



**T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YENİ BİR ÜRÜN: NANELİ KEFİR

EBRU GÜL

**GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**HATAY
EYLÜL-2017**



T.C.
MUSTAFA KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YENİ BİR ÜRÜN: NANELİ KEFİR

EBRU GÜL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HATAY
EYLÜL-2017

TEZ BİLDİRİMİ

12.09.2017

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını ve tez üzerinde Yükseköğretim Kurulu tarafından hiçbir değişiklik yapılamayacağı için tezin bilgisayar ekranında görüntülendiğinde asıl nüsha ile aynı olması sorumluluğunun tarafıma ait olduğunu beyan ederim.

Ebru GÜL

ÖZET

YENİ BİR ÜRÜN: NANELİ KEFİR

Çalışmada, kefir üretimi; UHT süt, kefir starter kültür ve nane suyu kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Nane suyu % 0 (Kontrol), % 2 ve % 4 oranlarında süte ilave edilmiştir. Üretilen kefirlerde depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kimyasal, biyokimyasal ve duyu nitelikler saptanmıştır. Ön-kolon türevlendime tekniğiyle serbest aminoasitler, organik asitler ve karbonhidratlar Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi (YPSK)'nde analiz edilmiştir. Serbest yağ asitleri ve uçucu organik bileşenler sırasıyla alüminyum oksit absorpsiyonu ve Katı Faz Mikro Ekstraksiyon (KFME) teknikleri kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Bu bileşenler Gaz Kromatografisi/Kütle Spektrometresi'nde analizlenmiştir. Kefir üretimi üç tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir. Kefirlerin genel kimyasal nitelikleri birbirleriyle benzerlik göstermektedir. Depolama süresince kefirlerin pH değerleri azalma gösterirken, titrasyon asitlikleri (naneli kefirler hariç) artma göstermiştir. Sitrik, süksinik ve propiyonik asitler kontrol kefirine kıyasla naneli kefirlerde önemli düzeyde yüksek ($P<0.01$) bulunmuştur. Serbest yağ asitlerinden linolenik asit kontrol kefirine kıyasla naneli kefirlerde fazla miktarda tespit edilmesine karşın, toplam serbest yağ asitleri önemli oranda düşük bulunmuştur. Kısa ve orta zincirli serbest yağ asitlerine kıyasla oleik, linoleik ve linolenik asit gibi uzun zincirli yağ asitleri depolama süresince tüm kefirlerde artmıştır. Süte nane ilavesi, kefirlerde belirlenen uçucu bileşenlerin sayılarında ve oranlarında değişime neden olmuştur. Alkoller ve monoterpenler sırasıyla Kontrol kefir ve naneli kefirlerde en fazla tespit edilen uçucu bileşenler olmuştur. Kontrol kefirinde en baskın olarak belirlenen uçucu bileşen etanol iken, naneli kefirlerde ise bir monoterpen olan karvondur. Depolama periyodu sonucunda, alkollerde bir azalma, esterlerde ise bir artma gözlemlenmiştir. Serbest aminoasitlerden lisin ve arjinin sırasıyla kontrol kefirinde ve naneli kefirlerde en baskın olarak belirlenen aminoasitlerdir. Depolama periyodu sonunda toplam aminoasitlerde bir azalma gözlemlenmiştir. Depolamanın ilk gününde, Kontrol kefir panelistlerce gerçekleştirilen genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek puana (9 üzerinden 8) sahip olmasına rağmen puan depolama süresince önemli miktarda azalma göstermiştir. Buna karşılık, genel kabul edilebilirlik puanları naneli kefirlerde değişim göstermemiştir. Depolamanın sonunda % 2 Naneli kefir en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına (9 üzerinden 7) sahip olmuştur. Sonuç olarak, kefir yapımında süte nane ilavesi kefirin biyokimyasal kompozisyonunda değişimlere neden olmuş ve kefirin raf ömrü olumlu yönde etkilenmiştir. Panelistler, depolama süresince, naneli kefirleri kontrol kefirine kıyasla daha çok beğenmişlerdir. Bu nedenle nane suyu ilaveli kefir üretilebileceği sonucuna ulaşılmıştır.

2017, 138 sayfa

Anahtar Kelimeler: Kefir, Nane, Depolama süresi, Biyokimyasal değişimler

ABSTRACT

AN INNOVATIVE PRODUCT: KEFİR WITH PEPPERMINT JUICE

In this study, Kefirs were produced using UHT (Ultra High Temperature) milk, kefir starter culture and peppermint juice which were added to milk at ratios of 0 % (Control), 2% and 4%. Produced kefirs were analyzed for chemical, biochemical and sensory properties at 1, 7, 14 and 21 days of storage. The free amino acids and also organic acids and carbohydrates were analyzed on high-performance liquid chromatography (HPLC) with pre-column derivatization technique. The free fatty acids and volatile organic compounds were extracted using aluminium oxide adsorption and Solid Phase Micro-Extraction (SPME) techniques, respectively. They were analyzed on gas chromatography/mass spectrometry (GC/MS). Kefir-making was carried out in triplicate. With respect to gross-chemical composition, The Kefir samples had similar each other. While pH values of Kefirs decreased during storage, titratable acidity (with exception of Kefirs with peppermint juice) increased. Citric, succinic and propionic acids were significantly ($P<0.01$) higher in Kefirs with peppermint juice than Control kefir. Of free fatty acids, linolenic acid increased in Kefirs with peppermint juice whereas total free fatty acids were significantly lower in those in comparison with control. When compared with short- and medium-chain free fatty acids, long chain free fatty acids such as oleic, linoleic and linolenic acid increased during storage. The addition of peppermint juice to milk resulted in a change in numbers and ratios of volatile compounds identified in Kefirs. Alcohols and monoterpenes were predominant volatile compounds identified in Control kefir and Kefirs with peppermint juice, respectively. Ethanol and carvone were identified in the Kefirs as major alcohol and monoterpene, respectively. Storage period resulted in a decrease in alcohols and an increase in esters. With regard to free amino acids, lysine and arginine were the principal amino acids in Control kefir and Kefirs with peppermint, respectively. The storage period caused a decrease in total amino acids. At the first day of storage, Control kefir was received the highest overall acceptability score (8 out of 9) by panellists whereas score decreased significantly during storage. On the contrary, the overall acceptability scores of Kefirs with peppermint juice unchanged. At the end of storage Kefir with peppermint juice of 2 % had the highest overall acceptability score (7 out of 9). As a result, the addition of peppermint juice to milk for kefir-making caused significant changes in biochemical composition of Kefir and also effected positively the shelf-life of Kefir. The panellists liked to Kefirs with peppermint juice during storage compared to Kefir without peppermint. Therefore, it was concluded that the peppermint juice at the different ratios could use for Kefir-making.

2017, 138 pages

Key Words: Kefir, Mint, Storage period, Biochemical changes

TEŞEKKÜR

Tez çalışmamın belirlenmesinde değerli fikir ve katkılarıyla araştırmanın her aşamasında birikimleri ile beni yönlendiren ve çalışmanın yürütülmesinde her türlü desteği sağlayan tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Zehra GÜLER'e teşekkürlerimi sunarım.

Değerli arkadaşlarım Arş. Gör. Ahmet DURSUN, Arş. Gör. Dilek ÖZKAN ve Arş. Gör. Yunus Emre ŞEKERLİ' ye gerek labaratuvar çalışmalarında gerekse günlük hayatımda maddi manevi destekleri ve dostlukları için; yüksek lisans arkadaşım Öğr. Gör. Ali TEKİN'e desteği ve dostluğu için; sevgili arkadaşlarım Gıda Yüksek Mühendisi Kadriye TÜL'e, Burcu Esra ASLAN'a ve Büşra TÜL'e her konudaki destekleri ve dostlukları için teşekkür ederim.

Tüm eğitim hayatım boyunca bana güvenip destek ve ilgilerini esirgemediğim yanımda olan babaannem, annem, babam ve kardeşlerime sonsuz teşekkürlerimi sunarım (Eylül-2017).

Ebru GÜL

İÇİNDEKİLER

ÖZET	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
ÇİZELGELER DİZİNİ	VII
SİMGELER VE KISALTMALAR	IX
1.GİRİŞ	1
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3.MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.2. Yöntem	18
3.2.1. Starter Kültür Üretimi	19
3.2.2. Kefir Üretimi	20
3.2.3. Fizikokimyasal Nitelikler	21
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA	31
4.1. Süt ve Kefirlerde Genel Kimyasal Nitelikler.....	31
4.2. Süt ve Kefirde Karbonhidrat ve Organik Asitler	37
4.2.1. Karbonhidratlar	37
4.2.2. Organik Asitler	40
4.3. Nane, Süt ve Kefirlerde Uçucu Bileşenler.....	53
4.3.1. Nandede Uçucu Bileşenler	53
4.3.2. Sütte Uçucu Bileşenler	57
4.3.3. Kefir Örneklerinde Uçucu Bileşenler	60
4.3.3.1. Alkoller	61
4.3.3.2. Monoterpenler.....	66
4.3.3.3. Sesquiterpenler	70
4.3.3.4. Ketonlar	70
4.3.3.5. Aldehitler	73
4.3.3.6. Asitler	75
4.3.3.7. Esterler	78
4.3.3.8. Kefir örneklerinde belirlenen diğer uçucu bileşenler	81
4.4. Süt ve Kefirlerde Serbest Yağ Asitleri	84
4.5. Süt ve Kefirlerde Serbest Aminoasitler	96
4.6. Kefir Örneklerine Ait Duyusal Nitelikler	120
KAYNAKLAR	125
ÖZGEÇMİŞ	133
EKLER	134

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1.	Kefir üretiminde kullanılan kefir tanesi ve nane	18
Şekil 3.2.	Ön denemelerle üretilen kontrol, % 1, % 2, % 3, % 4 ve % 5 nane suyu ilaveli kefir örnekleri	19
Şekil 3.3.	Üretilen kefir örnekleri	20
Şekil 3.4.	Kefir üretim aşamaları	21
Şekil 3.5.	Süt ve kefir örneklerinde organik asit tayini.....	23
Şekil 3.6.	Süt, nane ve kefir örneklerinde uçucu bileşen analizi	25
Şekil 3.7.	Süt ve kefir örneklerinde serbest yağ asiti tayini.....	26
Şekil 3.8.	Süt ve kefir örneklerinde serbest yağ asitleri analiz şeması	27
Şekil 3.9.	Süt ve kefir örneklerinde serbest amino asit analiz şeması.....	28
Şekil 4.1.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde titrasyon asitliği ve pH değerleri.	36
Şekil 4.2.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde karbonhidrat konsantrasyonları...	39
Şekil 4.3.	Sütte ve depolama süresince kefirde laktik ve pürvik asit konsantrasyonları	42
Şekil 4.4.	Sütte ve depolama süresince kefirde asetik, formik ve propiyonik asit konsantrasyonları	43
Şekil 4.5.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde sitrik ve süksinik asit konsantrasyonları	46
Şekil 4.6.	Sütte ve depolama süresince kefirde hippürik, ürik ve orotik asit konsantrasyonlar	47
Şekil 4.7.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde okzalik asit konsantrasyonu	48
Şekil 4.8.	UHT sütte kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenler.....	57
Şekil 4.9.	Kefirlerde, depolama süresince uçucu bileşenlerin kimyasal gruplarına göre değişimi.....	60
Şekil 4.10.	Kefirlerde toplam asit oranları	75
Şekil 4.11.	Kefirlerde depolama süresince toplam kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitleri konsantrasyonu	84
Şekil 4.12.	Kefirlerde toplam serbest yağ asiti	92
Şekil 4.13.	Kontrol kefirinde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu	93
Şekil 4.14.	% 2 Naneli kefirde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu	94
Şekil 4.15.	% 4 Naneli kefirde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu	95
Şekil 4.16.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde lizin ve fenilalanin konsantrasyonu	97
Şekil 4.18.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde treonin konsantrasyonu	99
Şekil 4.19.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde metiyonin miktarı.....	100
Şekil 4.20.	Sütte ve depolama süresince kefirde izolösin ve valin konsantrasyonu ..	101
Şekil 4.21.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde arjinin konsantrasyonu.....	103
Şekil 4.22.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde sistein miktarı.....	104
Şekil 4.23.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde glutamik asit miktarı	105
Şekil 4.24.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde alanin, glutamin ve serin miktarları.....	107

Şekil 4.25. Sütte ve depolama süresince kefirlerde asparajin ve histidin miktarı.....	108
Şekil 4.26. Sütte ve depolama süresince kefirlerde prolin ve tirozin miktarı	109
Şekil 4.27. Sütte ve depolama süresince kefirlerde aspartik asit ve glisin miktarı	111
Şekil 4.28. Depolama süresince kefirlerde toplam amino asit içerikleri.....	112



ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1.	Organik asit ve karbonhidratların analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve konsantrasyonları.....	23
Çizelge 3.2.	Organik asitler ve karbonhidratların kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklikler	24
Çizelge 3.3.	Sıvı kromatografisinde gradient akış programı	29
Çizelge 3.4.	Serbest amino asitlerin kalibrasyon kurveleri için kullanılan standartların maksimum minimum değerler ve kalibrasyon kurveleri.....	29
Çizelge 4.1.	Sütte ve kefirde genel kimyasal nitelikler	32
Çizelge 4.1.	(Devam) Sütte ve kefirde genel kimyasal nitelikler	33
Çizelge 4.1.	(Devam) Sütte ve kefirde genel nitelikler	34
Çizelge 4.2.	Daha önce yapılan çalışmalarda kefirin genel nitelikleri	36
Çizelge 4.3.	Sütte ve depolama süresince kefirlerde karbonhidrat miktarı	38
Çizelge 4.4.	Süt ve kefirlerde organik asitler	49
Çizelge 4.4.	(Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler	50
Çizelge 4.4.	(Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler	51
Çizelge 4.4.	(Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler	52
Çizelge 4.5.	Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler	54
Çizelge 4.5.	(Devam) Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler ...	55
Çizelge 4.5.	(Devam) Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler ...	56
Çizelge 4.6.	Kefir üretiminde kullanılan UHT sütte uçucu bileşenler	58
Çizelge 4.6.	(Devam) Kefir üretiminde kullanılan UHT sütte uçucu bileşenler	59
Çizelge 4.7.	Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri.....	62
Çizelge 4.7.	(Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri.....	63
Çizelge 4.7.	(Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri.....	64
Çizelge 4.7.	(Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri.....	65
Çizelge 4.8.	Depolama süresince kefirde monoterpen bileşenleri.....	67
Çizelge 4.8.	(Devam) Depolama süresince kefirde monoterpen bileşenleri	68
Çizelge 4.9.	Kefirde depolama süresince sesquiterpen bileşenleri.....	69
Çizelge 4.10.	Kefirde depolama süresince keton bileşenleri.....	71
Çizelge 4.10.	(Devam) Kefirde depolama süresince keton bileşenleri	72

Çizelge 4.11. Kefirlerde depolama süresince aldehit bileşenleri	74
Çizelge 4.12. Kefirlerde depolama süresince asit bileşenleri	76
Çizelge 4.12. (Devam) Kefirlerde depolama süresince asit bileşenleri.....	77
Çizelge 4.13. Kefirlerde depolama süresince ester bileşenleri	79
Çizelge 4.13. (Devam) Kefirlerde depolama süresince ester bileşenleri	80
Çizelge 4.14. Kefirlerde depolama süresince fenil, fenol, lakton ve benzen bileşenleri	82
Çizelge 4.14. (Devam).Kefirlerde depolama süresince fenil, fenol, lakton ve benzen bileşenleri	83
Çizelge 4.15. Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri..	85
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri	86
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri	87
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri	88
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri	89
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri	90
Çizelge 4.16. Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler	113
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	114
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	115
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	116
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	117
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	118
Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler ...	119
Çizelge 4.17. Kefirlerde depolama süresince duyuşal nitelikler	121

SİMGELER VE KISALTMALAR

SİMGELER

μL	:	Mikrolitre
μm	:	Mikrometre
μmol	:	Mikromol
$^{\circ}\text{C}$	:	Sıcaklık (Santigrat derece)
dk	:	Dakika
g	:	Gram
mg	:	Miligram
mL	:	Mililitre
mm	:	Milimetre
mM	:	Milimolar
mmol	:	Milimol
N	:	Normalite
nm	:	Nanometre
P	:	Güven Aralığı
r	:	Korelasyon Katsayısı
R	:	Belirleme Katsayısı
%	:	Yüzde

KISALTMALAR

CAR	:	Karboksen
eV	:	Elektrovolt
GK	:	Gaz Kromatografisi
KFME	:	Katı Faz Mikro Ekstraksiyon
KS	:	Kütle Spektrometresi
max	:	Maksimum
min	:	Minimum
PDMS	:	Polidimetilsilioksan
PET	:	Poli Etilen Teraftalat
PITC	:	Fenilizotiyosiyonat

PVDF	: Polivinildiflorid
RI	: Alıkonma İndeksi
RSD	: Alan Tekrarlanabilirliği
rpm	: Dakikadaki Devir Hızı
RT	: Alıkonma Süresi
RID	: Refraktif İndeks Dedektör
SAA	: Serbest Aminoasitler
SPSS	: Sosyal Bilimler İstatistik Programı
SYA	: Serbest Yağ Asitleri
TEA	: Trietanolamin
UV-VIS	: Ultra Viyole - Görünür
YPSK	: Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi

1.GİRİŞ

Kefir, orijini Kafkasya dağlarına dayanan, hafif asidik karakterde, ekşimsi, fermente bir süt ürünüdür. Kefir üretiminde laktik asit, asetik asit ve etil alkol fermentasyonları önemli rol oynamakta ve geleneksel üretimde fermentasyonun sağlanması için çoğunlukla kefir tanelerinden yararlanılmaktadır. Sarımtırak renkte, kazein, polisakkaritler ve kompleks şekerlerden oluşan karnabahara benzer yapıda olan kefir tanelerinde laktik, asetik asit bakterileri ve mayalar simbiyotik bir şekilde yaşamaktadırlar. Kefir üretiminde kefir tanesinin yanı sıra kefir tanesinden üretilen starter kültür ya da kefir tanesinden izole edilen mikroorganizmalardan oluşan starter kültür kullanılmaktadır. Sütün özelliği, kefir kültürünü oluşturan mikroorganizmaların çeşitliliği, kefir üretim yöntemleri, kefir kültür ya da tanenin inokülasyon oranı, inkübasyon süresi, üretimden sonra tüketilinceye kadar geçen süre, depolama şartları kefirin bileşiminde etkili olan başlıca parametrelerdir. Kefir tanesi mikroflorasındaki bakterilerin ve mayaların simbiyotik metabolik aktivitesinden dolayı kefir yoğurda kıyasla farklı bir tat ve kokuya sahiptir. Bu farklı tat-kokunun oluşumunda laktozun fermentasyonu, lipoliz ve proteoliz sonuçta ise laktik asit, asetik asit, CO₂ ve etanol birikimi etkili olmaktadır. Kefirin tat-kokusunun yoğurda kıyasla en belirgin farklılığı kefir mikroflorasında bulunan mayalardan kaynaklı etanol ve CO₂ üretimidir. Bunların yanı sıra kefir mikroflorasından kaynaklı diğer biyokimyasal parçalanmalar sonucunda da etanol yanında aseton, asetoin, diasetil gibi aromatik uçucu karbonil bileşenler; laktik asit, pürüvik asit, propiyonik ve asetik asit gibi organik asitler oluşmaktadır. Bunlar da kefirin tüketiciler tarafından kabul edilebilirliğinde önemli rol oynamaktadır (Aghlari ve ark., 2009; Beshkova ve ark., 2003; Gronnevik ve ark., 2011; Güzel-Seydim ve ark., 2000a). Çoğunlukla Rusya ve Kazakistan, Kırgızistan gibi Orta Asya ülkelerinde tüketilmesine karşın günümüzde Avrupa ülkeleri, Japonya ve Amerika Birleşik Devletleri gibi ülkelerde de besleyici ve sağlık üzerine olan etkilerinden dolayı kefirin tüketimi artmıştır (Ötleş ve Çağındı, 2003). Kefirin antibakteriyel ve antiinflamator (Lopitz-Otsoa ve ark., 2006), antitümör (Shiomi ve ark., 1982), antiapoptotik (Matsuo ve ark., 2003), antikanserojenik özellikle (kolon kanseri üzerine) (Pala ve ark. 2011; Norat ve ark., 2003), antialerjik (Umeda ve ark., 2005), antioksidan ve antimutajenik (Liu ve ark., 2005) etkiler gösterdiği araştırmacılarca belirtilmiştir. Bunlara ilaveten kefirin kan basıncını

düzenleyici, kolesterol düşürücü (Agerbaek ve ark., 1995) etkisi, düşük laktoz içeriğinden dolayı laktoz intoleransı bireyler için uygunluğu (Hertzler ve Clancy, 2003), biyoaktif peptitler, ekzopolisakkaritler ve onların bakteriosinlerini içermesi nedeniyle güçlü bir probiyotik etki gösterdiği belirtilmiştir (Rattray ve O'Connel, 2011). Fareler üzerinde yapılan bir çalışmada kefirin kilo alımını önemli düzeyde azalttığı ve epitel doku ve karaciğer dokularındaki yağ birikimini inhibe ettiği; dolayısıyla kefir tüketiminin obeziteyi engelleyebileceği ifade edilmiştir (Choi ve ark., 2017). Kefirin sağlık üzerine çok fazla etkisi olmasına rağmen bazı bireyler kefirin tat ve aromasına alışıktır olmadıklarından ötürü kefir tüketememektedirler. Bu nedenle çalışmamızda kefiri sade olarak tüketemeyen bireyler için alternatif olarak kefire nane suyu ilavesi ile naneli kefir üretmek amaçlanmıştır. Nane, Türk mutfağında cacık, yoğurt çorbaları ve diğer yemeklere tat ve aroma vermek için geleneksel olarak kullanılan aromatik bir bitkidir. Nane geleneksel tıpta da antiinflamatuvar (iltihap önleyici), antiemetik (kusmayı önleyici), südorifik (terletici), antispazmodik (kasılmayı önleyici), analjezik (ağrı kesici) ve aktiviteleri stimüle edici özelliklerinden dolayı mide bulantısı, bronşit, mide gazı, iştahsızlık, ülseratif kolitis (iltihaplı bağırsak hastalığı) ve karaciğer problemlerine karşı kullanıldığı belirtilmektedir (Cowan, 1999; Iscan ve ark., 2002; Moreno ve ark., 2002).

