
- Cesur, H.** (2014). *Kurutulmuş turunçgil kabuklarının kefirin Bazı mikrobiyal, kimyasal ve fiziksel özelliklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Balıkesir.
- Choi, S. & Chung M. A.** (2003). A review on the relationship between *Aloe vera* components and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine*, 1, 53-62.

- Cuvas-Limon, R. B., Julio, M.S., Carlos, C.E.J., Mario, C.H., Mussatto, S.I., & Ruth, B.** (2016). Aloe vera and probiotics: a new alternative to symbiotic functional foods. *Annual Research & Review in Biology*, 9(2), 1-11.
- Çınar, K.** (2019). *Farklı konsantrasyonlarda maviyemiş ilavesiyle üretilen kefirlerin depolama süresince mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve in vitro antioksidan kapasitesindeki değişimin tespiti* (Yüksek lisans tezi). Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Nevşehir.
- Dagne, E., Bisrat, D., Viljoen, A. & Van Wyk, B.E.** (2000). Chemistry of Aloe species. *Current Organic Chemistry*, 4, 1055-1078.
- Dave, R.I., & Shah, N.P.** (1996). Evaluation of media for selective enumeration of *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lactobacillus acidophilus*, and bifidobacteria. *Journal of Dairy science*, 79(9), 1529-1536.
- De Lima, M., Da Silva, R.A. & Da Silva, M.F.** (2018). Brazilian kefir-fermented sheep's milk, a source of antimicrobial and antioxidant peptides. *Probiotics Antimicrob Proteins*, 10, 446–455.
- Demir, B.** (2020). *Kuşburnu marmelatı ilaveli kefirin depolama süresince bazı özelliklerinin belirlenmesi* (Yüksek lisans tezi). Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum.
- Diliello, L.R.** (1982). *Methods in Food and Dairy Microbiology*, (pp.142). AVI Publishing Company Inc., USA.
- Dimitreli, G., Petridis, D., Kapageridis, N. & Mixiou, M.** (2019). Effect of pomegranate juice and fir honey addition on the rheological and sensory properties of kefir-type products differing in their fat content, *LWT - Food Science and Technology*, 111, 799-808.
- Duran, F.E., Özdemir, N., Güneşer, O. & Kök-Taş, T.** (2022). Prominent strains of kefir grains in the formation of volatile compound profile in milk medium; the role of *Lactobacillus kefirianofaciens* subsp. *kefirianofaciens*, *Lentilactobacillus kefir* and *Lentilactobacillus parakefiri*. *European Food Research and Technology*, 248, 975–989.
- Ebner, J., Arslan A.A., Fedorova, M., Hoffmann, R., Küçükçetin, A. & Pischetsrieder, M.** (2015). Peptide profiling of bovine kefir reveals 236 unique peptides released from caseins during its production by starter culture or kefir grains. *Journal of Proteomics*, 117, 41-57.
- El-Sayed, S.M. & El-Sayed, H.S.** (2020). Production of UF-soft cheese using probiotic bacteria and Aloe vera pulp as a good source of nutrients. *Annals of Agricultural Sciences*, 65, 13–20.
- Ender, G.** (2009). *Oligofruktozla zenginleştirilmiş süttten üretilen kefirlerin kalitesi üzerine tane ve kültür kullanımının etkileri* (Doktora tezi). Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.