Söz konusu nedenlerden dolayı çalışmada nanenin aromatik ve terapötik özelliklerini kefirin ferahlatıcı ve fonksiyonel özellikleri ile birleştirerek yeni bir ürün üretilmesi amaçlanmıştır. Bu amaç için süte % 0 (kontrol), % 2 ve % 4 oranlarında nane suyu ilave edilerek 3 farklı kefir üretilmiş ve üretilen kefirler 21 gün süresince buzdolabı koşullarında (4 °C) depolanmıştır. Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde kefirin tat ve kokusunu direkt olarak etkileyen organik asitler, serbest amino asitler ve uçucu bileşenler tespit edilmiştir. Yapılan bu analizlere ilaveten kefirlerin kuru madde, yağ, protein, kül, pH, titrasyon asitliği değerleri ve duyu nitelikleri belirlenmiştir. Böylece depolama süresince nane suyu ilavesinin kefirin kimyasal ve biyokimyasal niteliklerine etkisi kontrol kefiri ile karşılaştırılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Farklı parametrelerin (depolama süresi, pıhtılaştırıcı olarak kefir kültürü ya da kefir tanesi kullanımı ve bunların farklı oranlarda inokülasyonu, farklı orijinli kefir tanelerinin kullanımı, farklı süt çeşitleri ve süt bazlı karışımlardan kefir üretimi), kefirin mikrobiyal, biyokimyasal, kimyasal ve duyuşal nitelikleri üzerine çalışmalara literatürde rastlanmaktadır. Bunun yanı sıra daha önce yapılan çalışmalarda kefir biyokimyasal ve duyuşal açıdan yoğurt gibi diğer fermente ürünlerle de karşılaştırılmıştır. Söz konusu çalışmalardan konumuz ile ilgili olanlar ve kefir üretimi sırasında ilave ettiğimiz nane suyu ile ilgili literatür aşağıda verilmiştir.

Güzel-Seydim ve ark. (2000a), 800 mL süte 5 g kefir tanesi (% 0,625) ilavesiyle hazırladıkları starter kültürü pastörize inek sütüne inoküle ederek fermentasyonun farklı saatlerinde (0., 5., 10., 15. ve 22. saatlerinde) uçucu bileşen ve organik asit profillerini sırasıyla yüksek performanslı sıvı kromatografisi ve gaz kromatografisi kütle spektrometresi kullanarak belirlemişlerdir. Çalışmada pH değeri 6,7'den 4,50-4,60'a düştüğünde inkübasyon sonlandırılmıştır. Inkübasyon sırasında orotik asit 150 µg/g'dan 120 µg/g'a; sitrik asit yaklaşık 1800 µg/g'dan 1500 µg/g'a azalırken; laktik asit ise sütte belirlenmemiş olup; inkübasyon sonunda yaklaşık 6000 µg/g'a yükselmiştir. Çalışmada sütte yaklaşık 13 µg/g belirlenen hippürik asit ise fermentasyonun 15. saatinden itibaren tespit edilememiştir. Organik asitlerden asetik, propiyonik ve bütirik asitler; karbonil bileşenlerinden de diasetil fermentasyon sırasında gözlemlenmemiştir. Diğer karbonil bileşenlerinden asetaldehit fermentasyonun 10. saatinde ortaya çıkmış ve fermentasyon sonunda 5µg/g'a ulaşırken; asetoin fermentasyonun 15. saatinde maksimum konsantrasyonunu (25 µg/g) göstermiştir. Etanol fermentasyonun 15. saatinden itibaren artmış olup; fermentasyon sonunda yaklaşık 0,07 µg/g olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar asetaldehit, asetoin, etanol ve laktik asit'in fermentasyon süresince arttığını ifade etmişlerdir. Orotik, ürik ve hippürik asitler ise iz miktarda tespit edilmiştir.

Söz konusu araştırmacılar (Güzel-Seydim ve ark., 2000b), yukarıda ürettikleri kefirin bu kez 21 günlük depolama sırasında organik asit ve uçucu bileşen profillerini tespit etmişlerdir. Çalışmada depolamanın başlangıcından sonuna doğru pH değerinde önemli düzeyde bir azalma, laktik (6405 µg/g'dan 7739 µg/g'a) ve sitrik asitte (1438 µg/g'dan 1863 µg/g'a) önemli düzeyde bir artma gözlemlenmiştir. Pürüvik asit ise yalnızca

depolamanın 1. gününde 18 µg/g olarak belirlenmiş, diğer depolama günlerinde belirlenememiştir. Diğer organik asitlerden orotik asit ve ürik asit ise depolama sırasında hafif bir artış göstermiş olup; sırasıyla 131 µg/g'a ve 33 µg/g'a ulaşmıştır. Depolama sırasında uçucu bileşenlerden etanol 0,40 µg/g'dan 0,80 µg/g'a, asetaldehit ise 5 µg/g'dan 10 µg/g 'a artarken; asetoin 25 µg/g'dan 16 µg/g'a azalmıştır. Araştırmacılar çalışmada kefirde başlıca organik asitlerin laktik ve sitrik asit; uçucu bileşenin ise asetoin olduğunu vurgulamışlardır. Çalışmada süt ürünlerinin tat ve aromasından sorumlu asetaldehit ve asetoin dışında diasetil ve diğer karbonil bileşenler belirlenememiştir.

Süt olarak soya ve rekonstitüe yağsız inek sütünün pıhtılaştırıcı olarak da kefir tanesinin (% 5) kullanıldığı bir başka çalışmada (Liu ve ark., 2002), 24 saatlik fermentasyon süresince kefir örneklerinde polisakkarit ve uçucu bileşen profili belirlenmiştir. Araştırmacılar fermentasyon sırasında örneklerde uçucu bileşen olarak asetaldehit, aseton, 2-bütanon, etanol, diasetil ve hekzanal tespit etmişlerdir. Rekonstitüe yağsız inek sütü ve ondan üretilen kefirinde en baskın uçucu bileşen olarak etanol belirlenmiştir. Sözkonusu kefirde fermentasyon süresi sonunda süte kıyasla asetaldehit, aseton, 2-bütanon, etanol, diasetil konsantrasyonları sırasıyla 1,63 ppm'den 3,28 ppm; 3,65 ppm'den 4,91 ppm; 6,33 ppm'den 19,62 ppm; 2,60 ppm'den 253,29 ppm ve 35, 51 ppm 'den 2291,97 ppm 'e artış göstermiştir. Hekzanal ise iz miktarda belirlenmiştir.

Beshkova ve ark. (2003), *Lb. bulgaricus* HP1, *Strp. thermophilus* T15, *Lb. helveticus* MP12, *Lc. lactis* C1' un her birini, *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* HP1+ *Lb. helveticus* MP12+*Lactococcus lactis subsp. lactis* C15+*Streptococcus thermophilus* T15+*Saccharomyces cerevisiae* A13 karışımından oluşan kefir starterini ve kefir tanesini (% 3) pıhtılaştırıcı olarak kullanarak ürettikleri fermente ürünlerde fermentasyon ve 7 günlük depolama süresince uçucu bileşenleri ve organik asitleri incelemişlerdir. Çalışmada uçucu bileşenlerden asetaldehit, aseton, etil asetat, 2-bütanon, diasetil ve etanol belirlenmiştir. Starter kültür ya da tanesiyle üretilen kefirlerde fermentasyon süresi ve 7 günlük depolama süresi sonunda sırasıyla asetaldehit 18,10 µg/g, 9,10 µg/g ve 15,27 µg/g, 5,60 µg/g; aseton 0,51 µg/g, 0,60 µg/g ve 0,48 µg/g, 0,58 µg/g; etil asetat 0,03 µg/g, 0,02 µg/g ve 0,02 µg/g, 0,01 µg/g; 2-bütanon 0,04 µg/g, 0,06 µg/g ve 0,04 µg/g 0,04 µg/g; diasetil 1,85 µg/g, 1,08 µg/g ve 1,40 µg/g, 1,00 µg/g; etanol ise 4006 µg/g, 2998 µg/g ve 4010 µg/g, 3100 µg/g olarak belirlenmiştir. Araştırmacılar organik asitlerden ise yalnızca sitrik asit ve pürüvik asit'i analizlemişlerdir. Sütte yaklaşık

1400 µg/g belirlenen sitrik asit fermentasyon süresi sonunda kefir starter kültür ve kefir tanesi ile üretilen kefirlerde sırasıyla yaklaşık 1200 µg/g ve 1300 µg/g olarak belirlenmiştir. Pürüvat ise örneklerde ilk olarak fermentasyonun 7 ile 10. saatleri arasında belirlenmiş olup; kefir starter kültür ile üretilen kefirde pürüvat birikimi fermentasyonun 16. saatine kadar (7,10 µg/g), kefir tanesi ile üretilen kefirde ise fermentasyonun 21. saatine kadar (11,05 µg/g) devam etmiş, ancak fermentasyon süresi sonunda ise sırasıyla yaklaşık 4 µg/g ve 1 µg/g'a azalmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak kefir starter kültür ile üretilen kefirde, kefir tanesiyle üretilene kıyasla karbonil bileşenlerin daha fazla miktarda tespit edildiğini belirtmişlerdir.

Irigoyen ve ark. (2005) % 1 ya da % 5 oranlarında kefir tanesi kullanarak UHT inek sütünden ürettikleri kefirleri 28 gün depolamışlardır. Araştırmacılar bu süreç içerisinde 7 gün aralıklarla kefirlerin kimyasal ve duyuşal özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada laktoz, fermentasyon sonunda % 1 ve % 5 kefir tanesi inokülasyon oranlı kefirlerde sırasıyla % 3,51 ve % 3,41 olarak belirlenmiş olup; süte kıyasla % 20-25 oranında bir azalma göstermiş ancak; depolama sırasında ise önemli bir değişim ortaya koymamıştır. Toplam kurumadde ise fermentasyon sonunda % 1 ya da % 5 inokülasyon oranlı kefirlerde hem birbirine hem de kullanılan süte benzer olup; 11,7 g/100 mL olarak tespit edilmiştir. Depolama sırasında ise anılan nitelik sırasıyla % 3,41 ve % 1,71 oranında azalarak % 11,3 ve % 11,5 belirlenmiştir. Yağ içeriği ise % 1 ya da % 5 inokülasyon oranlı kefirlerde sırasıyla % 3,51 ve % 3,60 belirlenmiş olup; depolama süresi sonunda kefirlerde sırasıyla % 7,98 ve % 3,33 oranlarında azalmış ve % 3,23 ile % 3,48'e düşmüştür. Fermentasyon süresi sonunda her iki kefir örneğinin pH değerleri 4,5 ve 4,4 iken; depolama süresince önemli bir değişim göstermemiştir. Duyusal değerlendirmeler açısından da kefir örnekleri panelistler tarafından en fazla kabul edilebilirlik puanını depolamanın 7. gününe kadar almışlardır. Sonuçta, araştırmacılar depolama sırasında kefirlerin laktoz içeriğinde ve pH değerlerinde önemli bir değişim gözlemlemezken; yağ ve kuru madde içeriğinde azalma olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca kefir tanesinin inokülasyon oranında farklılığın pH, mikrobiyal popülasyon, laktoz ve viskozite üzerinde etkili olduğunu; toplam yağ ve kuru madde üzerinde bir etkisinin olmadığını gözlemlemişlerdir.

Kefir üretimi için liyofilize starter kültür (% 0,08) ve inek sütünün kullanıldığı bir başka çalışmada (Garcia ve ark., 2006) ise starter kültür inokülasyonundan 0. saatinden

itibaren 168 saat süresince her 24 saatte mikrobiyel ve kimyasal nitelikler incelenmiştir. Sonuçta fermentasyonun ilk 24 saatinde laktoz % 4,92 ‘den % 4,02 ‘ye, pH 6,68’den 4,24’e azalmış; L (+)-laktik asit ise % 0,01’den % 0,76 ‘ya yükselmiştir. Yüz altmış sekizinci saatte ise laktoz % 3,78, pH 3,88 ve laktik asit % 0,55 olarak tespit edilmiştir. Titrasyon asitliği ise ilk 24 saatte ortalama %0,14 (Laktik asit) değer gösterirken, 168. saatte %1,32 olarak tespit edilmiştir. Araştırmacılar 48. saatteki laktik asitte önemli düzeyde bir azalma gözlemlemişlerdir. Bunun nedenini ise L(+)-laktik asitin, D(-)-laktik asite dönüşmesiyle ilişkilendirmişlerdir. Çünkü L(+)-laktik asit azalırken D(-)-laktik yükselmiştir. Çalışmada 48. saatten 168. saate kadar ise L(+)-laktik asit’te istatistiksel olarak önemli bir değişim meydana gelmez iken; D(-)-laktik % 0,57’ye yükselmiştir. Etanol ise starter kültür inokülasyonundan sonra ilk 24 saat içerisinde önemli bir değişim göstermemiş ancak; 24 ile 168. saatler arasında (% 0,005 ten % 0,018’ e) yükselmiştir. Çalışmada söz konusu saatler arasında ne glukoz ne de galaktoz tespit edilmiştir.

Simova ve ark. (2006), kefir starter kültür (% 3) ve farklı kültürler (*L. lactis* C15, *S. thermophilus* T15, *L. helveticus* MP12, *L. bulgaricus* HP1) ile ürettikleri fermente ürünlerde inokülasyonun 2. saatinden 168. saatine kadar amino asit kompozisyonunu belirlemişlerdir. Kefir starter kültür ile üretilen fermente sütte inkübasyon sırasında glutamik asit belirlenen en baskın amino asit olup; kültür inokülasyonu sonrası 21. saatte 18,10 mg/100g tespit edilerek tüm amino asitlerin % 38,17’sini oluşturmuştur. Aynı sürede glutamik asiti sırasıyla prolin (8,30 mg/100 g), lösin (3,50 mg/100 g), alanin (3,25 mg/100 g), izolösin (2,35 mg/100 g), histidin (2,20 mg/100 g), aspartik asit 1,93 (mg/100 g), lisin (1,88 mg/100g), valin (1,50 mg/100g) ve serin (0,98 mg/100 g) takip etmiştir. Yirmi birinci saatten 168. saate kadar glutamik asit (18,10 mg/100g’dan 20,70 mg/100g’a), lösin (3,50 mg/100 g’dan 4,30 mg/100g’a), valin (1,50 mg/100g’dan 1,80 mg/100g’a) ve serin (0,98 mg/100g’dan 1,40 mg/100g’a) artış gösterirken; prolin (8,30 mg/100g’dan 8,00 mg/100g’a), alanin (3,25 mg/100g’dan 3,20 mg/100g’a), izolösin (2,35 mg/100g’dan 2,16 mg/100g’a), histidin (2,20 mg/100g’dan 2,00 mg/100g ‘a) aspartik asit (1,93 mg/100 g’dan 1,70 mg/100 g’a) ve lisin (1,88 mg/100g’dan 1,80 mg/100g’a) azalmıştır. Çalışmada arjinin, treonin, sistin, glisin, metiyonin, tirozin, asparajin, glutamin ve triptofan gibi amino asitler ise iz miktarda belirlenmiştir.

Aghlara ve ark. (2009) *Lactobacillus acidophilus* LA5, *Lactobacillus bulgaricus* LB12, *Streptococcus thermophilus* TH4 ve *Kluyveromyces marxianus* subsp. *marxianus*

LAF4' dan oluşan kültürü kefir üretmek için yağsız rekonstitüe süte inoküle etmişlerdir. Çalışmada, yaklaşık 10 saatlik inkübasyonda pH değerinin 6,4'ten 4,6'ya azalması sırasında belirli zaman dilimlerinde uçucu bileşen profili araştırılmıştır. Statik tepe boşluğu katı faz mikroekstraksiyon (HS-SPME) yöntemi kullanılarak bileşenler belirlenmiştir. Çalışmada hidrokarbon, aldehit, alkol, keton, ester, organik asit, sülfür ve benzoik asit kimyasal gruplarına ait toplam 40 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Ketonlar, örneklerde en baskın belirlenen grup olarak belirlenmiştir. Bunlardan da 2-bütanon (% 31,68), aseton (% 3,67), 3-hidroksi-2-bütanon (% 3,24) ve 2,3-bütandion (% 2,99) başlıca keton bileşenlerini oluşturmuştur. Inkbasyonun başlangıcında keton bileşenlerinden yalnızca 2-bütanon tespit edilmiş olup; fermentasyon süresince de konsantrasyonu hafif dalgalanmalarla önemli bir değişim göstermemiştir. Diğer keton bileşenleri ise inkübasyonun 50. dakikasından sonra ortaya çıkmaya başlamıştır. Örneğin aseton 122,7. dk'da pH 4,8 de en yüksek değere (3,03 mg/L) ulaşmış; asetoine ise 53. dk'da pH 6 da 67,8 mg/L ye ulaşmış olup; daha sonraki sürede azalma (53,1 mg/L) göstermiştir. Alkol bileşenlerinden en fazla belirlenen etanol ise ilk olarak pH 6'da ve inkübasyonun 53. dk'sında tespit edilmiş olup; inkübasyon sonunda 1059 mg/L'ye ulaşmıştır. Benzer şekilde etanol'n ortaya çıktığı pH ve sürede örneklerde etil asetat (0,50 mg/L) belirlenmiştir. Bir diğer başlıca ester olan etil bütirat ise pH 5,8 de ve 83. dk' da ortaya çıkmıştır. Hem etil asetat hem de etil bütirat inkübasyon sonunda sırasıyla 2,77 ve 0,14 mg/L'ye ulaşmışlardır. Aldehitlerden ise asetaldehit ilk olarak örneklerde pH 5,8'de ve 83. dk 'da gözlemlenmiş inkübasyon sonunda 4 mg/L'den 13,81 mg/L' ye yükselmiştir. Sonuçta araştırmacılar, inkübasyon sırasında başlıca uçucu bileşen olarak etanol (% 39,35), 2-bütanon (% 31,68), etil asetat (% 8,95), etil bütirat (% 5,54), aseton (% 3,67), 3-hidroksi-2-bütanon (% 3,24), 2,3-bütandion (% 2,99) ve asetaldehit (% 1,77) tespit etmişlerdir. Söz konusu mikroorganizmalardan oluşan kefir starter kültürünün ise kefir üretiminde kullanılabileceği önerilmiştir.

Farklı süt eşitleri ve starter kültürlerin kefir üzerine etkilerini araştıran ner ve ark. (2009) inek, koyun ve keçi sütü ile tane (% 3) ve ticari kefir starter kültür (DVI, % 2) kullanılarak ürettikleri kefirlerin 15 günlük depolama süresince kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini incelemişlerdir. Depolamanın 1., 7. ve 15. günlerinde kefir örneklerinde asitlik, pH ve kuru madde tayinleri yapılmıştır. İnek sütünden kefir tanesi ya da starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde pH değeri ve kurumadde içerikleri

depolamanın 1. gününde sırasıyla 4,50 - 4,47 ve % 11,15 - % 11,07 15.günde ise 4,10 - 4,30 ve % 10,85 - % 11,00 belirlenmiştir. Kefirde bir uçucu bileşen olan etanol, tüm süt çeşitleriyle yapılan kefirlerde belirlenmiştir. İnek sütüyle kefir tanesi ve starter kültür ile üretilen kefirlerde etanol, depolamanın ilk günü 0,062 ile 1,210 mg/mL belirlenmiş ve bu değerler depolama sonunda 0,506 mg/mL ve 2,080 mg/mL' ye yükselmiştir. Araştırmada kefir üretiminde kullanılan süt çeşidinin etanol oluşumunda önemli bir etki yaratmadığı belirtilmiş olup; kefir starter kültür ile üretilen kefirlerde, kefir tanesiyle üretilen kefiirlere kıyasla daha fazla etanol tespit edilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak; kullanılan sütün tipinin kurumadde ve pH değerini etkilediğini, kültür çeşidi ve depolamanın ise etanol içerikleri üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Mkaddem ve ark. (2009), *Menta longifolia L.* ve *Mentha viridis* çeşit nanelerden elde edilen esansiyel yağların kimyasal kompozisyonunu gaz kromatografisi alev iyonlaşma dedektör (GC-FID) ve gaz kromatografisi kütle spektrometresi (GC-MS) ile tespit etmişlerdir. Çalışmada ayrıca, nanelerin esansiyel yağlarının antioksidant ve antimikrobiyel özellikleri de araştırılmıştır. Araştırmacılar nane örneklerine ait toplam 56 uçucu bileşen belirlemişlerdir. *M. Longifolia* (Tüylü nane) esansiyel yağlarında temel olarak monoterpenler (% 89,18) en fazla oranda belirlenen uçucu grup olmuştur. Monoterpenlerden ise pulegon (% 54,41) en fazla belirlenen bileşen iken onu izomenton (% 12,02), 1,8 sineol (% 7,41), borneol (% 6,85) ve piperitenon oksit (% 3,19) izlemiştir. *Mentha viridis* çeşit esansiyel yağında ise karvon (% 50,47), 1,8-sineol (% 9,14), limonen (% 4,87), kampil (% 3,68), β -karyofilen (% 3) en fazla oranda belirlenen uçucu bileşenler olmuştur. Karvon ve timol *M. Longifolia* çeşit nane esansiyel yağlarında belirlenememiştir. Kampil uçucu bileşeni ilk olarak *M. viridis* çeşit esansiyel yağında tespit edilmiştir. Araştırmacılar sonuçta nane çeşitlerinden elde edilen esansiyel yağların antimikrobiyel özellik gösterdiğini ve niteliğinde terpen hidrokarbonlar olan monoterpen ve sesquiterpenler ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir.

Grønnevik ve ark. (2011) süt çeşidi ve süte uygulanan ısı normunu belirtmedikleri bir çalışmada, % 0,2 kefir starter kültürü kullanarak sütü 20-22 °C'de yaklaşık 20 saat 4,5 pH'ya kadar fermente ederek ticari kefir üretmişlerdir. Daha sonra bu kefirler 8 hafta depolanarak mikrobiyolojik ve biyokimyasal nitelikleri analizlenmiştir. Çalışmada depolamanın başlangıcından sonuna kadar pH'nın 4,50'den 4,41'e azaldığı ancak; titrasyon asitliğinde bir değişim olmadığı gözlemlenmiştir. Karbonhidratlardan ise laktoz

ve glukoz fermentasyonun sonunda süte kıyasla sırasıyla 50 g/kg'dan 40g/kg'a ve yaklaşık 200 mg/kg'dan 50 mg/kg'a azalmış; galaktoz ise yaklaşık 70 mg/kg'dan 300 mg/kg'a yükselmiştir. Depolamanın sonunda ise laktoz, 3,8 g/kg ve galaktoz ise 450 mg/kg belirlenmiştir. Glukoz ise depolamanın 3. haftasından sonra tespit edilememiştir. Karbonil bileşenlerinden diasetil ve asetoin sütte bulunmamasına rağmen, fermentasyon sırasında ortaya çıkmış olup; fermentasyon sonunda sırasıyla yaklaşık 200 mg/kg ve 1 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda ise söz konusu bileşenler sırasıyla yaklaşık 10 ve 0,6 mg/kg'a azalmıştır. Bunların aksine asetaldehit depolama sırasında fermentasyona kıyasla % 71,83 oranında artarak 3,5 mg/kg'dan 6 mg/kg'a yükselmiştir. Araştırmacılar depolama sırasında maya sayısındaki artışa bağlı olarak etanol'ün önemli düzeyde arttığını ve depolamanın sonunda 890 mg/kg'a ulaştığını ifade etmişlerdir. Çalışmada bazı organik asitler de tespit edilmiş olup; sitrik asit; fermentasyon sırasında yaklaşık 2000 mg/kg'dan 200 mg/kg'a azalarak % 90 bir azalma göstermiştir. Sütte belirlenemeyen asetik ve laktik asit ise fermentasyon sonunda sırasıyla yaklaşık 800 mg/kg ve 8000 mg/kg olarak tespit edilmiştir. Depolama sırasında ise söz konusu organik asitlerde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışmada örneklerin amino asit profili de analizlenmiştir. Fermentasyon süresi sonunda süte kıyasla kefirde glutamik asit (yaklaşık olarak 658 mmol/kg'dan 1644 mmol/kg'a) serin (50 mmol/kg'dan 70 mmol/kg'a), histidin (0'dan 50 mmol/kg'a), aspartik asit (50 mmol/kg'dan 250 mmol/kg'a), asparajin (20 mmol/kg'dan 60 mmol/kg'a) ve tirozin (0'dan 150 mmol/kg'a) konsantrasyonu artarken; alanin amino asiti (37 mmol/kg'dan 2,4 mmol/kg'a) azalmıştır. Bunun yanı sıra depolama sırasında ise aspartik asit (yaklaşık olarak 250 mmol/kg'dan 300 mmol/kg'a), asparajin (50 mmol/kg'dan 150 mmol/kg'a) ve serin amino asitlerinde (50 mg/kg'dan 200 mg/kg'a) artma; glutamik asit (1644 mmol/kg'dan 1200 mmol/kg'a)'de azalma, alanin histidin ve tirozin amino asitlerinde ise önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Sonuçta araştırmacılar depolamanın ilk 4 haftasına kıyasla son 4 haftasında kefirlerde daha belirgin biyokimyasal değişimlerin olduğunu ifade etmişlerdir.

Magalhaes ve ark. (2011a) pastörize yağlı inek sütü, peynir altı suyu ve proteinsiz peynir altı suyu kullanarak % 5 oranında kefir tanesiyle kefir üretmişler ve bu kefirleri pastörize inek sütü ile yapılan kefire göre kimyasal açıdan farklılıklarını 48 saat süresince incelemişlerdir. Sütte yaklaşık 45 g/L belirlenen laktoz, pastörize inek sütü ile üretilen kefirde fermentasyonun 24. saatinde yaklaşık 40 g/L'ye azalırken; 48. saatin sonunda ise

laktozun tamamına yakını metabolize olmuştur. Sütün laktik asit ve pH değeri sırasıyla yaklaşık 0,5 g/L ve 6,2 belirlenirken; sütte etanol ve asetik asit belirlenmemiştir. Fermentasyonun 24. saatinde anılan nitelikler sırasıyla yaklaşık 2,5 g/L, 4,5, 3 g/L ve 0,1 g/L belirlenirken; fermentasyonun 48. saatinde ise yaklaşık 5 g/L, 4, 8,7 g/L ve 0,7 g/L belirlenmiştir. Kefirlerde kimyasal gruplarına göre 5 alkol, 1 ester ve 1 aldehit olmak üzere toplam 7 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Uçucu alkol bileşenlerinden 3-metil-1-bütanol ve 2-metil-1-propanol ilk olarak inkübasyonun 10. saatinden sonra (yaklaşık 1,5 mg/mL), 2-metil-1-bütanol 20. saatinden sonra (yaklaşık 4 mg/L), 1-hekzanol ve 1-propanol ise 35. saatinden sonra (her ikisi içinde yaklaşık 2 mg/L) tespit edilmiştir. Fermentasyon süresi sonunda 2-metil-1-bütanol 10,6 mg/L belirlenerek kefirde en baskın alkol uçucu bileşeni olmuştur. 2-metil-1-bütanol'ü 3-metil-1-bütanol (yaklaşık 8 mg/L), 1- hekzanol (yaklaşık 8 mg/L), 2-metil-1-propanol (yaklaşık 7 mg/L), ve 1-propanol (3 mg/L) izlemiştir. Diğer uçucu bileşenlerden etil asetat ilk olarak inkübasyonun 10. saatinden (yaklaşık 0,5 mg/L), asetaldehit ise 5. saatinden sonra (yaklaşık 1 mg/L) tespit edilirken; fermentasyon süresi sonunda etil asetat yaklaşık 10 mg/L, asetaldehit ise 4,5 mg/L tespit edilmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak peynir altı suyu kullanarak üretilen kefirlerde daha az laktoz parçalanması gözlemlendiğini ancak; kefirlerin fermentasyon sonunda etanol, pH, laktik asit ve asetik asit içeriklerinin benzer olduğunu, bu sebepten dolayı peynir altı suyunun kefir üretiminde kullanılabileceğini belirtmişlerdir.

Magalhaes ve ark. (2011b) daha önceki çalışmalarında olduğu gibi pastörize yağlı inek sütü, peynir altı suyu ve proteinsiz peynir altı suyu kullanarak % 5 oranında kefir tanesiyle kefir üretmişler ve bu kefirlerin pastörize inek sütü ile yapılan kefire göre kimyasal açıdan farklılıklarını 72 saat süresince incelemişlerdir. Sütte yaklaşık 45 g/L belirlenen laktoz, inkübasyonun 24. saatine kadar yaklaşık 35 g/L'ye azalmış ve 60. saatte tamamen metabolize olmuştur. Sütte iz miktarda belirlenen laktik asit, asetik asit ve etanol sütle üretilen kefirde fermentasyon süresince önemli düzeyde artma göstermiştir. Anılan bileşenler inkübasyonun 24. saatinde sırasıyla yaklaşık 3 g/L, 1 g/L ve 2 g/L belirlenirken; 72. saatte laktik asit yaklaşık 6 g/L'ye ve etanol de 12 g/L'ye artmış; asetik asitte önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Kefirlerde kimyasal gruplarına göre 5 alkol, 1 ester ve 1 aldehit olmak üzere toplam 7 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Alkol kimyasal grubuna ait bileşenleri 1-propanol, 2-metil-1-propanol, 2-metil-1-bütanol, 3-metil-1-bütanol ve 1-hekzanol oluşturmuştur. Anılan bileşenler sütte belirlenememiş olup;

fermentasyon sırasında oluşmuştur. Üç metil-1-bütanol ilk olarak fermentasyonun 12. saatinde (0,08 mg/L), 2-metil-1-propanol (5,14 mg/L) ve 2-metil-1-bütanol (3,97 mg/L) 24. saatinde, 1-propanol (1,97 mg/L) ve 1-hekzanol (0,50 mg/L) ise 60. saatinde tespit edilmiştir. Fermentasyonun 72. saatine kadar 2-metil-1-propanol (10,89 mg/L), 2-metil-1-butanol (8,65 mg/L) ve 3-metil-1-butanol (5,89 mg/L)'de bir artış gözlemlenirken; 1-propanol ve 1-hekzanol'de önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Kefirlerde belirlenen diğer uçucu bileşenler asetaldehit ve etil asetat sütte belirlenememiş olup; asetaldehit ilk olarak fermentasyonun 12. saatinde (2,16 mg/L), etil asetat ise 24. saatinde (2,88 mg/L) belirlenmiştir. Anılan bileşenler fermentasyonun 72. saatinde sırasıyla 5,08 ve 8,18 mg/L'ye yükselmiştir. Araştırmacılar süt ile üretilen kefirler ile peynir altı suyu ile üretilen kefirlerde bileşenlerin farklı konsantrasyonlarda olmasına rağmen, benzer kimyasal özellik gösterdiğini belirtmiş ve sonuçta peynir altı suyunun kefir üretiminde kullanabileceğini ifade etmişlerdir.

Benmisira ve ark. (2012), % 100 yer fıstığı sütü, % 70 yer fıstığı sütü ve tam yağlı inek sütü ile % 3 oranında liyofilize starter kültür (BE010) kullanarak ürettikleri kefirde reolojik özellikler, mineral elementler ve aminoasit profilini araştırmışlardır. Çalışmada kefir örneklerinde 17 amino asit belirlenmiş olup; inek sütü ile üretilen kefirde glutamik asit 7, 12 g/100g olarak tespit edilmiş ve belirlenen tüm amino asitlerin % 21,45'ini oluşturarak kefirdeki en baskın amino asit olmuştur. Glutamik asiti sırasıyla prolin (3,42 g/100g), lösin (3,38 g/100g), lisin (2,84 g/100g), aspartik asit (2,31 g/100g), valin (2,06 g/100g), serin (1,92 g/100g), izolösün (1,56 g/100g), tirozin (1,50 g/100g), fenil alanin (1,48 g/100g), treonin 1,37 (g/100g), alanin (1,06 g/100g), arjinin (1,00 g/100g), histidin (0,95 g/100g) ve metiyonin (0,70 g/100g) takip etmiştir. Glisin ve sistein ise sırasıyla 0,39 g/100g ile 0,13 g/100g belirlenerek kefirde en az miktarlarda belirlenen amino asitler olmuşlardır. Araştırmacılar sonuç olarak inek sütü ile üretilen kefirde toplam amino asit içeriğini 33,19 g/100g olarak tespit etmişlerdir.

Kefir, yoğurt ve aktimel de serbest aminoasit ve uçucu bileşenleri araştıran Irigoyen ve ark., (2012) bu ürünlerdeki serbest aminoasit ve uçucu bileşen kompozisyonunu belirleyip ürünler arasındaki farklılıkları incelemişlerdir. Çalışmada kefir, % 5 oranında kefir tanesi kullanılarak üretilmiştir. Kefirde tespit edilen başlıca aminoasitler; lisin (% 52), sistein (% 7), gamma-aminobütirik asit (% 5), ve triptofan (% 4) olmuştur. Uçucu bileşenlerden etanol ve 3-metil-bütanol, diğer iki fermente ürüne kıyasla kefirde en fazla

oranda; aksine asetaldehit'te en az oranda belirlenmiştir. Keton bileşenlerinden 2-propanon (% 19,3), 2-bütanon (% 6,88), 2,3 bütandion (% 6,24), 3-hidroksi-2-bütanon (% 5,83) kefirde belirlenen başlıca keton bileşenlerini oluşturmuştur. Karboksilik asitlerden ise asetik asit, bütanoik asit ve hekzanoik asit her üç fermente üründe de tespit edilmesine rağmen, kefirde oranları daha yüksek olmuştur. İki-metil-propanoik asit ve 3-metil-bütanoik asit ise yalnızca kefirde belirlenmiştir. Ester bileşenlerinden ise etil esterler her üç fermente üründe de başlıca esterler olup; kefir diğerlerine kıyasla daha fazla oranda ester içermiştir.

Farklı fermentasyon parametrelerinin kefir kalitesi üzerine etkilerini araştıran Kök-Taş ve ark. (2013), kefir tanesi (% 2) veya kefir starter kültür (% 3) ile % 0,1 'lık yağlı pastörize inek sütünü hem normal atmosferde hem de modifiye atmosferde (% 10 CO₂) fermente etmişlerdir. Bu şekilde üretilen kefirleri 21 gün süresince depolamışlardır. Normal atmosferde fermente edilen kefir tanesi ve starter kültürün kullanıldığı kefirlerde depolamanın 1. gününde sırasıyla pH değerleri 4,47 ile 4,53 iken; depolamanın sonunda 4,29 ve 4,35 tespit edilmiştir. Benzer şekilde söz konusu örneklerde titrasyon asitliği ise % 0,89 ve % 0,81'den % 0,92'ye yükselmiştir. Her iki örneğin kuru madde içerikleri ise depolama sırasında değişmemiş olup; % 7,98 ve % 8,19 olarak tespit edilmiştir. Ancak araştırmacılar anılan örneklerin protein içeriğinin % 3,43'ten % 3,09'a ve % 3,48'den % 3,19'a azaldığını ifade etmişlerdir. Yine örneklerde (kefir tanesi ve kefir kültürü) depolamanın başlangıcından sonuna doğru sırasıyla asetaldehit 3,9 mg/L'den 16,5 mg/L'ye ve 3,8 mg/L'den 23,6 mg/L'ye, etanol; 111,3 mg/L'den 4243,9 mg/L'ye ve 97,4 mg/L'den 3282,2' mg/L'ye artmıştır. Araştırmacılar kefir tanesi ya da kefir starter kültür kullanımının daha önce belirtilen nitelikler üzerine önemli bir etki yaratmadığını vurgulamışlardır.

Leite ve ark. (2013) yağsız UHT süt ve % 3 oranında kefir tanesi kullanarak ürettikleri kefirde fermentasyon ve 28 günlük depolama süresince mikrobiyolojik ve kimyasal değişimleri gözlemlemişlerdir. Araştırmada sütün, fermentasyon ve depolama sonrası kefirde pH değerleri sırasıyla 6,55; 4,85 ve 4,31 olarak tespit edilmiştir. Anılan sıraya göre laktoz; 48,40 mg/mL, 32,40 mg/mL ve 28,40 mg/mL; galaktoz 0,45 mg/mL, 0,76 mg/mL ve 0,89 mg/mL; glukoz ise; 0,17 mg/mL, 0,29 mg/mL ve 0,37 mg/mL olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada sütte tespit edilemeyen etanol, fermentasyonun 12. saatinde ortaya çıkmış (0,07 mg/mL) ve depolamanın sonunda 1,36 mg/mL olarak saptanmıştır.

Organik asitlerden ise sütte yalnızca sitrik ve propiyonik asit tespit edilmiş olup; sırasıyla 4,29 ve 0,42 mg/mL olarak belirlenmiştir. Depolamanın 2. gününden depolamanın sonuna kadar ise laktik asit 8,04 mg/mL'den 9,54 mg/mL'ye; asetik asit 1,02 mg/mL'den 1,16 mg/mL'ye; bütirik asit 0,30 mg/mL'den 0,63 mg/mL'ye; propiyonik asit ise 1,13 mg/mL'den 0,96 mg/mL'ye değişim göstermiş olup; sitrik asitte önemli bir değişim meydana gelmemiştir.

Tsai ve ark. (2013), bahçe nanesi (peppermint, *M. Piperita L.*) ve çikolata (*M. Piperita L.*) çeşit nanelerden elde edilen esansiyel yağlarda uçucu aromatik bileşenleri gaz kromatografisi kütle spektroskopisi ile belirlemişlerdir. Bahçe ve çikolata nanelerinin esansiyel yağlarında kimyasal gruplarına göre en fazla belirlenen uçucu bileşen grupları alkoller, terpenler ve ketonlar olmuştur. Bahçe nanesinin esansiyel yağında alkoller, ketonlar ve terpenler tüm bileşenlerin sırasıyla % 43,47, % 25,9 ve % 21,07 'sini oluştururken; çikolata çeşit nanede % 50,1, % 21,07 ve % 9,68'ini oluşturmuştur. Analiz sonuçlarına göre araştırmacılar peppermint çeşit nanede başlıca uçucu bileşen olarak mentol (% 30,35), menton (% 21,12) ve *trans*-kareni (% 10,99) belirlerken; çikolata nanesi esansiyel yağında ise yine mentol (% 28,19), menton (% 15,53) ve 1,8-sineol (% 11,89)'ü tespit etmişlerdir.

Farklı nane türlerinin esansiyel yağlarının kimyasal kompozisyonlarını ve fonksiyonel özelliklerini araştıran Barros ve ark. (2015) gaz kromatografisi kütle spektroskopisi ile nane esansiyel yağlarında uçucu aromatik bileşen profillerini tespit etmişlerdir. Nane örneklerinin esansiyel yağlarında oksi monoterpenler % 54,81 ile % 94,23 oranları arasında belirlenerek en baskın kimyasal grubu oluşturmuştur. Başlıca uçucu bileşenler ise limonen, izomenton, mentol, mentofuran, d-neoizomentol, 1,8-sineol (ökaliptol), d-karvon, linalool, linalil asetat, piperitenon oksit ve pulegon olmuştur. *M. piperita* (çikolata nanesi) çeşit nanede başlıca bileşenler mentofuran (% 23,70), menton (% 17,27), d-neoizomentol (% 14,35) ve pulegon (% 10,74) olurken; *M. piperita* (greyfurt nanesi) çeşitte linalool (% 25,43) ve linalil asetat (% 51,35)'dir.. *Menta canadensis* (Japon nanesi) nanesinde ise oksi monoterpenlerden mentol (% 46,98) ve izomenton (% 29,07) belirlenirken; *M. arvensis* (Zencefil nanesi) de linalool (% 34,57), linalil asetat (% 39,72) ve 1,8-sineol (ökaliptol) (% 10,04) belirlenmiştir. *M. Aquatica* (Lavanta nanesi), *M. piperita* (Bahçe nanesi, peppermint), *M. Spicata* (Mentol nanesi), *M. spicata* (Kıvrıcık nane) gibi nane çeşitlerinde ise karvon bileşeni en fazla oranda belirlenen uçucu bileşen

olmuştur. Araştırmacılar nane uçucu bileşen profiline göre çeşitli nanelerin gruplandırılabilceğini belirtmişlerdir. Örneğin *M. spicata*, *M. aquatica* ve *Menta piperita* yüksek oranda karvon ve limonen içeren naneler iken; *M. piperita* (greyfurt nanesi) ve *M.arvensis* (zencefil nanesi) L-linalool ve linalil asetat içeren naneler olarak gruplandırılmıştır.

Dinkçi ve ark. (2015) ise farklı oranlarda yulaf sütü ve inek sütünü karıştırarak ürettikleri kefirlerde fizikokimyasal, reolojik, mikrobiyolojik ve duysal nitelikleri belirlemişlerdir. Kefirler kontrol kefiri (%100 inek sütü), inek sütüne % 20, % 40 % 60 oranlarında yulaf sütü eklenerek 4 farklı şekilde % 3 kefir tanesi inokülasyonu ile üretilip; 21 gün süresince depolanmıştır. Kontrol kefirinde depolamanın 1. gününde kuru madde, yağ, protein, pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla % 11,02, % 2,83, % 3,48, 4,48 ve % 0,88 olarak belirlenmiştir. Depolamanın sonunda ise anılan niteliklerden yalnızca pH değeri önemli düzeyde değişmiş ve 4,28 belirlenmiştir. Kontrol kefirinin ise proteolitik aktivitesi depolamanın başlangıcından depolamanın sonuna doğru 0,346'dan 0,555'e önemli düzeyde yükselmiştir. Araştırmacılar kontrol kefirinde diğerlerine kıyasla daha fazla proteolizin gözlemlendiğini belirtmişlerdir.

Kefir tanesi (% 5) veya liyofilize ticari kefir starter kültürü (% 0,25) kullanarak pastörize inek veya manda sütlerinden üretilen kefirlerin 21 günlük depolama süresince mikrobiyolojik ve kimyasal niteliklerini Gül ve ark. (2015) incelemişlerdir. Depolamanın 1. gününde kefir tanesi ve starter kültür kullanılan, kefirlerde sırasıyla pH değeri 4,55 ve 4,62; titrasyon asitliği % 0,64 ve % 0,76; toplam kuru madde % 11,41 ve % 11,67; etanol 3 ve 0 mg/L; laktik asit 7905,96 ve 8618,73 µg/g; asetik asit yaklaşık 600 ve 750 µg/g; sitrik asit 2453 ve 1147,81 µg/g olarak belirlenmiştir. Diğer organik asitlerden bütirik ve propiyonik asit belirlenmemiştir. Depolamanın 1. gününde starter kültür ile üretilen kefirde belirlenemeyen etanol depolamanın 7. gününde gözlemlenmiştir. Depolama sonunda kefir tanesi ve starter kültür ile üretilen kefirlerde sırasıyla etanol yaklaşık 40,2 mg/L ve 30 mg/L olarak belirlenmiştir. Çalışmada depolama süresince etanolde bir artma tespit edilmesine karşın kefirlerin pH, titrasyon asitliği, laktik, asetik ve sitrik asit içeriğinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Çalışmada, kefir örneklerinin aminoasit kompozisyonu da araştırılmış olup; glutamik asit kefirde belirlenen en baskın amino asit olmuştur. Glutamik asit depolamanın 1. gününde kefir tanesi ve starter kültür ile üretilen kefirlerde sırasıyla 1034,2 ile 1639,8 mmol/kg belirlenmiş olup; depolamanın

7. gününe kadar 1445,3 ve 1780,1'e yükselip; depolamanın 21. gününde 1070,4 ve 1434,4 mmol/kg'a azalmıştır. Araştırmada glutamik asiti, tirozin (anılan sıraya göre yaklaşık 140 ile 150 mmol/kg), histidin (150 ile 70 mmol/kg), serin (74,86 ile 118,89 mmol/kg), lisin (81,67 ile 105,14 mmol/kg) metiyonin (60 ile 40 mmol/kg) ve alanin (8 ile 7 mmol/kg) izlemiştir. Yirmi bir günlük depolama süresi sonunda serin (180 ve 230 mmol/kg'a), tirozin (175 mmol/kg'a) ve histidin'de (200 ve 120 mmol/kg'a) önemli düzeyde artış; alanin'de azalma (4 ve 6 mmol/kg); lisin ve metiyonin amino asitlerinde ise önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Sonuçta araştırmacılar hem süt farklılığının hem de kültür farklılığının etanol, amino asit ve organik asit üzerine önemli bir etki yarattığını ifade etmişlerdir.

Vieria ve ark. (2015), farklı orijinli kefir taneleri ile ürettikleri kefirlerde hem fermentasyon süresi hem de depolama sırasında yağ asiti profilini incelemişlerdir. Çalışmada 3 farklı kefir tanesi kullanılmış olup; kefir taneleri Brezilya'nın Rio de Janeiro (AR), Viçosa (AV) ve Lavras (AD) kentlerinden temin edilmiştir. Kefir taneleri öncelikle yarım yağlı rekonstüe sütte aktive edilmiş ve sonrasında aktive edilen kefir taneleri % 1,2 oranında UHT inek sütüne inoküle edilerek kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar yarım yağlı UHT süt, (AR), (AV) ve (AD) kefir taneleriyle üretilen kefirlerde sırasıyla pH değerini 6,69, 4,00, 4,08 ve 4,05 proteini; % 1,03, % 5,94, % 5,98 % 5,94 yağ miktarını ise % 1,45, % 1,50, % 1,52 ve % 1,48 tespit etmişlerdir. Çalışmada süt ve kefir örneklerinin serbest yağ asiti içerikleri de belirlenmiş olup; sütte en fazla miktarda belirlenen yağ asitleri palmitik asit (29,9 g/100g), oleik asit (25,9 g/100g) ve stearik asit (13,6 g/100g) iken; AV kefirde palmitik asit (36,6 g/100g), oleik asit (24,7 g/100g) ve miristik asit (12,9 g/100g), AR kefirde palmitik asit (29,4 g/100g), pentadekanoik asit (24,4 g/100g) ve stearik asit (17,2 g/100g), AD kefirde ise stearik asit (39,7 g/100g), palmitik asit (24,5 g/100g) ve miristik asit (8,84 g/100g) olmuştur. Doymuş yağ asitleri AR (88,6 g/100g) ve AD kefirde (84,8 g/100g), AV (72,7 g/100g) kefir ve süte (64,1 g/100g) kıyasla daha fazla miktarda belirlenmiştir. Tekli doymamış yağ asitleri en fazla sütte (36,6 g/100g) belirlenmiş olup; kefir örneklerinde süte kıyasla daha az miktarlarda (AV;25,8 g/100g, AR; 8,16 g/100g AD 7,23 g/100g) belirlenmiştir. AV kefirinde diğer kefiirlere kıyasla tekli doymamış yağ asitleri miktarı önemli düzeyde fazla tespit edilmiştir. Çoklu doymamış yağ asitleri ise süte (5,14 g/100g) kıyasla AV (1,50 g/100g) ve AR (3,27 g/100g) kefirlerinde daha düşük AD kefirinde (7,99 g/100g)

ise daha yüksek miktarda tespit edilmiştir. Çalışmada ayrıca AD kefir tanesi kullanılarak tam yağlı ve yarım yağlı süt ile kefir üretilmiş ve sütün yağ oranının yağ asitleri profiline etkisi de araştırılmıştır. Araştırmacılar her iki süt ile üretilen kefirde doymuş yağ asitleri, tekli doymamış yağ asitleri ve çoklu doymamış yağ asitleri açısından önemli bir farklılık gözlemlenmemişlerdir. Çalışmada ayrıca AR kefir tanesi ile üretilen kefir 14 gün depolanmış olup; bu süre de kefirde doymuş yağ asitlerinde azalma (88,6 g/100g 'dan 67,2 g/100g'a), tekli (8,16 g/100g'dan 28,2 g/100g'a) ve çoklu doymamış (3,27 g/100g'dan 4,54 g/100g'a) yağ asitlerinde ise artma gözlemlenmiştir. Araştırmacılar sonuç olarak kefir tanesinin orjininin ve depolamanın kefirin yağ asiti kompozisyonu üzerinde etkili olduğunu belirtmişlerdir.