- Erol, H.** (2020). *Badem sütünden ballı ve muzlu kefir üretimi* (Yüksek lisans tezi). Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Fardet, A. & Rock E.** (2018). *In vitro* and *in vivo* antioxidant potential of milks, yoghurts, fermented milks and cheeses: a narrative review of evidence. *Nutrition Research Reviews*, 31(1), 52-70.
- Farnworth, E.R.** (2005). Kefir – a complex probiotic. *Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods*, 2(1), 1–17.
- Fontan, M.C.G., Martinez, 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, 762-767.
- Frank, J.F., Hankin, L., Koburger, J.A., & Marth, E.H.** (1985). Tests for Microorganisms (Chapter-9). *Standard Method for Examination of Dairy Products*”, 17th edn. America Public Health Association (pp.189-201), Washington, DC, USA.
- Gao, Y., Kuok, K.I., Jin, Y. & Wang, R.** (2019). Biomedical applications of Aloe vera. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 59(1), 244-256.
- Govindammal, D., Seethalakshmi, M. & Thangaraj, S.** (2017). An evaluation of physico-chemical properties on Aloe vera gel fortified yoghurt. *Asian Journal Of Dairy And Food Research*, 36(4), 288-291.
- Hamman, J.H.** (2008). Composition and applications of Aloe vera leaf gel. *Molecules*, 13, 1599-1616.
- Harrigan, W. F.** (1998). Laboratory Methods in Food Microbiology, (pp.532). *San Diego Academic Press*, USA.
- Hes, M., Dziedzic, K., Le Thanh-Blicharz, J., Kmiecik, D. & Gorecka, D.** (2016). Antioxidant activity of true aloe (Aloe vera) extract in model systems. *Nauka Przyroda Technologie*, 10(4), 53.
- Hussain, S.A., Patil, G.R., Yadav, V., Singh, R.R.B. & Singh, A.K.** (2016). Ingredient formulation effects on physico-chemical, sensory, textural properties and probiotic count of Aloe vera probiotic dahi. *LWT - Food Science and Technology*, 65, 371-380.
- Ijaz, N., Durrani, A.I., Rubab, S. & Bahadur, S.** (2022). Formulation and characterization of Aloe vera gel and tomato powder containing cream. *Acta Ecologica Sinica*, 42(2), 34-42.
- Jimborean, M.A., Borşa, A., Michiu, D., Rotar, A.M., Semeniuc, C.A., Pop, C.R., Salanța, L.C., Țibulca, D. & Balteanu, V.A.** (2021). Aloe vera gel microcapsules and essential oils of thyme and oregano incorporated in spreadable goat cheese: impact on its microbiological, physicochemical, and sensory characteristics during storage. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 49(1), 12001.
- Jones, K.** (2008). *Aloe vera* as an immunomodulator. *Nutracos*, 7, 11-14.

- Kabakcı, S.A., Türkyılmaz, M. & Özkan, M.** (2020). Changes in the quality of kefir fortified with anthocyanin-rich juices during storage. *Food Chemistry*, 326, 126977.
- Karaçalı, R., Özdemir, N. & Çon, A.H.** (2018). Aromatic and functional aspects of kefir produced using soya milk and *Bifidobacterium* species, *International Journal of Dairy Technology*, 71(4).
- Kef, S.** (2018). *Farklı diyet lifi kullanımının inek ve keçi sütü ile üretilen kefirlerin kalite özelliklerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.
- Kıvanc, M. & Yapıcı, E.** (2019). Survival of *Escherichia coli* O157:H7 and *Staphylococcus aureus* during the fermentation and storage of kefir. *Food Science and Technology*, 39(1).
- Korkmaz, A., Atasoy, A.F. & Hayaloğlu, A.A.** (2020). Changes in volatile compounds, sugars and organic acids of different spices of peppers (*Capsicum annuum* L.) during storage. *Food Chemistry*, 311, 125910.
- Kök-Taş, T., Seydim, A.C., Özer B. & Guzel-Seydim, Z.B.** (2013). Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. *Journal of Dairy Science*, 96(2), 780-789.
- Kumar, S., Kalita, S., Das, A., Kumar, P., Singh, S., Katiyar, V. & Mukherjee, A.** (2022). Aloe vera: A contemporary overview on scope and prospects in food preservation and packaging. *Progress in Organic Coatings*, 166, 106799.
- Loots, D.T., Van der Westhuizen, F.H. & Botes, L.** (2007). *Aloe ferox* leaf gel phytochemical content, antioxidant capacity, and possible health benefits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 68-96.
- Lucena, A.P.S., Nascimento, R.J.B., Maciel, J.A.C., Tavares, J.X., Barbosa-Filho, J.M. & Oliveira, E.J.** (2010). Antioxidant activity and phenolics content of selected Brazilian wines. *Journal of Food Composition and Analysis*, 23(1), 30-36.
- Lucini, L., Pellizzoni, M., Molinari, G.P. & Franchi, F.** (2012). *Aloe* anthraquinones against cancer. *Medicinal and Aromatic Plant Science and Biotechnology*, 5, 20-24.
- Marancı, C.** (2019). *Yoğurt ve kefir tüketiminin biyokimyasal parametreler, apelin-13 ve leptin üzerine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- McGuire, R.G.** (1992). Reporting of objective color measurements. *Hortscience*, 27(12).
- Mei, J., Feng, F. & Li, Y.** (2017). The effect of isomaltooligosaccharide as a fat replacer on the quality of nonfat kefir manufacture. *International Journal of Dairy Technology*, 70(3).
- Miranda, M., Maureira, H., Rodriguez, K. & Vega, A.** (2009). Influence of temperature on the drying kinetics, physicochemical properties, and antioxidant capacity of *Aloe vera* (*Aloe barbadensis* Miller) gel. *Journal of Food Engineering*, 91, 297-304.