Kavas (2015)' da kefir tanesi kullanarak deve sütü ya da inek sütünden ürettiği kefirlerin kimyasal niteliklerini incelemiştir. Çalışmada inek sütüne kefir tanesi % 2,5 oranında inoküle edilmiştir. Kimyasal analizler ise fermentasyonun 18. saatinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre inek sütüyle üretilen kefirlerde kurumadde, yağ, titrasyon asitliği, pH, protein, kül ve laktoz miktarları sırasıyla % 10,70, % 3,30, % 0,81, 4,55, % 3,09, % 1,068, % 3,54 olarak belirlenmiştir. Araştırmacı başlıca yağ asitleri olarak ise palmitik asit (0,740 g/100g), oleik asit (0,581 g/100g), kaproik asit (0,422 g/100g) ve miristik asit'i (0,303 g/100g) tespit etmiştir.

Dursun ve ark. (2016)'da Türkiye'de satılan UHT süt örneklerinin kimyasal, uçucu bileşen ve organik asit profilini belirlemişlerdir. UHT süt örneklerine ait ortalama yağ, protein, laktoz, glukoz, galaktoz, kül, pH ve titrasyon asitliği değerleri sırasıyla; % 3,12, % 2,92, % 4,01, % 0,17, % 0,03, % 0,72, 6,67 ve % 0,18 olarak belirlenmiştir. UHT süt örneklerinde başlıca bulunan organik asit sitrik asit (133 mg/100mL) olup; onu formik (114,42 mg/100mL), laktik (97,90 mg/100mL), süksinik (44,69 mg/100mL), okzalik (9,17 mg/100mL), asetik (8,69 mg/100mL), orotik (7,52 mg/100mL), propiyonik (6,80 mg/100mL) pürüvik (5,94 mg/100g), hippürik (3,63 mg/100mL) ve ürik asitler (1,52 mg/100mL) izlemiştir. Araştırmacılar UHT süt örneklerinde kimyasal gruplarına göre 4 aldehit, 5 alkol, 10 keton, 9 asit, 9 aromatik hidrokarbon, 3 nitrojen, 2 sülfür içeren bileşen ve 1 alkan hidrokarbon olmak üzere toplam 43 uçucu bileşen belirlemişlerdir. UHT süt örneklerinin % 24,50'sini ketonlar, % 16,94'ünü asitler, % 9,35'ini aromatik hidrokarbonlar % 7,96'sını sülfürlü bileşenler, % 5,37'sini alkanlar, % 2,94'ünü alkoller ve % 0,99'unu aldehitler oluşturmaktadır. UHT süt örneklerinde başlıca belirlenen uçucu

bileşenler, okzime metoksi fenil, 2-heptanon, 2- merkapto-4-feniltiyazol, 2-amino-5-etoksikarbonil benzofenon, asetik asit, 2,6,10,14-tetrametil pentadekan ve 2-nonanon olmuştur. Araştırmacılar sonuç olarak UHT süt örneklerinin organik asit ve uçucu bileşenlerinin protein, yağ ve laktoz içeriklerine kıyasla daha geniş bir varyasyon gösterdiğini vurgulamışlardır.

Güler ve ark. (2016)'da organik ya da konvensiyonel süt ve farklı inokülasyon oranlarında (% 0,2 ve % 0,5) kefir tanesi kullanarak ürettikleri kefirlerin organik asit, uçucu bileşenler ve amino asit profillerini tespit etmiş ve bu kefirler arasındaki farklılıkları belirlemişlerdir. Kefir örneklerinin protein, yağ, kül ve pH değerleri ortalama olarak sırasıyla % 3,12, % 3,15, % 0,82 ve 4,48 belirlenmiş olup; kefir örnekleri arasında önemli bir farklılık tespit edilmemiştir. Konvensiyonel sütle % 0,2 ve % 0,5 oranlı kefir tanesiyle üretilen kefirlerde laktoz, glukoz ve galaktoz sırasıyla 5,07 ile 4,83 g/100g; 0,20 ile 0,18 g/100g ve 0,02 ile 0,02 g/100g belirlenmiştir. Kefirlerde en baskın olarak belirlenen organik asit laktik asit olup; konvensiyonel sütle % 0,2 ve % 0,5 oranlarında kefir tanesi ilavesiyle üretilen kefirlerde sırasıyla 7,42 ve 8,31 g/kg tespit edilmiştir. Laktik asiti ise formik asit (sırasıyla 1,17 ve 1,07 g/kg), sitrik asit (0,57 ve 0,62 g/kg), asetik asit (0,29 g/kg), propiyonik asit (0,15 ve 0,16 g/kg), süksinik asit (0,15 ve 0,20 g/kg), pürivik asit (0,06 g/kg ve 0,04 g/kg) ve ürik asit (0,03 ve 0,04 g/kg) izlemiştir. Araştırmacılar kefir örneklerinde kimyasal grubuna göre 6 asit, 5 benzen içeren grup, 4 keton, 2 alkol, 1 ester ve 1 aldehit olmak üzere toplamda 19 uçucu bileşen tespit etmişlerdir. Kefirlerde en baskın olarak belirlenen uçucu bileşenler ise etanol (yaklaşık 230 ile 300 mg/kg), asetoin (150 mg/kg), hekzanoik asit (50 ile 60 mg/kg), oktanoik asit (45 ile 40 mg/kg) ve toluen (18 ile 23 mg/kg) olmuştur. Kefir örneklerinin uçucu aromatik bileşen profilleri benzerlik göstermiş; ancak asetaldehit, etanol, etil asetat ve pentanol kefir tanelerinin inokülasyon oranından ve kullanılan süt çeşidinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Kefir örneklerinde başlıca belirlenen amino asitler ise sırasıyla prolin (1219 -1352 mmol/ kg), alanin (394-544 mmol/ kg), asparajin (457-485 mmol/kg), lisin (472-501 mmol/kg), arjinin (364-586 mmol/kg), sistein (314-569 mmol/kg), tirozin (340-392 mmol/kg), valin (223-374 mmol/kg) ve glutamin (240-296 mmol/kg) olmuştur. Araştırmacılar sonuç olarak fermentasyon sonrası kefir örneklerinin biyokimyasal özelliklerinin süt çeşidine ve kefir tanesinin inokülasyon oranına göre değişim gösterebileceğini belirtmişlerdir.

3.MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

Çalışmada kefir ve kültür üretiminde bir firmaya ait yüksek sıcaklıkta ısıl işlem uygulanan (UHT) aynı parti numaralı ve son kullanım tarihli sütler kullanılmıştır. Kefir kültürü ise Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi bölümünden temin edilen kefir taneleri kullanılarak UHT süttten hazırlanmıştır (Şekil 3.1). Hatay'ın Samandağ ilçesinde yetiştirilen naneler ise nane suyu üretimi için kullanılmıştır (Şekil 3.1). Naneler temin edildikten sonra musluk suyu ile yıkanp; kurutulduktan sonra katı meyve sıkacağı kullanılarak (Sinbo sj3122) suyu elde edilmiştir. Ambalaj materyali olarak 170 mL'lik cam kavanozlar kullanılmıştır.



Şekil 3.1. Kefir üretiminde kullanılan kefir tanesi ve nane

3.2. Yöntem

Kefir üretiminde nane suyu ilave oranı ön denemelerle belirlenmiştir. Bunun için % 1,% 2,% 3,% 4 ve % 5 oranlarında naneli kefirler farklı zamanlarda 3 tekrerrülü olarak üretilmiştir (Şekil 3.2). Otuz kişilik panelist grubunun genel kabul edilebilirlik puanlarına

göre denenen nane suyu oranlarından % 2 ve % 4 ‘ün kullanılabileceğine karar verilmiştir. Nane suyu ilavesinin kefirin biyokimyasal niteliklerine etkilerini karşılaştırmak için de nane suyu ilave edilmeyen bir kontrol grubu oluşturulmuştur.



Şekil 3.2. Ön denemelerle üretilen kontrol, % 1, % 2, % 3, % 4 ve % 5 nane suyu ilaveli kefir örnekleri

3.2.1. Starter Kültür Üretimi

Kefir üretiminde kültür olarak kefir tanesinden hazırlanan starter kültür kullanılmıştır. Bu amaç için UHT inek sütüne 30 °C’ de % 0,3 oranında kefir tanesi ilave edilmiş ve inkübatörde (KB 400,Binder, Tuttlingen, Almanya) 25-26 °C sıcaklıkta 18-22 saat yaklaşık pH 4,60 ‘a ulaşmıca kadar inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonrası taneler kefirde ayrılarak elde edilen kefir buzdolabı koşullarında (4±1) 24 saat bekletildikten sonra kefir üretiminde kültür olarak kullanılmıştır. Her bir üretim için aşağıda gösterildiği gibi ayrı starter kültür hazırlanmıştır.

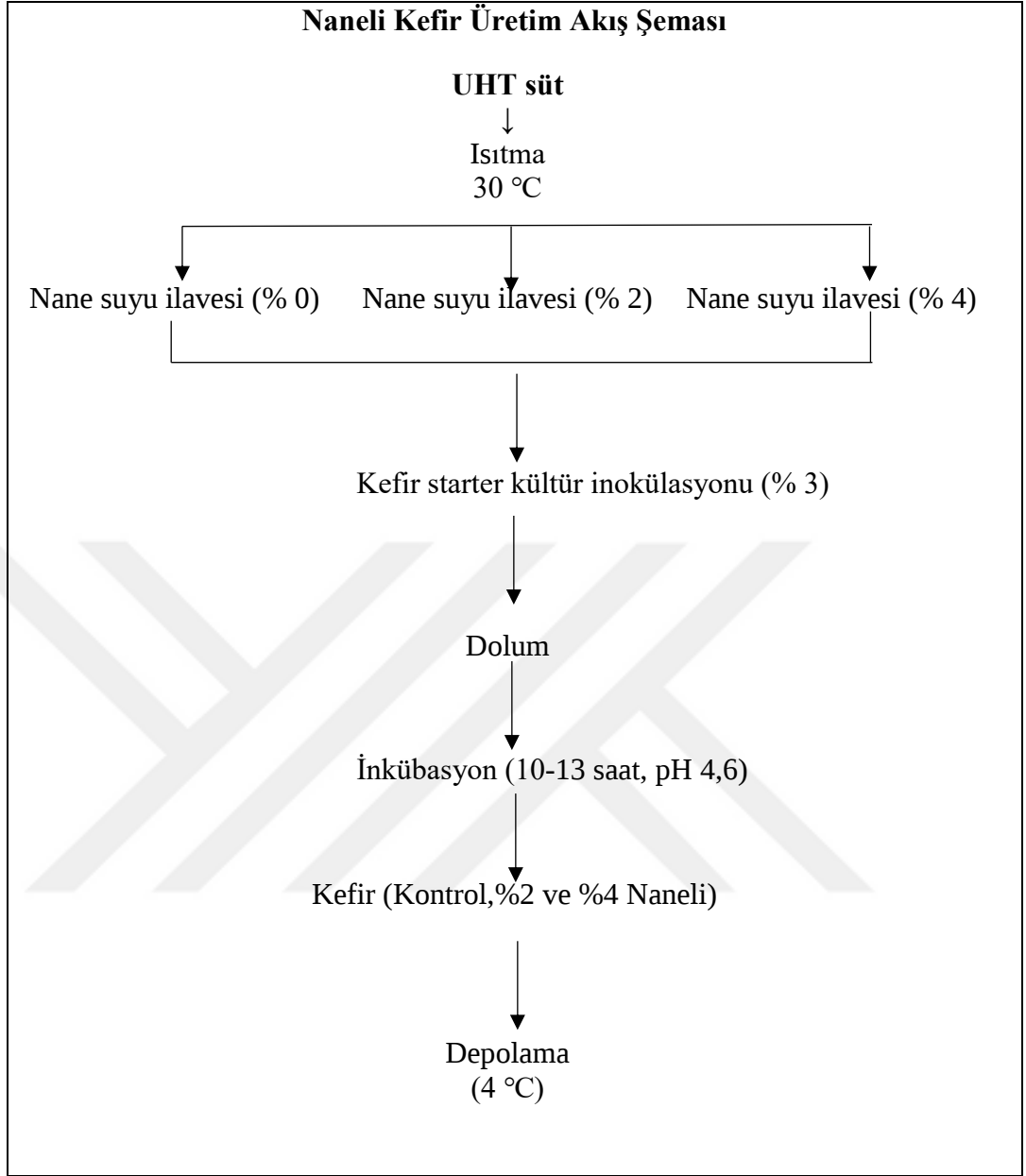
Ana kültür	Süre (saat)	pH	Pasaj sayısı
1. Üretim	22	4,50	3
2. Üretim	16	4,57	4
3. Üretim	16	4,60	5

3.2.2. Kefir Üretimi

UHT süttten analiz için örnek alımı yapıldıktan sonra inkübasyon sıcaklığına (30 °C) kadar ısıtıldıktan sonra 3 ayrı kısma ayrılarak 1. kısım kontrol, 2. kısım ise % 2 nane suyu ve 3. kısım % 4 nane suyu olarak kodlanmıştır. Daha sonra anılan oranlarda nane suyu sütlere ilave edildikten sonra karıştırılıp, hemen ardından her bir kısma % 3 kefir starter kültürü inoküle edilmiştir. İnokülasyon sonrası kontrol örneği ve nane suyu ilave edilen örnekler cam kavanozlara dolum yapıldıktan ve ağzıları kapatıldıktan sonra 25-26 °C’de yaklaşık 4,6 pH’ ya kadar inkübe edilmiştir (Şekil 3.3). İnkübasyon sonrası buzdolabı koşullarında 1 gece bekletilen örneklerde daha sonra 1., 7., 14. ve 21. gün analizleri yapılmıştır. Kefir üretim akım şeması Şekil 3.4.’te verilmiştir. Kefir üretimleri 3 tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.3. Üretilen kefir örnekleri



Şekil 3.4. Kefir üretim aşamaları

3.2.3. Fizikokimyasal Nitelikler

a) Kurumadde: Kurutma kaplarının sabit tartırma gelmesi için kurutma kapları 105 °C’de 4 saat etüvde (FD53, Binder, Tuttlinge, Almanya) tutulmuştur. Kurumadde kaplarının daraları alındıktan sonra yaklaşık 5 g numune alınarak tartım yapılmıştır. Tartım yapıldıktan sonra numuneler 105°C’lik etüvde sabit tartıma gelinceye kadar bekletilmiştir. Analizler paralelli olarak gerçekleştirilmiştir (TSE, 2006).

b) Yağ: Gerber metotla belirlenmiştir (TSE, 2006). Yüzde yağ miktarları direkt olarak bütirometrelerden okunmuştur.

c) Protein: Mikro-Kjeldahl metotla (IDF, 1962) Gerhardt yağ yakma unitesi (KB 40S) ve Vapodest destilasyon sistemi (C. Gerhardt, Bonn, Germany) kullanılarak belirlenen azot miktarı 6,38 faktörü ile çarpılmasıyla hesaplanmıştır.

d) Kül tayini: Porselen krozelerin sabit tartıma gelmesi için kül fırınında (PLF120/7, Protherm, Amerika) 550 °C’de 18 saat bekletilmiş; daha sonra desikatörde soğutulularak daraları alınmıştır. Bundan sonra kül analizi için yaklaşık 0,5 g örnek tartılmıştır. Bu işlem sonrası etüvde 110 °C de 90 dk suyu uçurulan örnekler kül fırınına (550 °C) alınmıştır. Örnekler sabit tartıma ulaşınca (1 gece) kadar yakma işlemi devam etmiştir. Sabit tartım sonrası örneklerin % kül değerleri hesaplanmıştır.

e) Titrasyon asitliği: Titrasyon asitliği titrimetrik yöntemle belirlenmiştir. Homojen hale getirilmiş kefir örneklerinden 10 mL erlene alınmıştır. Üzerine 3- 4 damla % 1’lik fenolfitalein indikatörü damlatılarak kesin normalitesi 0,0935 olan NaOH çözeltisi ile 30 sn sabit kalabilen pembe renge kadar titre edilmiştir. Sonuçlar % laktik asit olarak hesaplanmıştır (TSE, 2006).

f) pH: pH metre (Orion, Thermo, Massachusetts, Amerika), kullanılarak belirlenmiştir. Ölçümler öncesi pH metre pH 4 ve pH 7 tampon çözeltileri kullanılarak kalibre edilmiştir.

g) Toplam Karbonhidrat: Yüksek performanslı sıvı kromatografisi ile belirlenen laktoz, glukoz ve galaktozun toplanması ile hesaplanmıştır.

h) Organik asit ve karbonhidrat analizi: Organik asitler ve karbonhidratlar Güler (2014)’e göre belirlenmiştir. Yüksek performanslı sıvı kromatografisi (YPSK) (Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile iyon değiştirici kolon (Aminex HPX-87 H, 300 x 7,8 mm, BİO-RAD, Hercules, CA, USA) kullanılarak izokrotik çalışma koşullarında taşıyıcı faz olarak 0,6 mL/dk akış hızında 10 mM’lık H₂SO₄ kullanılmış ve bileşenlerin ayrılması için ise 60 °C ‘lık kolon fırın sıcaklığı uygulanmıştır. Organik asitler 210 nm dalga boyunda ultraviyole-görünür (UV-Vis) spektrofotometre (SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japan), karbonhidratlar ise refraktif indeks (RID-10A, Shimadzu, Kyoto, Japan) dedektör ile tespit edilmiştir. Hesaplamalar için sitrik asit, laktik asit, süksinik asit, glikoz, galaktoz (Sigma-Aldrich, WI, Amerika), ürik asit, asetik asit, propiyonik asit (Fluka, St. Gallen, İsviçre), pürivik asit (SAFC, Missouri, Amerika), formik asit (Merck, Darmstad, Almanya), hippürik asit (Chem Service, PA, Amerika), laktoz (Supelco, PA, Amerika)

standartlarından aşağıda belirtilen aralıklarda (Çizelge 3.1.) 6 farklı konsantrasyonda çalışma çözeltileri hazırlanmıştır (Şekil 3.5). Her bir organik asit ve şeker için kalibrasyon kurveleri çizilmiştir. Çizelge 3.2.'de belirtilen denkliklerden her bir bileşenin konsantrasyonu ppm cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.5. Süt ve kefir örneklerinde organik asit tayini

Çizelge 3.1. Organik asit ve karbonhidratların analizinde kalibrasyon kurvesi için kullanılan standart bileşenler ve konsantrasyonları

Bileşen Standardı	R.T.	Maks./Min. Miktar (mg/L)
Okzalik asit	6,003	3,5-280
Orotik asit	7,20	3,28-420
Sitrik asit	8,20	40,625-2000
Pirüvik asit	9,801	12,625-1010
Süksinik asit	10,476	116,25-620
Ürik asit	10,800	3,06-392
Laktik asit	12,097	251,75-20140
Formik asit	12,865	78,625-6290
Asetik asit	14,264	13,5-1080
Propiyonik asit	17,247	7-560
Hippürik asit	29,35	3,39-434
Laktoz	7,502	1026,41-52552
Glikoz	8,597	512,66-32810
Galaktoz	9,374	106,31-10260

Çizelge 3.2. Organik asitler ve karbonhidratların kalibrasyon kurveleri için regresyon katsayıları ve doğru denklikler

Kalibrasyon Kurvesi	$Y=ax+b$	R^2	R	%RSD
Okzalik asit	$Y=4,96715.10^{-5}x+1,4478$	0,99	0,99	2,29
Orotik asit	$Y=9,87023.10^{-6}x+-1,8636$	0,99	0,99	5,58
Sitrik asit	$Y=0,000497499x+9,9084$	0,99	0,99	2,85
Pirüvik asit	$Y=6,45678.10^{-5}x+4,54806$	0,99	0,99	2,43
Süksinik asit	$Y=0,000869128x+-8,8082$	0,99	0,99	6,07
Ürik asit	$Y=1,49714.10^{-5}x+-1,5868$	0,99	0,99	5,92
Laktik asit	$Y=0,00104377x+157,517$	0,99	0,99	3,11
Formik asit	$Y=0,000335871x+46,1156$	0,99	0,99	3,50
Asetik asit	$Y=0,000773276x+20,668$	0,99	0,99	9,13
Propiyonik asit	$Y=0,000891718x+5,7227$	0,99	0,99	3,86
Hippürük asit	$Y=1,25897.10^{-5}x+2,4050$	0,99	0,99	7,22
Laktoz	$Y=0,0018763x+-223,56$	0,99	0,99	4,63
Glikoz	$Y=0,00176099x+101,735$	0,99	0,99	4,88
Galaktoz	$Y=0,001167846x+33,0902$	0,99	0,99	14,57

h) Uçucu bileşen analizi: Uçucu bileşenlerin ekstraksiyonu katı faz mikro ekstraksiyon yöntemi kullanılarak (KFME) Şekerli (2013) 'ye göre yapılmıştır. Bu amaç için kefir örnekleri 3 g NaCl içeren, süt örnekleri ise 3 g Na₂SO₄ içeren 20 mL'lik viallere (Agilent, CA, Amerika) 10 g tartılmıştır (Şekil 3.6). Viallerin ağzı politetrafluoroetilen (PTFE)/Silikon septa (Agilent, CA, Amerika) ile kapatılıp -20 °C'de depolamaya alınmıştır. Analiz öncesi örnek içeren vialler bir gece buzdolabı koşullarında bekletildikten sonra aromatik bileşenlerin ekstraksiyonuna olanak sağlayan 75 µm DVB/CAR/PDMS fiber (Supelco, Bellefonte PA, Amerika) kullanılarak aşağıda belirtilen ısı zaman normları uygulanarak uçucu bileşenlerin adsorbsiyonu gerçekleştirilmiştir.