- Ng, K., Wang, S. & Chen, M.** (2020). A novel immobilized cell system involving Taiwanese kefir microorganisms and sugar cane pieces for fermented milk production. *Journal of Dairy Science*, 103(1), 141-149.
- Niko, Z.N., Ghajarbeygi, P., Mahmoudi, R., Mousavi, S. & Mardani, K.** (2016). Inhibitory effects of Aloe vera gel aqueous extract and *L.casei* Against *E.coli* in yoghurt. *Journal of Biology and Today's World*, 5(9), 157-162.
- Ozcan, T., Sahin, S., Akpınar-Bayazit, A. & Yılmaz-Ersan, L.** (2019). Assessment of antioxidant capacity by method comparison and amino acid characterisation in buffalo milk kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1).
- Ozer, B.H., Robinson, R.K., Grandison, A.S. & Bell, A.E.** (1997). Comparison of techniques for measuring the rheological properties of labneh (concentrated yogurt). *International Journal of Dairy Technology*, 50(4), 129-133.
- Panesar, P.S. & Shinde, C.** (2012). Effect of storage on syneresis, pH, *Lactobacillus acidophilus* count, *Bifidobacterium bifidum* count of Aloe vera fortified probiotic yoghurt. *Current Research in Dairy Sciences*, 4(1), 17-23.
- Patthamakanokporn, O., Puwastien, P., Nitithamyong, A. & Sirichakwal, P.P.** (2008). Changes of antioxidant activity and total phenolic compounds during storage of selected fruits. *Journal of Food Composition and Analysis*, 21(3), 241-248.
- Pellizzoni, M., Ruzickova, G., Kalhotka, L. & Lucini, L.** (2012). Antimicrobial activity of different *Aloe barbadensis* Mill. and *Aloe arborescens* Mill. leaf fractions. *Journal of Medicinal Plant Research*, 6, 1975-1981.
- Perna, A., Simonetti, A. & Gambacorta, E.** (2019). Phenolic content and antioxidant activity of donkey milk kefir fortified with sulla honey and rosemary essential oil during refrigerated storage. *International Journal of Dairy Technology*, 72(1).
- Pinelo, M., Manzocco, L., Nuñez, M.J. & Nicoli, M.C.** (2004). Interaction among phenols in food fortification: negative synergism on antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(5), 1177-1180.
- Pogacis, T., Sinko, S., Zamberlin, S. & Samarzija, D.** (2013). Microbiota of kefir grains. *Mljekarstvo*, 63(1), 3-14.
- Polatçı, H.** (2008). *Farklı kurutma yöntemlerinin reyhan (Ocimum basilicum) bitkisinin kuruma süresine ve kalitesine etkisi* (Yüksek lisans tezi). Gaziosmanpaşa Üniversitesi, Tokat.
- Putri, Y.D., Setiani, N.A. & Warya, S.** (2020). The effect of temperature, incubation and storage time on lactic acid content, pH and viscosity of goat milk kefir. *Current Research on Biosciences and Biotechnology*, 2(1), 101-104.
- Radha, M.H. & Laxmipriya, N.P.** (2015). Evaluation of biological properties and clinical effectiveness of Aloe vera: A systematic review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 5, 21-26.