Uçucu bileşen örneklerinin hazırlanması: Yapılan ön denemeler sonucunda çözündürülmüş örnekler çalkalayıcılı su banyosunda her 5 dk'da bir elle çalkalanarak 60 °C'de 20 dk fibersiz bekletilmiş sonrasında fiber tepe boşluğuna daldırılarak 30 dk uçucu bileşenlerin fiber üzerine adsorpsiyonu sağlanmıştır. Fiber'e adsorbe edilen uçucu bileşenler enjeksiyon portuna 2 dk'lık sürede desorbe edilmiş sonra bir 3 dk daha fiber enjeksiyon portunda bırakılmıştır (Şekil 3.6). Uçucu bileşenler HP-Innowax kapiler kolon (60 m x 0,25 mm id x 0,25 µm film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika) kullanılarak gaz kromatografi-kütle spektrometre sisteminde analizlenmiştir. Analiz koşulları aşağıda belirtilmiştir.



Şekil 3.6. Süt, nane ve kefir örneklerinde uçucu bileşen analizi

GK/KS Çalışma Koşulları:

Kolon: HP-Innowax kapiler kolon (60 m x 0,25 mm id x 0,25 μ m film kalınlığı) (Agilent, CA, Amerika).

Fırın sıcaklık programı: 50 °C' de 1 dk, 5 °C/dk'lık artış ile 100°C'ye ulaşma, 5°C/dk'lık artış ile 230°C'ye ulaşma ve bu sıcaklıkta 3 dk, 10°C/dk'lık artış ile 240 °C de 4 dk olmak üzere analiz süresi toplam 45 dk sürmüştür.

Enjeksiyon bloğu: 250°C

Enjeksiyon tipi: Splitless

Transfer hattı sıcaklığı: 240°C

Elektron enerjisi: 170 eV

Taşıyıcı gaz: Helyum 1 mL/dk

Kütle aralığı: 20-450 m/z

Uçucu bileşenler, öncelikle farklı kütle/iyon oranlarından parçalanmış her bir bileşenin spektrumlarının GK/KS'de Nist 0.2 L/Wiley7n.1 veri tabanları ile eşleştirilmeleri sonucunda bileşenler % 80 üzerinde olasılıkla tanımlanmıştır. Daha sonra belirlenen toplam uçucu bileşen alanından her bir bileşenin relatif oranı (%) hesaplanmıştır.

k) Serbest yağ asitleri: Serbest yağ asitlerinin ekstraksiyonu ve analizlenmesi Güler (2005, 2007)'e göre gerçekleştirilmiştir. Serbest yağ asitleri için örneklerin hazırlanması (Şekil 3.7, 3.8.) ve analiz için kullanılan kolon ve gaz kromatografi (Agilent 6890 model) -kütle spektrometre (Agilent 5973N model, Palo Alto, CA, Amerika) çalışma koşulları da aşağıda belirtilmiştir.

GC-MS Çalışma Koşulları:

Kolon: DB-FFAP (0,25 mm*30 m*0,25 mikrometre; Agilent Amerika)

Kolon fırın sıcaklığı: 55 °C'de 2 dk 5°C/dk artış ile 230°C de 20 dk olmak üzere toplam analiz süresi 57 dk .

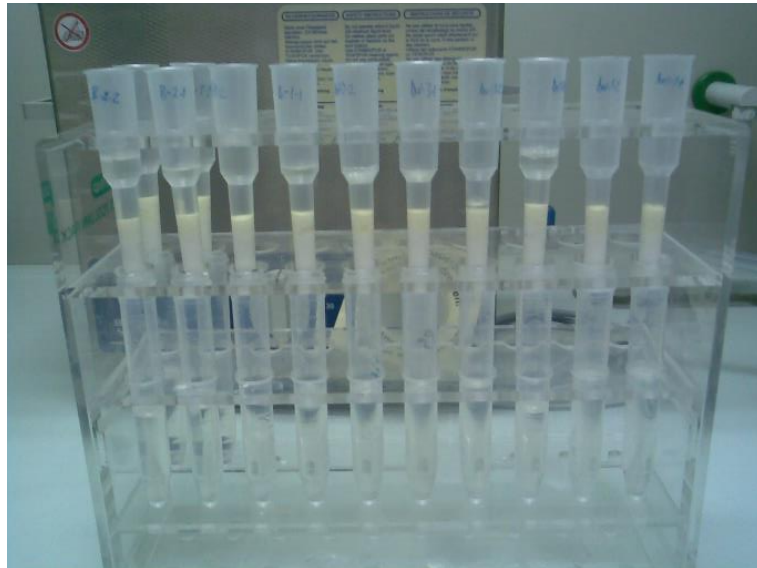
Enjeksiyon portu sıcaklığı: 250 °C

Enjeksiyon tipi: splitless

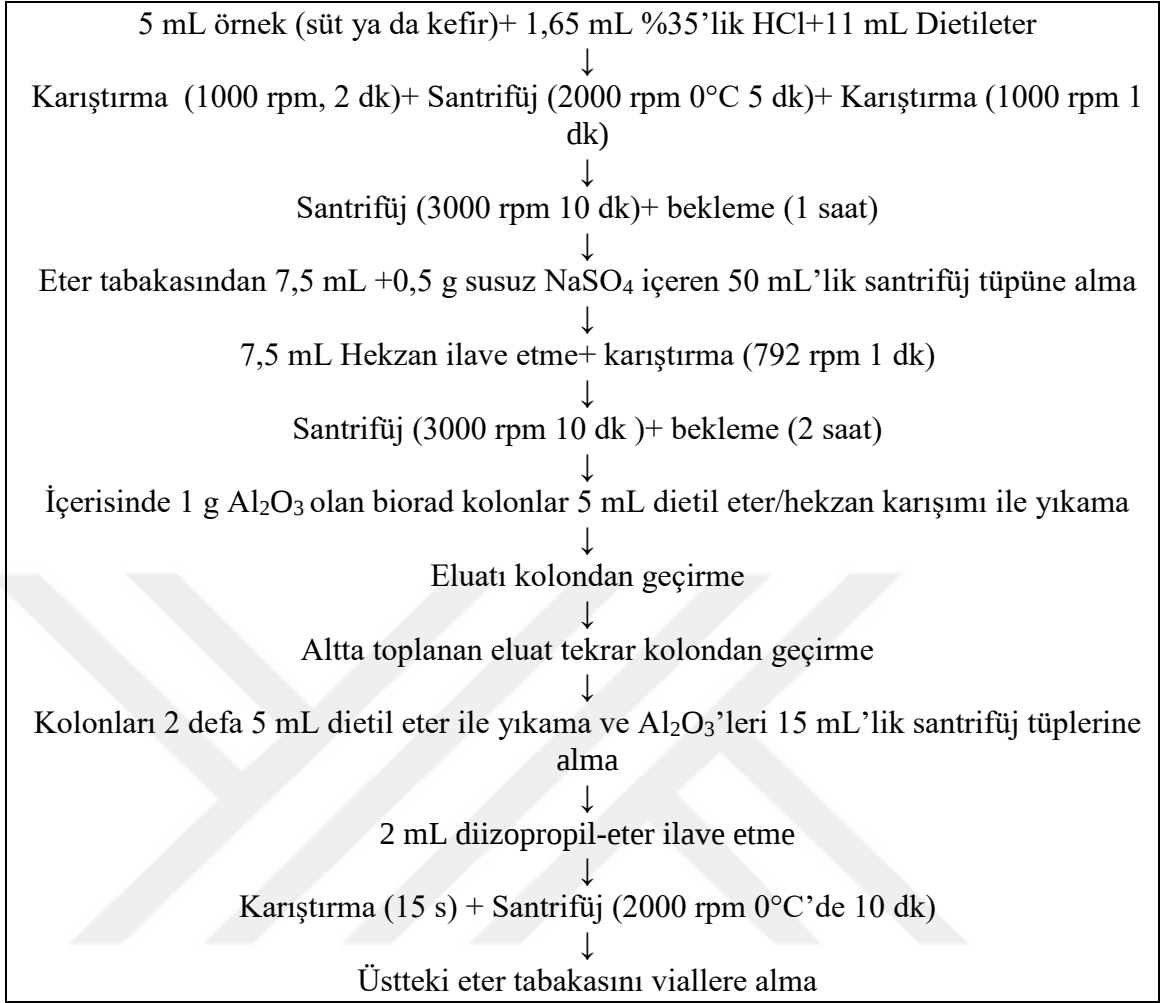
Enjeksiyon hacmi: 2 µL

Transfer hattı sıcaklığı: 280 °C

Taşıyıcı gaz: helyum (1 mL/dk)

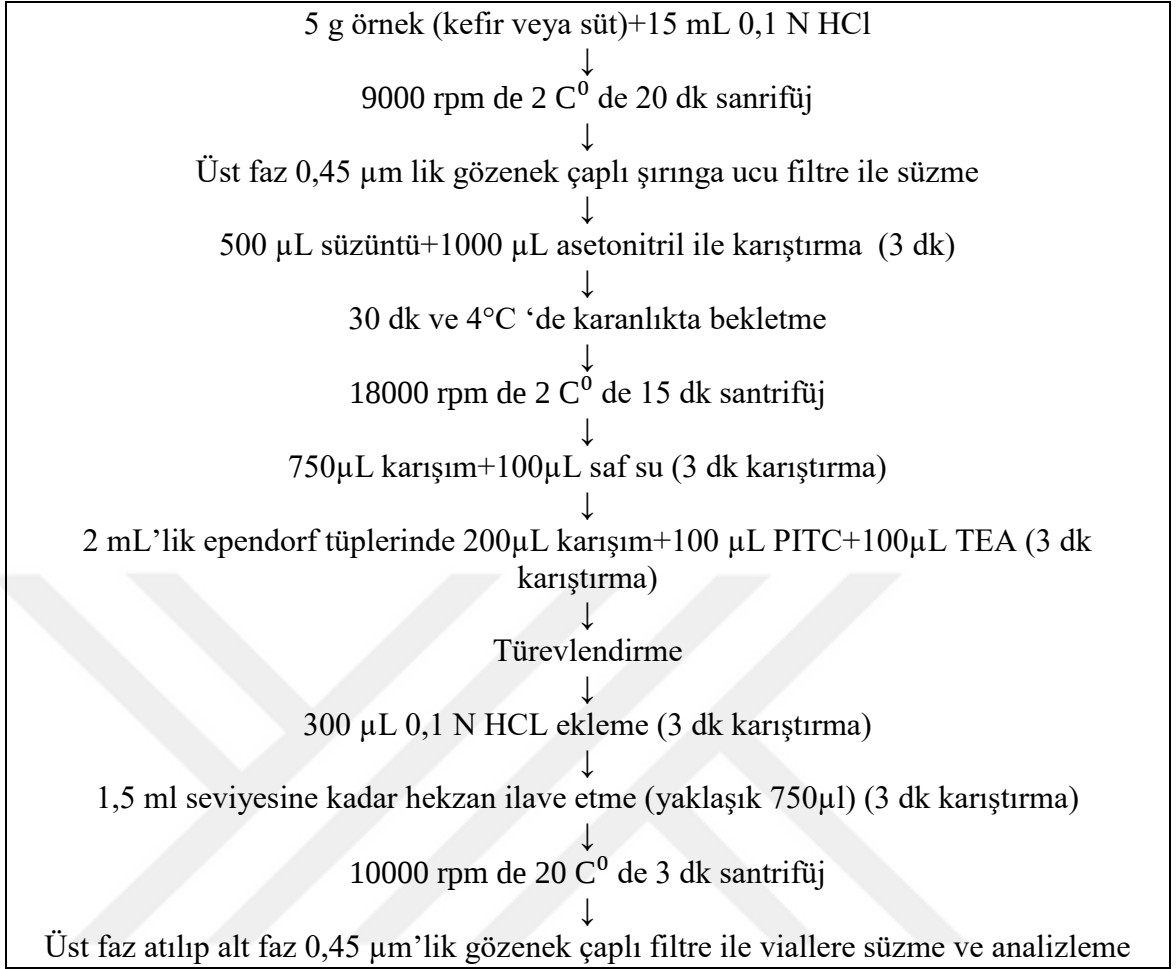


Şekil 3.7. Süt ve kefir örneklerinde serbest yağ asiti tayini



Şekil 3.8. Süt ve kefir örneklerinde serbest yağ asitleri analiz şeması

1) Serbest Amino Asit Analizi: Serbest aminoasit içeriği Şekerli (2013)'de belirtildiği gibi bazı modifikasyonlar yapılarak ön kolon türevlendirme yöntemi ile yüksek performanslı sıvı kromatografisi kullanılarak belirlenmiştir. Örnek hazırlama prosedürü Şekil 3.9. 'da verilmiştir. Aşağıda belirtilen yüksek performanslı sıvı kromatografisi koşullarına göre analizlenen örnekler Çizelge 3.4.' de verilen her bir aminoasit için belirlenen aralıklarda 6 farklı çalışma çözeltisi ile hazırlanan kalibrasyon kurvesi denklemi baz alınarak harici standart tekniğine göre konsantrasyonları mg/100g cinsinden hesaplanmıştır.



Şekil 3.9. Süt ve kefir örneklerinde serbest amino asit analiz şeması

Serbest aminoasitlerin belirlenmesinde yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Shimadzu, Kyoto, Japonya) çalışma koşulları:

Kolon: Ultra hızlı ters faz kolonu (Shim-pack XR-ODS 10 cm x3.0, Shimadzu Corporation, Kyoto, Japonya)

Dedektör : UV/VIS dedektör 242 nm (SPD-20 AV, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Enjeksiyon hacmi: Çoklu örnekleyici (SIL-HTC, Shimadzu, Kyoto, Japonya) ile 2 µL

Akış programı: Gradyent akış

Akış hızı: 0,9 mL/dk

Taşıyıcı faz A: 10 mM, 7 pH tampon (1,3609 g KH₂PO₄ + K₂HPO₄ 1000 ml ultra saf su ile tamamlandı)

Taşıyıcı faz B: Asetonitril

Kolon fırını: 40 °C (CTO20 AC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Çoklu örnekleyici: (SIL-HTC, Shimadzu, Kyoto, Japonya)

Çizelge 3.3. Sıvı kromatografisinde gradient akış programı

Zaman (dk)	Taşıyıcı B konsantrasyonu
0	% 3
1,35	% 5
6,75	% 10
16	% 35
17,4	% 35
18	% 3

m) Duyusal analizler: Depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde 10 kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilmiştir. Bodyfelt ve ark. (1988) tarafından belirtilen kültürlü süt ürünlerindeki duyusal değerlendirme formu Ek’1 de gösterilen şekilde modifiye edilerek duyusal değerlendirmeler için kullanılmıştır.

Çizelge 3.4. Serbest amino asitlerin kalibrasyon kurveleri için kullanılan standartların maksimum minimum değerler ve kalibrasyon kurveleri

Bileşen Standartı	R.T.	Maks./min. standart	Kalibrasyon Kurvesi
Aspartik Asit	1,307	0,0467-0,3738	$Y=5,119371.10^{-6}x+0$
Glutamik Asit	1,826	0,051-0,4078	$Y=2,10575.10^{-5}x+0,152058$
Asparajin	3,183	0,0643-0,5147	$Y=3,345309.10^{-5}x+-6,40.10^{-3}$
Serin	3,575	0,0856-0,6851	$Y=3,785429.10^{-5}x+0,1034$
Glisin	4,846	0,0924-0,7389	$Y=3,83306.10^{-6}x+4,15.10^{-4}$
Glutamin	5,100	0,2198-1,7584	$Y=1,19188.10^{-5}x+0,161141$
Histidin	5,339	0,0741-0,5930	$Y=4,8697.10^{-6}x+848016.10^{-2}$
Arjinin	5,979	0,0804-0,6429	$Y=5,37344.10^{-6}x+763975.10^{-2}$
Treonin	6,221	0,0588-0,4701	$Y=4,69111.10^{-6}x+299489.10^{-2}$
Alanin	6,900	0,1515-1,2123	$Y=8,80129.10^{-6}x+459601.10^{-2}$
Prolin	9,142	0,0608-0,4864	$Y=3,85002.10^{-6}x+778674.10^{-2}$
Tirozin	9,861	0,0304-0,2428	$Y=1,24061.10^{-6}x+280364.10^{-2}$
Valin	10,218	0,0512-0,4097	$Y=1,32148.10^{-6}x+726144.10^{-2}$
Metiyonin	12,000	0,0369-0,2949	$Y=1,17989.10^{-6}x+0,106963$
Sistein	13,300	0,0702-0,5612	$Y=7,39381.10^{-8}x+0,270828$
İzolösin	13,683	0,0457-0,3659	$Y=2,80987.10^{-6}x+710597.10^{-2}$
Lösin	15,026	0,0609-0,4879	$Y=2,00352.10^{-6}x+803026.10^{-2}$
Fenilalanin	15,483	0,0363-0,2906	$Y=1,24088.10^{-6}x+803026.10^{-2}$
Triptofan	17,485	0,0220-0,1762	$Y=3,41547.10^{-7}x+340544.10^{-2}$
Lisin	18,189	0,0650-0,5199	$Y=1,3666.10^{-6}x+621861.10^{-2}$

n) İstatistiksel analizler: İstatistiksel analizler SPSS istatistik programı (versiyon 22, SPSS, IBM New York Amerika) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Üç kefir tekerrürü, 4 olgunlaşma süresi ve 3 deneme (kontrol, % 2 ve % 4 nane suyu ilavesi) den oluşan 3x3x4 faktöriyel düzenlemeye tesadüf parselleri blok dizaynı (A randomize complete block desing) ile kimyasal, biyokimyasal ve duyusal analizlerden elde edilen tüm verilere genel lineer model uygulanmıştır. Örnekler arasında ve depolama zamanları arasındaki farklılıkları belirlemek için de Duncan testi yapılmıştır.



4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Süt ve Kefirlerde Genel Kimyasal Nitelikler

Sütte (UHT) ve 21 günlük depolama süresince kefirlerde kurumadde, yağ, protein, kül, titrasyon asitliği, pH, toplam karbonhidrat ve benzoik asit değerleri Çizelge 4.1.'de verilmiştir. Kefir üretimi için sütün fermentasyonu sonunda süte kıyasla kefir örneklerinin kurumadde, protein, yağ ve kül içeriklerinde önemli bir değişim ($P>0,05$) gözlemlenmemiştir. Ancak beklendiği gibi hem fermentasyon hem de depolama sırasında karbohidratta önemli azalmalar tespit edilmiştir. Kefir örneklerinde depolama sırasında ortalama olarak kurumadde, protein, yağ, toplam karbonhidrat ve kül miktarları sırasıyla 10,63 g/100 mL, 3,29 g/100 mL, 2,75 g/100 mL, 4,54 g/100 mL ve % 0,75 olarak belirlenmiştir. Hem kontrol hem de naneli kefir örneklerinde 21 günlük depolama süresince kuru madde, protein, yağ ve kül içerikleri önemli bir değişim göstermediği gibi nane suyu ilavesinin de anılan nitelikler üzerinde önemli bir etkisi söz konusu olmamıştır. Daha önce naneli kefir üretimi üzerine bir çalışma gerçekleştirilmediğinden naneli kefir örneklerinin yukarıda belirtilen niteliklerini karşılaştırma mümkün olmamaktadır. Kontrol kefir için belirlenen sonuçlar ise daha önce yapılan çalışmalarla uyum içerisinde olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.2). Çalışmalar arasında en fazla farklılık gösteren nitelik kefir örneklerinin yağ içerikleri olmuştur. Bu durum kefir üretiminde kullanılan sütün yağ içeriği ile direkt ilişkili olabilmektedir. Depolamanın 1. gününde kefirlerin yağ içerikleri sütün yağ içeriğine kıyasla hafif düzeyde bir azalma göstermiştir (Çizelge 4.1). Benzer bir durum Irigoyen ve ark. (2005)'nın yaptığı çalışmada da gözlemlenmiştir. Depolama sırasında yağ içeriğinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilememesine rağmen depolamanın başından sonuna doğru tüm kefir örneklerinde yağ içeriğinde bir azalma eğilimi gözlemlenirken; yağ asitlerinde de artma eğilimi tespit edilmiştir. Bu durumun Vujicic ve ark. (1992) 'nın da belirttiği gibi kefir kültürü tarafından üretilen lipazın yağı hidrolizinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Depolamanın 1. gününde kontrol, % 2 ve % 4 naneli kefirlerde pH değerleri sırasıyla 4,43; 4,35; ve 4,37 olarak belirlenirken; titrasyon asitliği ise % 0,74; % 0,79 ve % 0,78 (Laktik asit cinsinden) olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.1. Sütte ve kefirde genel kimyasal nitelikler

Genel Nitelikler	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
			Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Kuru Madde (%)	11,51±0,13	1	11,01±0,27	10,83±0,34	10,63±0,46	Ö.D.	Ö.D.
		7	10,69±0,70	10,76±0,54	10,17±1,01	Ö.D.	
		14	10,85±0,32	10,80±0,23	10,69±0,19	Ö.D.	
		21	10,55±0,17	10,40±0,35	10,21±0,49	Ö.D.	
		ort	10,78±0,43 ^B	10,70±0,40 ^{A,B}	10,43±0,62 ^A	*	
		P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 10,63±0,48			
Protein (%)	3,10±0,16	1	3,21±0,24	3,30±0,29	3,25±0,36	Ö.D.	Ö.D.
		7	3,32±0,14	3,20±0,49	3,04±0,35	Ö.D.	
		14	3,30±0,18	3,34±0,11	3,45±0,25	Ö.D.	
		21	3,38±0,34	3,39±0,36	3,31±0,30	Ö.D.	
		ort	3,30±0,23	3,31±0,33	3,26±0,33	Ö.D.	
		P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 3,29±0,30			
Yağ (%)	3,02±0,15	1	2,87±0,19 ^b	2,87±0,08 ^b	2,82±0,15 ^b	Ö.D.	Ö.D.
		7	2,77±0,12 ^{a,b}	2,65±0,14 ^a	2,72±0,12 ^{a,b}	Ö.D.	
		14	2,80±0,21 ^{a,b}	2,70±0,28 ^{a,b}	2,78±0,19 ^b	Ö.D.	
		21	2,63±0,19 ^{a,A}	2,80±0,06 ^{a,b,B}	2,60±0,09 ^{a,A}	*	
		ort	2,77±0,19	2,75±0,18	2,73±0,16	Ö.D.	
		P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 2,75±0,17			

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi ^{A,B,C} : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları; P^2 : depolama günlerindeki farklılığı göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil Depo*Nane : depo nane interaksyonu

Çizelge 4.1. (Devam) Sütte ve kefirde genel kimyasal nitelikler

Genel Nitelikler	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
			Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Toplam Karbohidrat	5,53±0,02	1	5,01±0,82 ^c	5,15±0,71 ^c	5,34±0,32 ^c	Ö.D.	Ö.D.
		7	4,90±0,61 ^{b,c}	4,93±0,10 ^c	5,06±0,32 ^c	Ö.D.	
		14	4,07±0,63 ^{a,b}	4,31±0,32 ^b	4,43±0,50 ^b	Ö.D.	
		21	3,85±0,72 ^a	3,58±0,52 ^a	3,88±0,11 ^a	Ö.D.	
		ort	4,46±0,83	4,49±0,76	4,67±0,66	Ö.D.	
		P^2	**	***	***		
				ort 4,64±0,51			
Kül (%)	0,74±0,00	1	0,74±0,02 ^{a,b}	0,76±0,03 ^{a,b}	0,77±0,01	Ö.D.	Ö.D.
		7	0,76±0,03 ^b	0,78±0,02 ^b	0,75±0,03	Ö.D.	
		14	0,72±0,05 ^a	0,73±0,04 ^a	0,75±0,04	Ö.D.	
		21	0,74±0,03 ^{a,b}	0,76±0,03 ^{a,b}	0,76±0,01	Ö.D.	
		Ort	0,74±0,04	0,76±0,02	0,76±0,03	Ö.D.	
		P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 0,75±0,02			
Asitlik (%)	0,18±0,01	1	0,74±0,03 ^a	0,79±0,11	0,78±0,06	Ö.D.	Ö.D.
		7	0,75±0,02 ^{a,A}	0,78±0,03 ^{A,B}	0,80±0,02 ^B	**	
		14	0,80±0,02 ^b	0,81±0,02	0,80±0,01	Ö.D.	
		21	0,79±0,05 ^b	0,81±0,07	0,83±0,07	Ö.D.	
		ort	0,77±0,04 ^A	0,80±0,06 ^{A,B}	0,80±0,05 ^B	Ö.D.	
		P^2	*	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 0,79±0,05			

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi ^{A,B,C} : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları; P^2 : depolama günlerindeki farklılığı göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil Depo*Nane : depo nane interaksyonu

Çizelge 4.1.(Devam) Sütte ve kefirde genel nitelikler

Genel Nitelikler	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
			Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
pH	6,55±0,03	1	4,43±0,07 ^{c,B}	4,35±0,04 ^{b,A}	4,37±0,05 ^{c,A,B}	Ö.D.	Ö.D.
		7	4,30±0,04 ^b	4,24±0,10 ^a	4,25±0,08 ^b	Ö.D.	
		14	4,20±0,09 ^a	4,21±0,06 ^a	4,17±0,06 ^a	Ö.D.	
		21	4,25±0,08 ^{a,b}	4,18±0,10 ^a	4,15±0,08 ^a	Ö.D.	
		ort	4,29±0,11	4,24±0,10	4,23±0,11	Ö.D.	
		P^2	***	**	***		
				ort 4,26±0,11			
Benzoik asit	4,21±1,28	1	9,41±1,40	10,13±0,74 ^a	11,84±1,67	Ö.D.	Ö.D.
		7	10,02±0,51 ^A	9,74±0,14 ^{a,A}	11,22±0,83 ^B	*	
		14	9,92±0,16 ^A	11,37±0,56 ^{b,A,B}	11,59±1,19 ^B	Ö.D.	
		21	9,91±0,21 ^A	11,72±0,30 ^{b,B}	10,96±1,11 ^{A,B}	*	
		ort	9,82±0,69 ^A	10,74±0,96 ^B	11,40±1,11 ^B	***	
		P^2	Ö.D.	**	Ö.D.		
				ort 10,65±0,92			

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi ^{A,B,C} : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları; P^2 : depolama günlerindeki farklılığı göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil Depo*Nane : depo nane interaksyonu

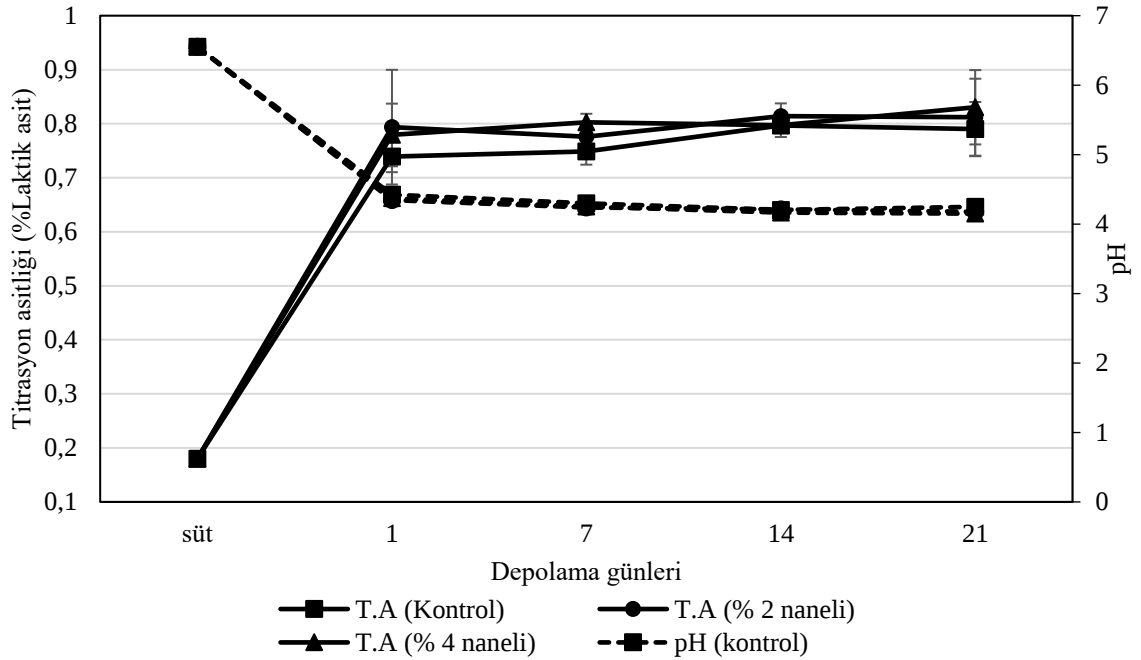
Depolama süresince ise titrasyon asitliklerinde kontrol örneği hariç diğer örneklerde istatistiksel olarak önemli bir farklılık tespit edilmemiştir (Çizelge 4.1; Şekil 4.1). Ancak pH değerleri tüm örneklerde bir azalma göstermiştir. Beklenildiği gibi kontrol örneğinde pH' daki azalmalar ile titrasyon asitliğindeki artışlar arasında bir ilişki gözlemlenmesine rağmen; naneli kefirlerde böyle bir ilişkiden bahsetmek mümkün olmamıştır. Muhtemelen nane suyunun bileşiminden dolayı bazı bileşenler tampon etki yaratarak naneli kefirlerin titrasyon asitliğinde depolama sırasında önemli bir değişime neden olmamıştır. Diğer yandan kontrol kefirinin diğer kefir örneklerine kıyasla yüksek oranda alkol içermesi ve alkolün ise depolama süresince artması titrasyon asitliğinde bir artış varmış gibi sonuçlanmasına neden olabilir. Çünkü yüksek alkol içeriği hidratasyonda (su tutma) bir azalmaya neden olduğundan asidik bileşenlerin konsantrasyonu artmış gibi daha fazla bazın sarfiyatına bunun yanı sıra alkolle beraber kefirde karbondioksit içeriğinin yükselmesi de titrasyon asitliğinde bir artışa sebep olabilir. Laboratuvar düzeyinde küçük ölçekli bir denemede süte artan oranlarda etanol ilave ettiğimizde baz sarfiyatında bir artış gözlemlenmiştir. Naneli kefirlerde kontrol örneğine kıyasla depolama sırasında pH değerleri daha düşük tespit edilmiş ve bu örneklerde pH' daki azalmalar depolama sırasında daha belirgin olmuştur. Nane suyunun mineral içeriği söz konusu değişimde etkili olabilir. Örneğin nane suyunda fazla miktarda tespit edilen potasyum iyonu (Kasrati ve ark., 2014), pH üzerinde azaltıcı bir etkiye sahiptir (Fagnani ve ark., 2014). Bu görüş naneli kefirlerin kontrole kıyasla biraz daha yüksek kül içeriğine sahip olmasıyla da doğrulanmıştır. Çalışmada titrasyon asitliği ve pH değerlerindeki değişimler organik asitlerdeki değişimlerle direkt olarak ilişkili olmamıştır. Muhtemelen kefir örneklerinin alkol içeriği ve özellikle naneli kefirlerdeki mineral kompozisyonunun, laktik asitten ziyade titrasyon asitliği ve pH değişimlerini etkilediği düşünülmektedir. Daha önceki yapılan çalışmalarda da depolama sırasında pH ve titrasyon asitliği eğilimlerinde bir tutarlılık gözlemlenmemektedir. Leite ve ark. (2013) 21 günlük depolama süresince pH değerinin azaldığını, Gül ve ark. (2015) depolama süresince titrasyon asitliği ve pH değerinin değişim göstermediğini (Laktik asit artmış); Kök-Taş ve ark., (2013) pH değerinin azaldığını ve titrasyon asitliğinin artış gösterdiğini belirlemiş olup çalışmamızda ise daha öncede bahsedildiği gibi depolama süresince kontrol kefirinde pH değeri azalma, titrasyon asitliği ise artış göstermiştir. Çalışmada kontrol kefirinin pH ve titrasyon asitliği değerleri daha önceki yapılan çalışmalarla uyum

içerisindedir (Çizelge 4.1). Fermente süt ürünlerinde doğal olarak bulunan benzoik asitin, laktik asit bakterileri tarafından azot içeren bir organik asit olan hippürik asitten ya da benzen aldehit ve fenil alanin parçalanmasının otooksidasyonu sonucu oluşabileceği belirtilmiştir (Sieber ve ark., 1995). Çalışmada benzoik asit miktarı, fermentasyon süresince süte kıyasla önemli düzeyde ($P<0,001$) artma göstermiştir (Çizelge 4.1). Ayrıca 21 günlük depolama süresince kontrol ve % 4 naneli kefirlerde önemli düzeyde bir değişim gözlemlenmez iken; % 2 naneli kefirlerde önemli düzeyde bir artış gözlemlenmiştir.

Çizelge 4.2. Daha önce yapılan çalışmalarda kefirin genel nitelikleri

Bileşenler	Kefir	Önceki Çalışmalar
Kuru Madde (%)	11,01±0,27	% 11,41-11,67 ¹ ; % 11,70 ² ; % 11,02 ³ ; % 10,70 ⁴
Protein (%)	3,21±0,24	% 3,43-3,48 ⁵ ; 3,48 ³ ; 3,09 ⁵ ; 3,12 ⁶
Yağ (%)	2,87±0,19	3,15 ⁶ ; 2,83 ³ ; 3,51-3,60 ²
Toplam Karbonhidrat	5,01±0,82	
Kül (%)	0,74±0,02	% 0,82 ⁶
Asitlik (%)	0,74±0,03	% 0,81 ^{4,5} ; % 0,88 ³ ; % 0,75 ¹ ;
pH	4,43±0,07	4,48 ^{3,6} ; 4,55 ⁴ ; 4,49 ⁵

¹:Gül ve ark. (2015); ²:Irigoyen ve ark. ; ³: Dinkçi ve ark. ⁴: Kavas, (2015); ⁵: Kök-Taş ve ark. (2013); ⁶: Güler ve ark. (2016).



Şekil 4.1. Sütte ve depolama süresince kefirlerde titrasyon asitliği ve pH değerleri

4.2. Süt ve Kefirde Karbonhidrat ve Organik Asitler

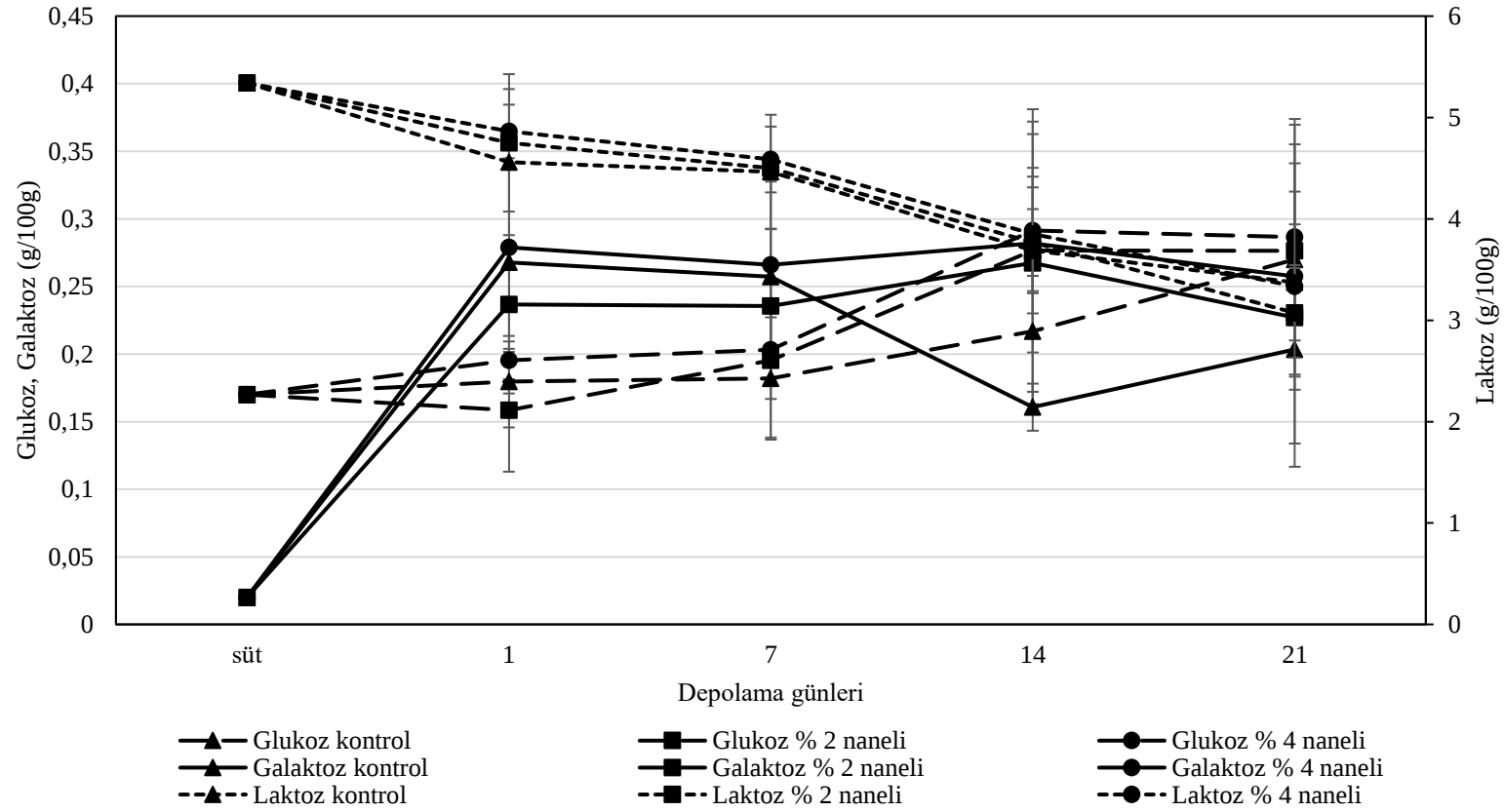
4.2.1. Karbonhidratlar

Çalışmada süt ve kefir örneklerinde laktoz, glukoz ve galaktoz belirlenmiş olup analiz sonuçları Çizelge 4.3 'te kefiirlere ait kromatogram ise Ek 2'de verilmiştir. Kefir örneklerinde laktoz, glukoz ve galaktoz konsantrasyonları incelendiğinde depolama süresince laktozda önemli düzeyde azalma, glukozda artma; galaktozda kontrol örneği hariç diğer örneklerde bir değişimin olmadığı gözlemlenmiştir (Şekil 4.2). Beklendiği gibi kefir kültüründe bulunan mikroorganizmalar bir disakkarit olan laktozu karbon kaynağı olarak kullanarak önce glukoz ve galaktoz monosakkaritlerine parçalamakta daha sonra da homo ya da heterofermentatif fermentasyon üzerinden başta laktik asit olmak üzere diğer bazı organik asitlere ve aromatik karbonil bileşenlerine dönüştürdüğü belirtilmektedir (Tamime, 2001). Fermentasyon süresi sonunda kullanılan süte kıyasla laktozda % 11,61; depolama sonunda ise % 23,97 azalma gözlemlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda süttten kefire dönüşüm sonucunda Gronnevik ve ark., (2011) laktozun % 20'sinin (5g/100 mL'den 4 g/mL'ye), Leite ve ark., (2013) % 33,05' inin (4,84 g/100mL'den 3,24 g/100 mL'ye), Garcia ve ark., (2006) ise % 18,29'unun (4,92 g/100 mL'den 4,02 g/100 mL'ye) metabolize olduğunu gözlemlemişlerdir. Laktoz fermentasyonu kullanılan kültüre, kefir tanesinin orjinine dolasıyla da mikrobiyal florasına, üretim yöntemine, depolama koşullarına ve kültür inokülasyon oranına bağlı olarak farklılık göstermiş olabilir (Güler ve ark., 2016). Çalışmamızda laktoz metabolizması daha önceki çalışmalara kıyasla daha düşük gerçekleşmiştir. Dolayısıyla kefirlerin 1. gün laktoz içerikleri söz konusu çalışmalardan hafif düzeyde yüksek tespit edilmiştir. Daha önceki yapılan çalışmalarda depolamanın birinci gününde Güler ve ark. (2016)'nın belirlediği laktoz değerleri (4,48-5,67 g/100 mL) çalışmamızla uyum sağlarken; Garcia ve ark. (2006) laktoz miktarını 4,02 g/100g; Magalhaes ve ark. (2011a) yaklaşık 4,3 g/100 mL; ve Leite ve ark., (2013) 3,24 g/100g belirlemiş olup; çalışmamızdan daha düşük miktarda laktoz belirlemişlerdir. Laktoz kontrol kefirinde naneli kefire kıyasla hafif düzeyde daha az; laktik asit ise daha fazla belirlenmiş olup laktoz ve laktik asit sonuçları uyum içerisinde (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Sütte ve depolama süresince kefirlerde karbonhidrat miktarı (g/100g)

Karbonhidratlar	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			<i>P</i> ¹	Depo* Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Laktoz	7,501	5,34±0,05	1	4,56±0,72 ^b	4,75±0,68 ^c	4,86±0,26 ^c	Ö.D.	Ö.D.
			7	4,46±0,56 ^b	4,50±0,13 ^c	4,59±0,32 ^c	Ö.D.	
			14	3,69±0,62 ^a	3,77±0,33 ^b	3,85±0,56 ^b	Ö.D.	
			21	3,37±0,57 ^a	3,07±0,44 ^a	3,34±0,21 ^a	Ö.D.	
			ort	4,02±0,62	4,02±0,79	4,16±0,70	Ö.D.	
			<i>P</i> ²	*	***	*		
				ort 4,07±0,70				
Glukoz	8,596	0,17±0,00	1	0,18±0,03 ^{a,A,B}	0,16±0,05 ^{a,A}	0,20±0,01 ^{a,B}	Ö.D.	Ö.D.
			7	0,18±0,05 ^a	0,20±0,06 ^{a,b}	0,20±0,04 ^a	Ö.D.	
			14	0,22±0,05 ^{a,b}	0,28±0,10 ^b	0,29±0,05 ^b	Ö.D.	
			21	0,27±0,09 ^b	0,28±0,09 ^b	0,29±0,09 ^b	Ö.D.	
			ort	0,21±0,05	0,23±0,08	0,24±0,07	Ö.D.	
			<i>P</i> ²	*	**	**		
				ort 0,23±0,07				
Galaktoz	9,407	0,02±0,00	1	0,27±0,10 ^b	0,24±0,05	0,28±0,08	Ö.D.	Ö.D.
			7	0,26±0,08 ^b	0,24±0,06	0,27±0,07	Ö.D.	
			14	0,16±0,02 ^{a,A}	0,27±0,10 ^B	0,28±0,08 ^B	*	
			21	0,20±0,09 ^{a,b}	0,23±0,09	0,26±0,08	Ö.D.	
			ort	0,22±0,07 ^A	0,24±0,08 ^{A,B}	0,27±0,07 ^B	Ö.D.	
			<i>P</i> ²	*	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 0,24±0,07				

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi ^{A,B,C} : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları; P^2 : depolama günlerindeki farklılığı göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil Depo*Nane : depo nane interaksyonu



Şekil 4.2. Sütte ve depolama süresince kefirlerde karbonhidrat konsantrasyonları

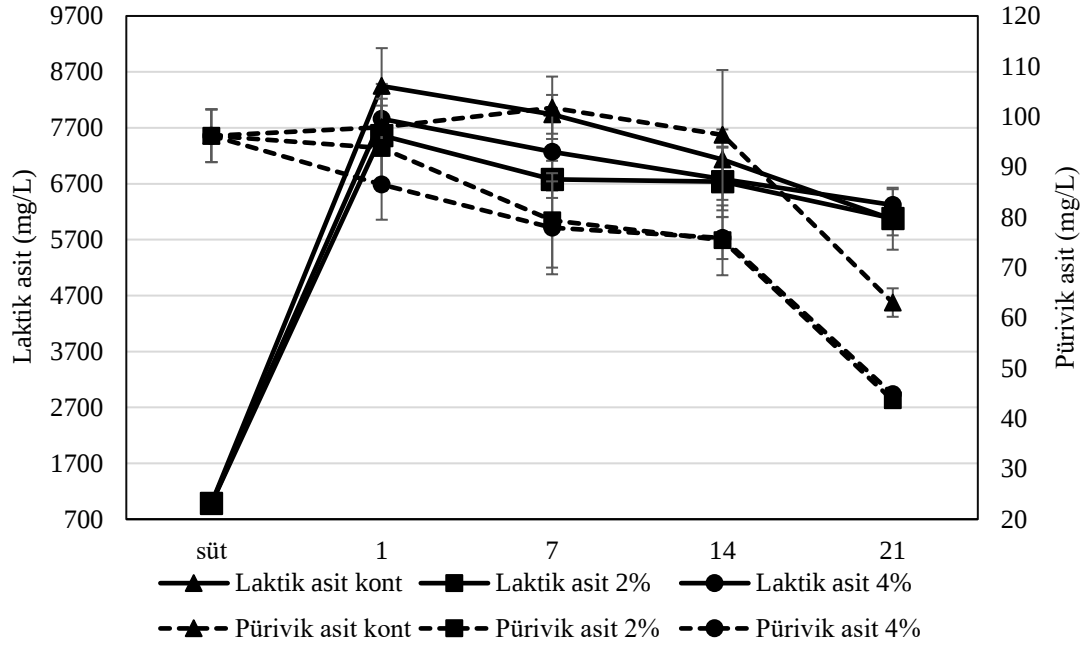
Çalışmamızda glukoz ve galaktoz hem süt hem de kefir örneklerinde tüm depolama günlerinde belirlenmiştir. Araştırmacılardan Leite ve ark. (2013) ile Gronnevik ve ark. (2011) çalışmamızda olduğu gibi süt ve kefirde glukoz ve galaktoz belirlemiş olup; Garcia ve ark. (2006) ise fermentasyonun hiçbir aşamasında glukoz ve galaktoz belirlememişlerdir. Çalışmamızda 21 günlük depolama süresince glukoz miktarı % 50 oranında artarken (0,18 g/100g'dan 0,27 g/100g'a), galaktoz % 25, 93 azalmıştır (0,27 g/100g'dan 0,20 g/100g'a). Yoğurt starter bakterileri fermentasyonu çoğunlukla glukoz üzerinden gerçekleştirerek galaktozda bir birikim yoğurtta gözlemlenebilir (Tamime, 2001). Ancak, çalışmamızda kefir örneklerinde fermentasyonun hem glukoz hem de galaktoz üzerinden gerçekleştiğini ifade edebiliriz. Bu, kefir kültüründeki mikrofloranın çeşitliliğinden kaynaklanabilir. Örneğin tüm *S.lactis* ve *S.cremoris* suşları enerji kaynağı olarak galaktozu kullanarak heterofermantasyon üzerinden laktik asit ile birlikte asetik asit etanol ve formik asit üretebildikleri ifade edilmiştir (Ono ve ark. 1992). Daha önce yapılan çalışmalarda Leite ve ark., (2013) 28 günlük depolama süresince glukoz (0,29 mg/mL'den 0,37 mg/mL'ye) ve galaktoz (0,76 mg/mL'den 0,89 mg/mL'ye) miktarının arttığını; Gronnevik ve ark. (2011) ise depolamanın ilk 3 haftasında glukozun tamamen metabolize olduğunu, galaktozun ise artış (yaklaşık 300 mg/kg'dan 400 mg/kg'a) gösterdiğini belirtmişlerdir. Glukoz ve galaktoz metabolizmalarının çalışmalar arasında farklı olması, fermentasyon koşullarına ve starter kültürün mikrobiyal popülasyonuna bağlı olarak monosakkaritlerin metabolize olup olmamasından kaynaklanabilir. Bunların yanı sıra karbonhidratların belirlenmesinde kullanılan analiz tekniği de etkili olabilir.

4.2.2. Organik Asitler

Süt ve ürünlerinde organik asitler, hayvanın biyokimyasal metabolizması (sitrik, orotik, ürik ve hippürik), bakteriyel gelişme (laktik, asetik, pürüvik, propiyonik ve formik) ve süt yağının hidrolizi (asetik, bütanoik) sonucu ortaya çıkabilir (Fernandez-Garcia ve McGregor, 1994). Özellikle fermente ürünlerde organik asitler hem doğal bir koruyucu olmakta hem de duyuşsal karakteristiği etkilemektedir (Güler, 2016). Çünkü çoğu fermente süt ürününde başlıca organik asit olan laktik asit hem ürün kabul edilebilirliğinde etkili olmakta hem de patojen bakterilere karşı inhibitör etki göstermektedir (Rubin ve ark., 1982). Diğer yandan organik asit profili ve

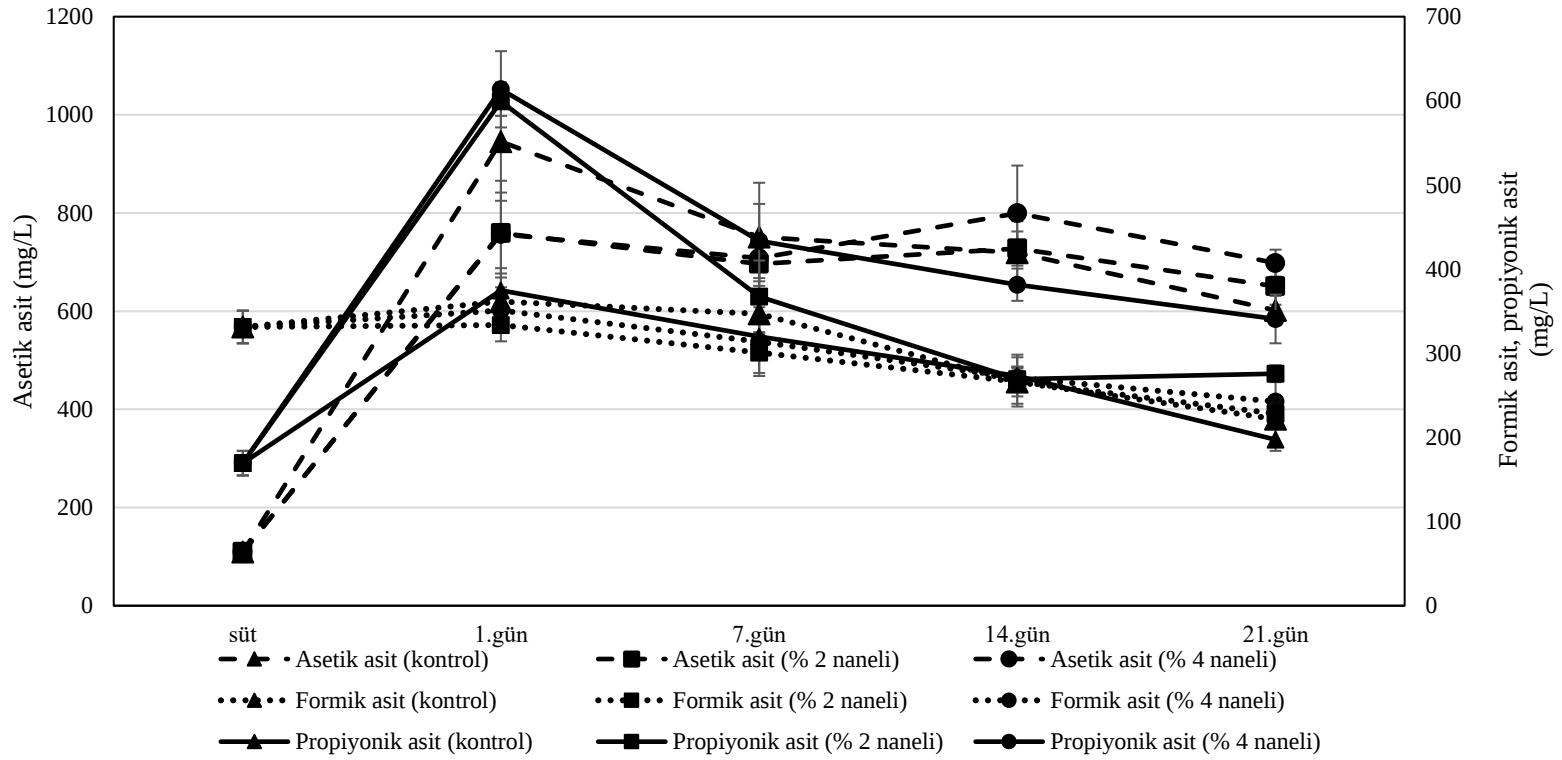
konsantrasyonları fermente ürünlerde starter kültürün fermentasyon seyri hakkında da bilgi vermektedir (Izco ve ark., 2002; da Costa ve ark., 2016). Çalışmamızda süt ve kefir örneklerinde; okzalik asit, orotik asit, sitrik asit, pirüvik asit, laktik asit, formik asit, propiyonik asit, ürik asit, asetik asit ve hippürik asit olmak üzere 11 organik asit belirlenmiş (Çizelge 4.4) olup; kefiirlere ait kromatogram Ek 3' de verilmiştir.

Beklendiği gibi kefir örneklerinde en fazla belirlenen organik asit laktik asit olup; toplam organik asitlerin % 73,63 'ünü oluşturmuştur. Ancak depolama sırasında ortalama olarak laktik asit 7956,86 mg/L'den 6154,28 mg/L' ye azalarak % 22,65 oranında bir azalma eğilimi göstermiştir. Laktik asitin depolama sırasındaki eğilimi konusunda daha önce yapılan çalışmalarda farklılıklar gözlemlenmiştir. Güzel-Seydim ve ark. (2000b) ile Leite ve ark. (2013) sırasıyla 21 günlük ve 28 günlük depolama sırasında kefir örneklerinde laktik asit miktarının arttığını belirtirken; bazı araştırmacılar da (Gronnevik ve ark., 2011; Gül ve ark., 2015) depolama periyodunun laktik asit konsantrasyonu üzerinde önemli bir etki yaratmadığını belirtmişlerdir. Çalışmamızda depolamanın sonuna doğru laktik asitte gözlemlenen önemli düzeyde azalma (Şekil 4.3), bazı laktik asit bakterileri tarafından (*L. brevis*) laktik asitin asetata dönüşmesinden kaynaklanabilir. Hatta *L.bifermentans* bir elektron alıcısına gerek duymadan pH 4' ün üzerindeki ortamlarda laktik asitten, asetik asit, etanol, CO₂ ve H₂ oluşturabilir (Kandler ve ark., 1983; Veiga ve ark., 1992). Bu görüş, depolamanın sonuna doğru çalışmamızda tüm kefir örneklerinde etanol ve bunun yanı sıra etil asetattaki artma ile uyumludur (Çizelge 4.7; Çizelge 4.13). Bunlara ilaveten bazı maya suşlarının da laktik asiti kullanabildikleri Gadaga ve ark. (2001) tarafından belirtilmiştir. Farklı oranlarda nane suyu ilavesi ise kontrolle karşılaştırıldığında kefirlerin laktik asiti üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Depolama sırasında tüm kefir örnekleri göz önüne alındığında laktik asit 6060,89 mg/L' ile 8446,35 mg/L değerleri arasında değişim göstermiştir. Bu değerlerin Güzel-Seydim ve ark. (2000a,b), Gronnevik ve ark. (2011), Leite ve ark. (2013)' ve Güler ve ark. (2016)' nın belirlediği değerler (sırasıyla 6400 mg/L; 6405 mg/L; 7380 mg/L; yaklaşık 8000 mg/L; 6430 mg/L ile 8310 mg/L değerleri arasında) ile uyum içerisinde olduğu gözlemlenmiştir. Hem laktoz hem de sitrik asit fermentasyonu sırasında ara bir metabolit olan pürivik asit depolama süresince önemli düzeyde (P<0,001) azalmıştır. Kontrolle kıyasla naneli kefirlerde pürivik asit daha az düzeyde belirlenmiştir (Şekil 4.3).



Şekil 4.3. Sütte ve depolama süresince kefirde laktik ve pürivik asit konsantrasyonları

Muhtemelen nane suyu glikolizi ve sitrik asit fermentasyonunu negatif yönde etkilemiş olabilir. Çünkü gerek homofermentatif gerekse heterofermentatif laktoz fermentasyon ürünleri (asetik asit, laktik asit) ve bunların yanı sıra sitrat metabolizması sonucu oluşan bileşenler (asetoin, diasetil) naneli kefirlerde kontrole kıyasla daha az belirlenmiştir. Pürivik asit konsantrasyonu fermentasyon sonrası kontrol kefirinde 97,93 mg/L; % 2 ve % 4 naneli kefirlerde ise sırasıyla 93,76 mg/L ve 86,53 mg/L belirlenmiştir. Önceki çalışmalarda Güzel-Seydim ve ark. (2000a) ve Güler ve ark. (2016) çalışmamızda belirlediğimiz değerlerden daha düşük değerler (sırasıyla 4 mg/L; 4,38 ile 17,19 mg/L) belirlemişlerdir. Güzel-Seydim ve ark. (2000b) diğer bir çalışmalarında fermentasyon sonrası kefirlerde 18 mg/L pürivik asit belirlemiş olup, depolamanın diğer günlerinde pürivik asit tespit etmemişlerdir. Asetik asit, heterofermentatif laktoz fermentasyonu ve sitrat fermentasyonu sırasında pürüvattan; etanol'ün oksidasyonu ve yukarıda belirtildiği üzere laktik asitten de oluşabilmektedir (Drysdalge ve Fleet, 1989; Hugenholtz, 1993; Østlie ve ark., 2003). Belirtilen bu fermentasyon yollarından dolayı asetik asit kefir örneklerinde fermentasyonun sonunda süte kıyasla yaklaşık 8 kat artış göstermiştir (Çizelge 4.4). Kontrol örneğine kıyasla naneli kefirlerde depolamanın 1. gününde asetik asit konsantrasyonları önemli düzeyde düşük tespit edilmiştir (Şekil 4.4).



Şekil 4.4. Sütte ve depolama süresince kefirde asetik, formik ve propiyonik asit konsantrasyonları

Bu durum nane suyunun asetik asit oluşum metabolik yollarını etkilemesinden kaynaklanabilir. Depolama sırasında ise tüm örneklerde asetik asit konsantrasyonunda önemli bir azalma gözlemlenmiştir (Şekil 4.4). Beshkova ve ark. (1998a) tarafından da belirtildiği gibi asetik asit bazı uçucu bileşenlerin oluşumunda öncül rol oynamakta olup; asetik asitteki bu azalma asetik asitin etanol ile esterleşerek etil asetatı oluşturmasından kaynaklanabilir çünkü çalışmada depolama sonuna doğru etil asetatta bir artma gözlemlenmiştir (Çizelge 4.13). Leite ve ark. (2013) asetik asitin depolama süresince azaldığını; Gronnevik ve ark. (2011) ile Gül ve ark. (2015) ise önemli bir değişim göstermediğini belirtmişlerdir. Depolama sırasında tüm kefir örneklerinde tespit edilen asetik asit konsantrasyonları Gronnevik ve ark. (2011), Magalhaes ve ark. (2011a) ve Leite ve ark. (2013) 'nın belirlediği değerler (sırasıyla 800 mg/L; 700 mg/L; 930 mg/L) ile uyum içerisinde. Ancak Güzel-Seydim ve ark. (2000a) ise kefir örneklerinde asetik asit tespit edememişlerdir. Bu analiz tekniğinden kaynaklanabilir.

Propiyonik asit ise depolama süresince tüm kefir örneklerinde önemli düzeyde ($P<0,001$) bir azalma göstermiş olup; naneli kefirlerde kontrol örneğine kıyasla daha fazla tespit edilmiştir (Şekil. 4.4). Propiyonik asit fermentasyon sırasında sütte doğal olarak bulunan propiyonik asit bakterilerinin faaliyetinin bir sonucu olarak laktik asitten üretilebildiği gibi; lipolitik aktivite sonucu tripropiyenden de oluşmuş olabilir (Toffalo ve ark., 2015). Bunların yanı sıra propiyonik asit bakterileri, süksinik asitin dekarboksilasyonu ile de propiyonik asit üretebilirler (Johns, 1951). Çizelge 4.4' te de görüldüğü üzere naneli kefirlerde hem süksinik hem de propiyonik asitin fazlalığı bu görüşü doğrulamaktadır. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda (Güzel-Seydim ve ark., 2000a,b ve Gül ve ark., 2015) kefirde propiyonik asit tespit edilememesine rağmen; bazı çalışmalarda da (Güler ve ark., 2016; Leite ve ark., 2013) tespit edilmiştir. Depolama sırasında kefirlerde tespit edilen propiyonik asit konsantrasyonu Leite ve ark., (2013) bulduğu değerlerden (1130 mg/L'den 960 mg/L'ye) daha düşük ancak; Güler ve ark. (2016)'nın tespitleri ile (150 mg/L ile 220 mg/L değerleri arasında) uyum içerisinde.

Bir diğer organik asit olan formik asit daha önce yapılan çalışmalarda yalnızca Güler ve ark. (2016) tarafından 1070 mg/L ile 1170 mg/L değerleri arasında belirlenmiştir. Çalışmamızda ise 1. gün örneklerinde ortalama 348,58 mg/L'lik değerle daha düşük konsantrasyonda belirlenmiştir. Formik asit, kefir örneklerinde depolama süresince önemli düzeyde azalmış (Şekil 4.4); ancak kontrol ve naneli kefirlerde formik

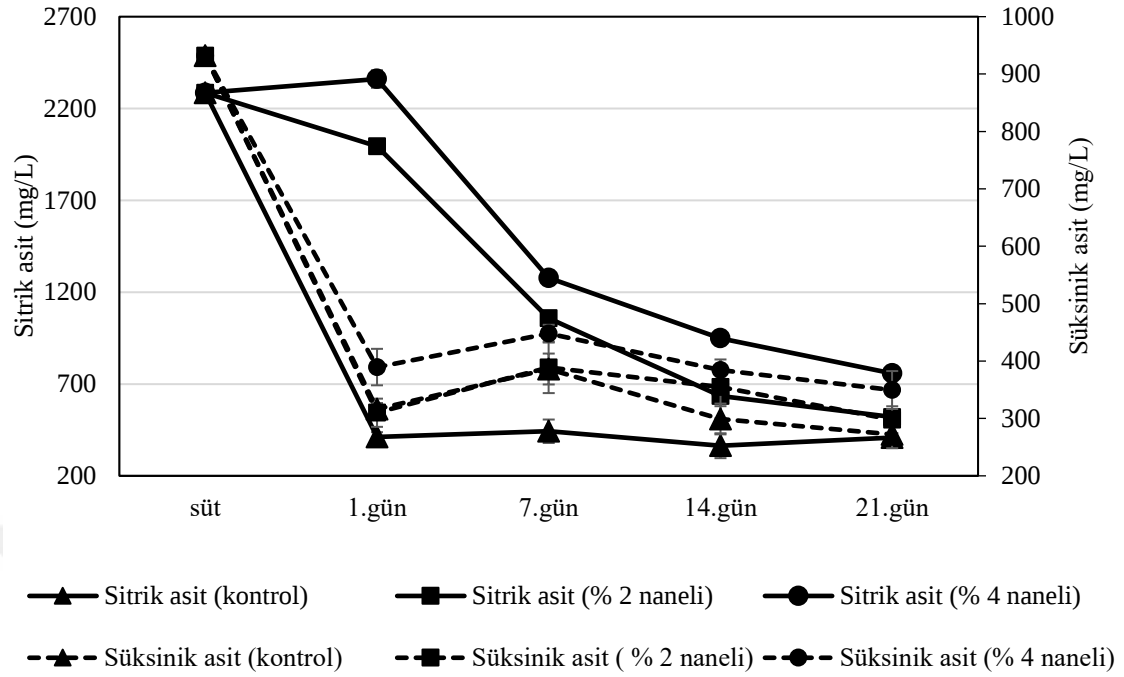
asit açısından istatistiksel olarak önemli olarak bir farklılık belirlenmemiştir. Asetik asit ile birlikte formik asit de heterofermentatif laktik asit bakterileri tarafından pürivik asitten oluşabilmektedir (Tamime ve Robinson, 2001).

Beklendiği gibi sütte TCA (Trikarboksilik asit sirkülasyonu) metabolizmasının bir ürünü olan sitrik asit en fazla konsantrasyonda belirlenen organik asit olmuştur. Ancak fermentasyon sırasında sitrik asitte önemli düzeyde ($P<0,001$) bir azalma gözlemlenmiş ve kontrol kefir örneğinde üçüncü, naneli kefirlerde ise ikinci en fazla belirlenen organik asit olmuştur. *Lactococcus lactis subsp.*, *Diacety lactis* ve *Leuconostoc spp.* gibi bakterilerin fermentasyon sırasında sitratı enerji kaynağı olarak kullanması sitrik asit düzeyinde süte kıyasla kefirde bir azalmaya neden olabilir (Tormo ve ark., 2004).

Naneli kefirlerde kontrole kıyasla önemli düzeyde ($P<0,001$) daha fazla sitrik asit belirlenmesi, hem nanenin sitrik asit içeriğinden (Truica ve ark., 2013) hem de naneli kefirlerde ortam koşullarının (pH, laktoz gibi) bakteriler tarafından sitrat kullanımını inhibe etmesinden kaynaklanabilir. Çünkü başlıca sitrat parçalanma ürünleri olarak bilinen asetoin, diasetil gibi uçucu bileşenler (Streenburg ve Hugenholtz, 1991) naneli kefirlerde kontrole kıyasla daha az belirlenmiştir. Naneli kefirlerde depolama sırasında sitrik asit içeriğinde önemli bir azalma gözlemlenmesine rağmen, kontrol örneğinde bir değişim tespit edilmemiştir (Şekil 4.5).

Çalışmamızda kontrol kefirinde sitrik asit 375,11 mg/L ile 453,24 mg/L değerleri arasında belirlenmiş olup; bunlar Güzel- Seydim ve ark. (2000a,b) ile Gül ve ark. (2015)'nin belirlediği değerlerden (sırasıyla 1600 mg/L; 1438 mg/L; 1147 mg/L) daha az, Güler ve ark. (2016)'nın konvensiyonel sütle ürettikleri kefir örneklerindeki değerler (570 ile 620 mg/L değerleri arasında) ile benzer çıkmıştır.

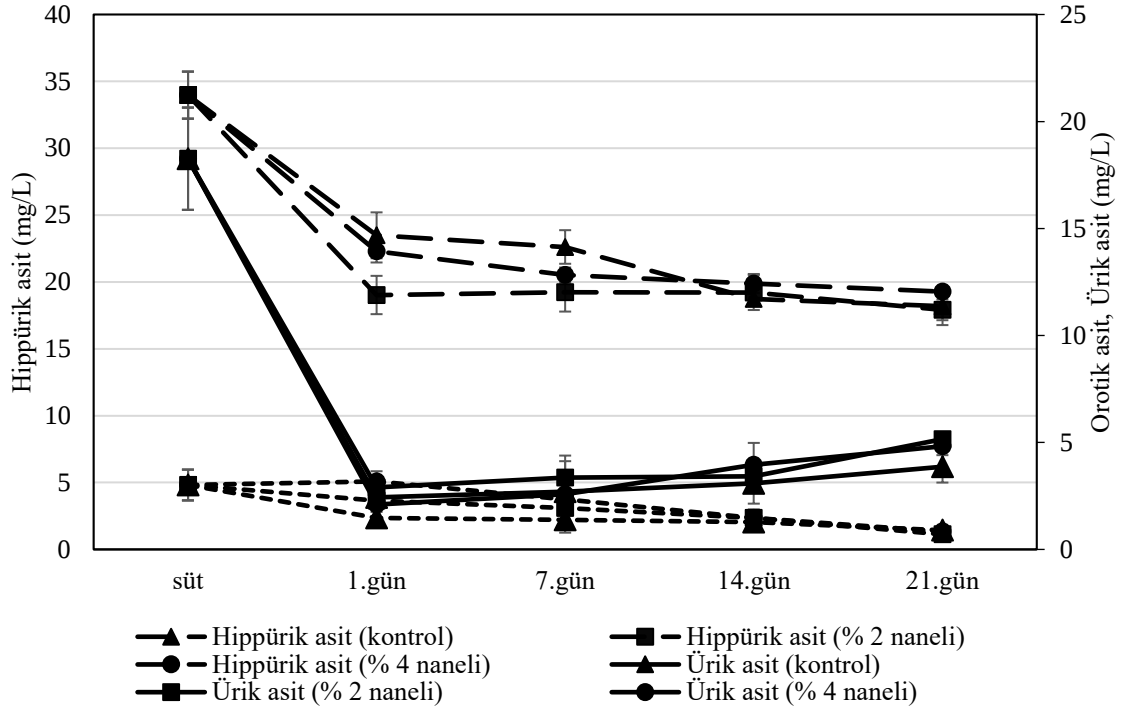
TCA (Trikarboksilik asit) metabolizmasının bir diğer organik asiti olan süksinik asit ise kefir üzerine daha önce yapılan çalışmalardan bildiğimiz kadarıyla yalnızca Güler ve ark. (2016) tarafından (0,15-0,26 mg/L) belirlenmiştir. Çalışmamızda hem süt hem de kefir örneklerinde süksinik asit tespit edilmiş olup; sitrik asit gibi kontrole kıyasla naneli kefirlerde daha fazla belirlenmiştir. Bu durum nane suyunun süksinik asit içeriğinden (Truica ve ark., 2013) kaynaklanabilir. Süte kıyasla hem fermentasyon hem de depolama sırasında kefirlerin süksinik asit içeriklerinde önemli bir azalma gözlemlenmiştir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5. Sütte ve depolama süresince kefirlerde sitrik ve süksinik asit konsantrasyonları

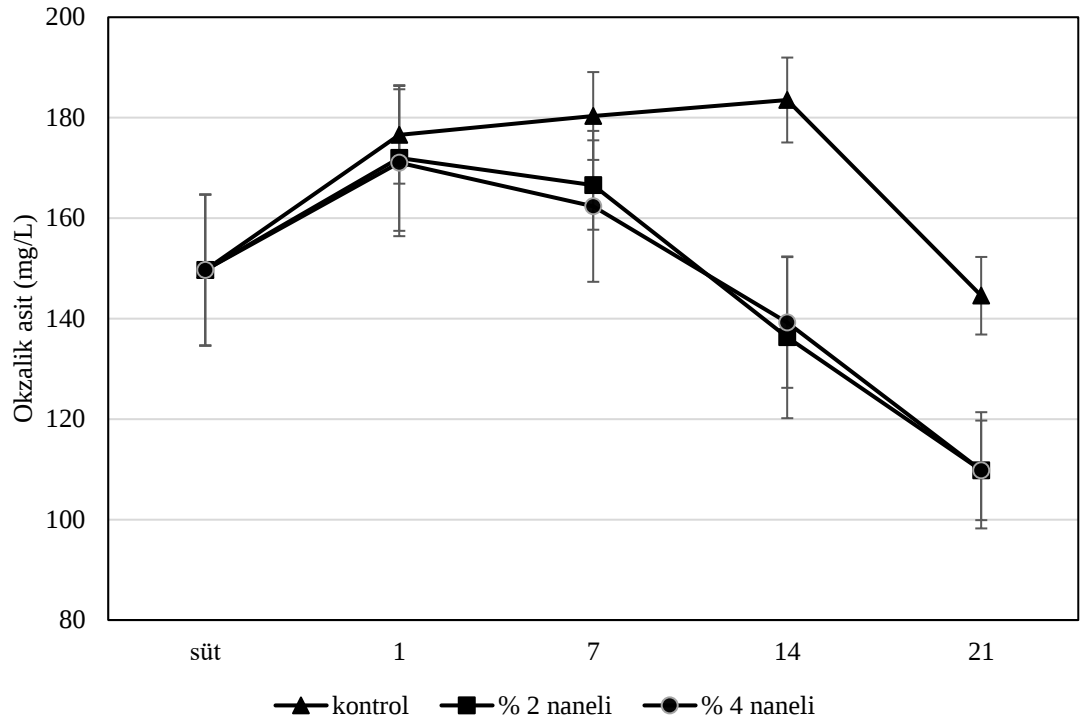
Bu mikrobiyel faaliyet sonucu süksinik asitin aspartik asit, fumarik asit ya da 1,4-bütanediol'e dönüşmesinden kaynaklanabilir (Song ve Lee, 2006). Ancak depolamanın 7. gününde diğer günlere kıyasla kefirlerin süksinik asit içeriğindeki artış, belirli bir konsantrasyona kadar etanol içeren ortamlarda bazı mayalar tarafından süksinik asitin sentezlenmesinden kaynaklanabilir (Kamzolova ve ark., 2009). Gadaga ve ark. (2001) UHT süte süksinik (565 mg/kg) ve sitrik asit (1925mg/kg) tespit etmiş olup; bu süttten üretilen fermente ürünlerde maya ve bazı laktik asit bakteri suşlarının UHT süte karbon kaynağı olarak süksinik, orotik ve sitrik asiti kullanmadıklarını belirtmişlerdir. Ancak *Candida lipolitica* ve *C.tropicalise* ve bunların yanı sıra *Kefir marxianus*'un sitrik, formik ve süksinik asitleri kullandıklarını göstermişlerdir.

Azot içeren organik asitler olan orotik, ürik ve hippürik asitler hem süt hem de kefir örneklerinde belirlenmiştir. Anılan organik asitler fermentasyon sonunda süte kıyasla sırasıyla % 51,16, % 86,69 ve % 30,87 oranında azalmıştır. Orotik ve ürik asitlerin bir azot kaynağı olarak fermentasyon sırasında *laktobasiller* tarafından kullanıldığı ifade edilmektedir (Tamime ve Robinson, 2001).



Şekil 4.6. Sütte ve depolama süresince kefirde hippürik, ürik ve orotik asit konsantrasyonlar

Hippürik asit ise fermentasyon sırasında mevcut mikroflora tarafından benzoik asite dönüşmüş olabilir (Sieber ve ark., 1995). Yirmi bir günlük depolama süresince kefir örneklerinde orotik asit ve hippürik asit azalırken; ürik asit artmıştır (Şekil 4.6). Muhtemelen bazı bakteriler ürik asit sentezlemiş olabilecekleri gibi; orotik asit'in parçalanmasıyla da artmış olabilir. Güzel-Seydim ve ark., (2000b) 21 günlük depolama süresince kefirde orotik ve ürik asitte artış gözlemlemişler, hippürik asit ise tespit edememişlerdir. Bir diğer çalışmada (Güzel-Seydim ve ark., 2000a) ise hippürik asitin fermentasyonun 5. saatinden sonra azaldığı ve fermentasyon sonrasında belirlenemediği; orotik asitin 120 mg/ L; ürik asitin ise 30 mg/L olduğu ifade edilmiştir. Çalışmamızla karşılaştırdığımızda söz konusu farklılıklar kefir tanesinin orijinine ve gelişme şartlarının farklı olmasına bağlanabilir.



Şekil 4.7. Sütte ve depolama süresince kefirlerde okzalik asit konsantrasyonu

Okzalik asit naneli kefirlerde kontrole kıyasla daha az belirlenmiştir (Şekil 4.7). Bu durumun okzalik asitin böbrek taşı oluşturmasındaki rolünden dolayı sağlık için avantajlı olduğu düşünülebilir. Okzalik asit depolamanın 1. gününde kefir örneklerinde ortalama 173,20 mg/L belirlenmiş ve kefir örneklerinde önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Depolamanın 7. 14. ve 21. günlerinde kontrol kefiri ve naneli kefir örnekleri arasında farklılık gözlemlenmiş olup; naneli kefir örneklerinde okzalik asit daha az miktarlarda belirlenmiştir. Depolama süresince okzalik asit miktarı tüm kefir örneklerinde önemli düzeyde azalmıştır.

Çizelge 4.4. Süt ve kefirlerde organik asitler (mg/L) (ort±sd)

Organik Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir Örnekleri			<i>P</i> ¹	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Okzalik asit	6,003	149,67±15,03	1	176,59±9,72 ^b	171,98±14,50 ^c	171,04±14,62 ^c	Ö.D.	***
			7	180,34±8,74 ^{b,B}	166,6±8,90 ^{c,A,B}	162,35±15,02 ^{c,A}	*	
			14	183,52±8,45 ^{b,B}	136,28±16,10 ^{b,A}	139,24±13,01 ^{b,A}	***	
			21	144,56±7,72 ^{a,B}	109,81±11,57 ^{a,A}	109,8±9,91 ^{a,A}	***	
			ort	171,25±17,88 ^B	146,16±28,31 ^A	145,61±27,21 ^A	***	
			<i>P</i> ²	***	***	***		
				ort	154,34±24,47			
Orotik asit	7,2	3,01±0,72	1	1,47±0,28 ^{b,A}	2,27±0,36 ^{d,B}	3,18±0,48 ^{d,C}	***	***
			7	1,39±0,26 ^{b,A}	1,93±0,31 ^{c,B}	2,34±0,48 ^{c,B}	***	
			14	1,28±0,21 ^b	1,47±0,20 ^b	1,47±0,40 ^b	Ö.D.	
			21	0,90±0,03 ^{a,B}	0,70±0,06 ^{a,A}	0,84±0,21 ^{a,A,B}	Ö.D.	
			ort	1,26±0,30 ^A	1,59±0,65 ^{A,B}	1,96±0,98 ^B	**	
			<i>P</i> ²	***	***	***		
				ort	1,60±0,64			
Sitrik asit	7,6	2884,25±173	1	411,82±23,67 ^A	1994,37±385,99 ^{c,B}	2360,49±476,68 ^{c,B}	***	**
			7	442,84±58,24 ^A	1057,63±278,03 ^{b,B}	1277,74±385,75 ^{b,B}	Ö.D.	
			14	364,00±61,82 ^A	634,97±121,97 ^{a,B}	948,958±312,90 ^{a,b,C}	Ö.D.	
			21	408,43±20,81 ^A	520,40±88,25 ^{a,A}	757,738±190,93 ^{a,B}	***	
			ort	406,77±41,13 ^A	1051,84±218,56 ^B	1336,23±341,57 ^B	Ö.D.	
			<i>P</i> ²	Ö.D.	***	***		
				ort	931,61±200,42			

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi, A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : Nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, ö.d. : Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.4. (Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler (mg/L) (ort±sd)

Organik Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Pirüvik asit	9,801	96,20±5,24	1	97,93±5,63 ^{b,B}	93,76±8,43 ^{c,A,B}	86,53±7,02 ^{c,A}	*	*
			7	101,76±6,20 ^{b,B}	79,38±9,38 ^{b,A}	77,90±9,23 ^{b,A}	***	
			14	96,36±12,90 ^{b,B}	75,42±6,94 ^{b,A}	75,86±4,16 ^{b,A}	***	
			21	63,05±2,83 ^{a,B}	43,65±1,50 ^{a,A}	44,85±1,01 ^{a,A}	***	
			ort	89,77±17,48 ^B	73,05±19,87 ^A	71,29±17,12 ^A	***	
			P^2	***	***	***		
				ort 78,04±18,16				
Süksinik asit	10,48	932,24±54,7	1	316,11±10,78 ^{b,A}	309,94±24,58 ^{a,A}	389,52±31,75 ^{b,B}	***	Ö.D.
			7	386,13±26,90 ^{c,A}	388,92±44,75 ^{b,A}	447,71±15,42 ^{c,B}	Ö.D.	
			14	299,05±26,78 ^{a,b,A}	354,54±33,17 ^{b,B}	384,37±18,38 ^{b,B}	***	
			21	272,22±24,01 ^{a,A}	297,85±23,38 ^{a,A}	349,50±33,04 ^{a,B}	***	
			ort	318,38±48,12 ^A	337,81±47,94 ^A	392,77±43,35 ^B	***	
			P^2	***	***	***		
				ort 349,65±46,47				
Ürik asit	10,8	18,26±2,39	1	2,43±0,51 ^{a,A}	2,90±0,03 ^{a,B}	2,10±0,03 ^{a,A}	***	Ö.D.
			7	2,70±0,67 ^a	3,36±0,77 ^a	2,58±1,80 ^a	Ö.D.	
			14	3,08±0,94 ^{a,b}	3,42±0,73 ^a	3,96±1,02 ^b	Ö.D.	
			21	3,87±0,75 ^{b,A}	5,15±0,27 ^{b,B}	4,82±0,41 ^{b,B}	**	
			ort	3,02±0,88	3,71±1,01	3,37±1,48	Ö.D.	
			P^2	*	***	***		
				ort 3,36±1,13				

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi, A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : Nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.* $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, ö.d. : Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.4. (Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler (mg/L) (ort±sd)

Bileşenler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P1	Depo*nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Laktik asit	12,1	983,49±29,1	1	8446,35±678,05 ^c	7564,24±921,14 ^b	7859,98±446,49 ^c	Ö.D.	Ö.D.
			7	7941,00±346,78 ^{c,B}	6777,69±331,88 ^{a,A}	7269,68±690,47 ^{b,c,A}	*	
			14	7133,48±537,54 ^b	6734,61±628,68 ^a	6784,37±560,56 ^{a,b}	Ö.D.	
			21	6060,89±541,10 ^a	6081,45±305,48 ^a	6320,50±307,79 ^a	Ö.D.	
			ort	7395,43±1049,20 ^B	6789,50±776,40 ^A	7058,63±759,46 ^{A,B}	Ö.D.	
			P²	***	**	***		
				ort 7081,19±861,69				
Formik asit	12,87	331,22±19,4	1	361,41±28,60 ^{c,B}	333,53±19,38 ^{d,A}	350,82±14,02 ^{c,A,B}	Ö.D.	Ö.D.
			7	346,65±25,22 ^{c,B}	300,78±24,38 ^{c,A}	313,81±40,86 ^{b,A,B}	Ö.D.	
			14	265,94±29,26 ^b	266,19±17,49 ^b	270,73±11,16 ^a	Ö.D.	
			21	221,79±5,41 ^{a,A}	228,24±9,17 ^{a,A,B}	242,60±24,30 ^{a,B}	Ö.D.	
			ort	298,95±62,91	282,18±43,58	294,49±48,33	Ö.D.	
			P²	***	***	***		
				ort 291,87 ±51,61				
Asetik asit	14,26	109,41±1,4	1	945,36±120,51 ^{c,B}	759,14±82,45 ^{b,A}	757,13±108,51 ^{a,b,A}	**	***
			7	751,22±110,37 ^b	696,32±44,76 ^{a,b}	707,70±46,90 ^{a,b}	Ö.D.	
			14	719,02±64,20 ^b	727,56±34,80 ^b	799,44±97,22 ^b	Ö.D.	
			21	601,47±29,75 ^{a,A}	650,67±37,50 ^{a,B}	697,89±27,45 ^{a,C}	***	
			ort	754,27±151,12	708,42±64,48	740,54±83,60	Ö.D.	
			P²	***	*	*		
				ort 734,41±99,73				

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi, A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, **P²**: Depolama günlerindeki farklılığı, **P¹**: Nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, ö.d. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.4. (Devam) Süt ve kefirlerde organik asitler (mg/L) (ort±sd)

Bileşenler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			<i>P</i> ¹	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Propiyonik asit	17,25	169,38±14,6	1	374,71±26,39 ^{d,A}	599,26±17,24 ^{c,B}	613,66±45,30 ^{c,B}	***	***
			7	319,92±26,62 ^{c,A}	367,21±43,03 ^{b,A}	433,39±44,07 ^{b,B}	***	
			14	273,05±11,20 ^{b,A}	269,13±29,16 ^{a,A}	381,45±19,14 ^{a,B}	***	
			21	197,47±13,46 ^{a,A}	275,69±10,04 ^{a,B}	340,76±28,95 ^{a,C}	***	
			ort	291,29±69,17 ^A	377,82±138,92 ^B	442,31±111,65 ^C	***	
			<i>P</i> ²	***	***	***		
				ort	370,47±106,58			
Hippürik asit	32,9	33,975±1,76	1	23,49±1,72 ^{b,B}	19,03±1,43 ^A	22,29±0,83 ^{c,B}	***	***
			7	22,62±1,26 ^{b,B}	19,23±1,44 ^A	20,51±0,57 ^{b,A}	***	
			14	18,72±0,45 ^{a,A}	19,21±1,31 ^{A,B}	19,89±0,71 ^{a,b,B}	Ö.D.	
			21	18,19±1,41 ^{a,A,B}	17,91±0,77 ^A	19,28±0,24 ^{a,B}	Ö.D.	
			ort	20,75±2,67 ^B	18,84±1,31 ^A	20,49±1,29 ^B	***	
			<i>P</i> ²	***	Ö.D.	***		
				ort	20,03±1,76			

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi, A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, *P*²: Depolama günlerindeki farklılığı, *P*¹: Nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. **P*<0,05, ***P*<0,01, ****P*<0,001, ö.d. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

4.3. Nane, Süt ve Kefirlerde Uçucu Bileşenler

4.3.1. Nandede Uçucu Bileşenler

Nane (*Mentha*) *Lamiaceae* familyasına ait olup, Avrupa, Afrika, Asya, Avusturalya ve Kuzey Amerikada yetişebilmektedir. Büyük bir morfolojik varyasyon gösterdiğinden son 200 yıldır taksonomistler tarafından farklı isimlerle adlandırılmıştır (Kokkini, 1991). Ferahlatıcı tat ve aromasından ve sağlığa olan faydalarından dolayı nane, gıda ve tıp alanında dikkatleri çekmektedir (Lorenzi ve Matos, 2002). Ayrıca nanenin antiinflamator (iltihap önleyici), kusmayı önleyici, terletici, spazm önleyici, ağrı kesici etkilerinden dolayı bulantı, bronşit, mide gazı, iştahsızlık, kalın bağırsak iltihabı ve karaciğer gibi hastalıkların tedavisinde kullanılan ilaçlarda etken madde olarak yer alabildiği gibi geleneksel tıpta da direkt olarak kullanılabilir (Cowan, 1999; Iscan ve ark. 2002; Moreno ve ark., 2002). Çalışmada kefir üretiminde kullanılan nane sularında kimyasal gruplarına göre 25 monoterpen, 23 alkol, 20 sesquiterpen, 12 keton, 8 aldehit, 6 fenil-fenol, 3 asit, 2 ester, 3 alken, 1 furan ve 1 indol olmak üzere toplam 104 uçucu bileşen tespit edilmiştir. Sayı bakımından olduğu gibi oran bakımından da monoterpenler toplam uçucu bileşenlerin % 66,25 'ini oluşturarak birinci en fazla oranda belirlenen bileşenler olmuştur. Onları sesquiterpenler (% 14,63) ve alkoller (% 9,93) izlemiştir (Şekil 4.8). Nane suyunda en fazla oranda (% 41,59) belirlenen bileşen ise bir monoterpen olan karvon'dur. Onu sırasıyla 1,8-sineol (% 11,14); *cis*-karveol (% 3,80); (*Trans*)-sabinen hidrat (% 3,68); β -kubeben (% 3,52); limonen (% 3,36) ve *trans*-karyofilen (% 3,07); 4-terpineol (% 3,06) izlemiştir. Bu uçucular toplam uçucu bileşenlerin % 62,09 'unu oluşturmuştur. Karvon bahçe nanesi aromasından sorumlu başlıca bileşendir. Bitkilerde karvon hidroksillenme ile limonenin karveole dönüşümü, karveolün de oksidasyonu ile biyosentetik yollar üzerinden oluşmaktadır (Van der werf ve Boot, 2000). Bazı araştırmacılar (Rohloff ve ark. 2005; Scavroni ve ark. 2005; McKay ve ark., 2006;) nanelerde uçucu bileşen profilinin bitkinin olgunluğuna, çeşidine coğrafi bölgesine ve ekstraksiyon şartlarına göre farklılık gösterebileceğini belirtmişlerdir. Barros ve ark. (2015) bazı nane türlerinde (Japon nanesi, Çikolata nanesi) en baskın bileşenler olarak mentol ve menton'u; bazı türlerde ise (Lavanta nanesi, bazı hibrit çeşitlerde; Bahçe nanesi, Mentol nanesi gibi) karvon'u belirlemişlerdir.

Çizelge 4.5. Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler (%)

Bileşenler	R.T.	R.I.	Nane suyu
Alkoller (23)			
Etanol ³	6,27	933,54	0,02±0,01
(Cis)-2-Penten-1-ol	15,53	1346,73	0,02±0,00
1-Hekzanol ²	16,36	1385,43	0,11±0,01
(Cis)-3-Hekzen-1-ol ¹	17,3	1442,26	0,95±0,03
3-Oktan ²	17,42	1449,4	1,93±0,10
(Trans)-2-Hekzen-1-ol	17,83	1473,81	0,24±0,13
(Trans)-1-Metil-4-(1-metiletil)-2-Sikloheksen-1-ol	22,02	1786,32	0,14±0,02
4-Terpineol ²	23,08	1881,82	3,07±0,29
(Trans)-p-Mentha-2,8-dienol	23,59	1928,18	0,19±0,02
(Trans)-Pinokarveol	24,4	2006,67	0,09±0,01
Δ-Terpineol	24,69	2034,29	0,80±0,08
α-Terpineol ²	25,34	2096,19	1,35±0,23
Miritenol	27,46	>2100	0,27±0,05
Benzenmetanol	29,34	>2100	0,02±0,01
Benzenetanol ³	30,1	>2100	0,04±0,00
p-Menth-1-en-9-ol	30,48	>2100	0,10±0,01
Limonil Alkol	30,53	>2100	0,11±0,03
p-Mentha-1(7),8(10)-dien-9-ol	31,26	>2100	0,04±0,01
(+)-(R)-p-Menta-1,8(10)-dien-9-ol	31,72	>2100	0,23±0,02
Perilla alkol	31,94	>2100	0,03±0,01
Germakren D-4-ol	32,9	>2100	0,11±0,02
Karyofilla-4(12),8(13)-dien-5.beta.-ol	37,61	>2100	0,03±0,01
Trisiklo[7.2.0.0(2,6)]andekan-5-ol	39,89	>2100	0,05±0,01
Toplam			9,96
Monoterpenler (25)			
α-Pinen	8,11	1039,69	0,28±0,04
2-β-Pinen	9,84	1118,67	0,33±0,05
Sabinen	10,54	1142	0,80±0,05
β-Mirisen	11,23	1165	0,31±0,06
α-Terpinen	11,77	1183	0,34±0,02
Limonen ¹	12,29	1200,43	3,37±0,28
1,8-Sineol ²	12,67	1216,81	11,17±0,45
(Cis)-Osimen	13,29	1243,53	0,02±0,00
γ-Terpinen ¹	13,73	1262,5	0,68±0,22
β-Osimen	13,82	1266,38	0,06±0,00
m-Simen	14,46	1293,97	0,05±0,01
α-Terpinolen	14,75	1307,54	0,24±0,06
Neo-Allo-Osimen	17,1	1430,36	0,19±0,03
P-Simenil	18,93	1545,52	0,10±0,01
1,3,8-p-Mentatrien	19,04	1553,1	0,02±0,00
(Trans)-Sabinen Hidrat ¹	19,48	1583,45	3,69±0,08
Linalool	21,41	1734,19	0,36±0,03
(Cis)-Sabinen Hidrat	21,62	1752,14	0,35±0,03
(Cis)-Dihidrokarvon ²	23,41	1911,82	1,46±0,24
(Trans)-Dihidrokarvon	23,9	1956,36	0,22±0,02

1 yalnızca % 4 naneli kefirde, 2 % 2 ve % 4 naneli kefirde, 3 kontrol % 2 ve % 4 kefirlerde belirlenen bileşen, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.5. (