- Rezazadeh-Bari, M., Najafi-Darmian, Y., Alizadeh, M. & Amiri, S.** (2019). Numerical optimization of probiotic Ayran production based on whey containing transglutaminase and Aloe vera gel. *Journal Of Food Science And Technology*, 56(7), 3502–3512.
- Rutkowska, J., Antoniewska-Krzeska, A., Żbikowska, A., Cazón, P. & Vázquez, M.** (2022). Volatile composition and sensory profile of lactose-free kefir, and its acceptability by elderly consumers. *Molecules*, 27(17), 5386.
- Sajadi, K. & Bahramian, S.** (2015). Antifungal effect of Aloe vera gel on *Penicillium citrinum* in culture media and UF cheese. *International Journal of Food Engineering*, 1(1).
- Sathyaprabha, G., Kumaravel, S., Ruffina, D. & Praveenkumar, P.** (2010). Comparative study on antioxidant, proximate analysis, antimicrobial activity and phytochemical analysis of *Aloe vera* and *Cissus quadrangularis* by GC-MS. *Journal of Pharmacy Research*, 3(12), 2970-2973.
- Sierra-García, G.D., Castro-Ríos, R., González-Horta, A., Lara-Arias, J. & Chávez-Montes, A.** (2014). Acemannan, an extracted polysaccharide from *Aloe vera*: A literature review. *Natural Product Communications*, 9(8), 1217-21.
- Singleton, V.L., Orthofer, R. & Raventós, R.M.L.** (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 299, 152-178.
- Sonawane, S.K., Gokhale, J.S. & Mulla, M.Z.** (2021). A comprehensive overview of functional and rheological properties of aloe vera and its application in foods. *Journal Of Food Science And Technology*, 58, 1217–1226.
- Sugitha, D.** (1989). *Milk: processing and technology (in Indonesian)*. Padang: Teknologi Hasil Ternak, Fakultas Peternakan, Universitas Andalas.
- Şanlı, T., Akal, H.C., Yetisemiye, A. & Hayaloglu, A.A.** (2018). Influence of adjunct cultures on angiotensin-converting enzyme (ACE)-inhibitory activity, organic acid content and peptide profile of kefir. *International Journal of Dairy Technology*, 71(1).
- Şumlu, E.** (2020). *Yüksek fruktoz diyetinin oluşturduğu metabolik sendromda insülin sinyal yolağı, inflamasyon ve intestinal mikrobiyotanın incelenmesi: kefirin tedavi potansiyelinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Gazi Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Taş, T.K., İlay, E. & Öker, A.** (2014). Pekmez ve erik kullanılarak üretilen kefirlerin bazı kalite kriterlerinin belirlenmesi. *Türk Tarım – Gıda Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 2(2), 86-91.
- Taşkın, B. & Bağdathoğlu, N.** (2011). Süt ve fermente süt ürünlerinin antioksidan özellikleri. *Akademik Gıda*, 9(5), 67-74.

- Temiz, H. & Dağyıldız, K.** (2017). Effects of microbial transglutaminase on physicochemical, microbial and sensorial properties of kefir produced by using mixture cow's and soymilk. *Korean Journal of Food Science of Animal Resources*, 37(4), 606–616.
- Tomar, O.** (2015). *Farklı yağ oranlarına sahip inek ve manda sütleri kullanılarak iki ayrı üretim metoduyla üretilen kefir örneklerinin depolama süresince bazı kalite karakteristiklerinin belirlenmesi* (Doktora tezi). Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- TS 5546,** (2009). *Tarım ürünleri-Gıda madde ve mamulleri duyu analizler-Metodoloji-Lezzet profil metotları*. Türk Standardları Enstitüsü, Necatibey Caddesi, No.112, Bakanlıklar, Ankara.
- Turek, K. & Wszolek, M.** (2021). Effect of walnut oil on the fatty acid content of probiotic kefir produced either with kefir grains or kefir starter cultures. *International Dairy Journal*, 127, 105290.
- Vázquez, B., Avila, G., Segura, D. & Escalante, B.** (1996). Antiinflammatory activity of extracts from Aloe vera gel. *Journal of Ethnopharmacology*, 55(1), 69-75.
- Vimercati, W.C., Araujo, C.S., Macedo, L.L., Fonseca, H.C., Guimaraes, J.S., Abreu, L.R. & Pinto, S.M.** (2020). Physicochemical, rheological, microbiological and sensory properties of newly developed coffee flavored kefir. *LWT - Food Science and Technology*, 123, 109069.
- Wang, H., Zhou, X., Sun, Y., Sun, X. & Guo, M.** (2022). Differences in protein profiles of kefir grains from different origins when subcultured in goat milk. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70(24), 7515-7524.
- Wu, X., Beecher, G.R., Holden, J.M., Haytowitz, D.B., Gebhardt, S.E. & Prior, R.L.** (2004). Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52(12), 4026–4037.
- Xu, C., Zhang, Y., Cao, L. & Lu, J.** (2010). Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China. *Food Chemistry*, 119, 1557-1565.
- Yalçın, M.M.** (2021). *Havuç lifi ile zenginleştirilmiş kefirin bazı özellikleri* (Yüksek lisans tezi). Harran Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Şanlıurfa.
- Yeturu, S.K., Acharya, S., Urala, A.S. & Pentapati, K.C.** (2015). Effect of Aloe vera, chlorine dioxide, and chlorhexidine mouth rinses on plaque and gingivitis: A randomized controlled trial. *Journal of Oral Biology and Craniofacial Research*, InPress.
- Yıldırım, E.** (2016). Yoğurt, probiyotik yoğurt ve kefir tüketiminin hipertansiyon üzerine etkisi (Doktora tezi). Erciyes Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Yıldız, F.** (2009). Farklı yağ oranlarının ve farklı starter kültürlerin kefirin nitelikleri üzerine etkisi (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.

- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Şahin, S. & Akpınar-Bayazıt, A.** (2016). The antioxidative capacity of kefir produced from goat milk. *International Journal of Chemical Engineering and Applications*, 7(1).
- Yılmaz-Ersan, L., Özcan, T., Akpınar-Bayazıt, A. & Şahin, S.** (2018). Comparison of antioxidant capacity of cow and ewe milk kefirs. *Journal of Dairy Science*, 101, 3788–3798.



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : İsra YİĞİTVAR

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** : 2014, İnönü Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği
- **Yüksek Lisans** : 2017, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
- **Doktora** : 2023, İnönü Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

MESLEKİ DENEYİM:

- Helal Akreditasyon Kurumu, *Helal Akreditasyon Uzman Yardımcısı* (2020-...)
- Akdağlar Kuru Gıda San. Tic. İth. İhr. Ltd. Şti., *İhracat Asistanı* (2018-2019)
- BCC Toplu Yemek Üretim Hizmetleri A.Ş., *Proje Sorumlusu* (2017)
- Kaçmazlar Gıda (Karlıdağ), *Stajyer* (2013)

YÜKSEK LİSANS VEYA DOKTORA TEZİNDEN TÜRETİLEN ÇALIŞMALAR (Makaleler, Bildiriler, Patentler v.b.)

- **Yigitvar, I., Altay, K. & Hayaloglu, A.A.** (2017). Physical and sensory properties of fresh and tray dried Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.), *International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye Plants (REYHAN 2017)*, Malatya, Türkiye : Ekim 5-7.
- **Altay, K., Yigitvar, I., Hayaloglu, A.A., Icen, M.S. & Dirim, S.N.** (2017). Identification of volatile components of fresh and tray dried Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.), *International Symposium on Medicinal, Aromatic and Dye Plants, (REYHAN 2017)*, Malatya, Türkiye : Ekim 5-7.
- **Altay, K., Yigitvar I. & Hayaloglu, A.A.** (2017). Determination of some physical properties of tray dried Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.), *19th International Conference on Food Processing & Technology*, Paris, France : October 23-25.
- **Altay, K., Yigitvar, I., Icen, M.S., Sener, H., Aydın, B., Atay, S. & Hayaloglu, A.A.** (2018). Characteristics of Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.): A geographical indicated product, *The 4th International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus*, Kyrenia, Northern Cyprus : April 19-21.

- **Yigitvar, I., Altay, K. & Hayaloglu, A.A.** (2018). Comparison of some physical and sensory properties of Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.) tea samples, *Innovations in Food Science and Human Nutrition*, Rome, Italy : September 13-15.
- **Yigitvar, I. & Hayaloglu, A.A.** (2022). Study about production conditions, volatile composition and chemical characteristics of herbal tea using Arapgir purple basil (*Ocimum basilicum* L.), *Acta Alimentaria*, 51(4), 571–583.

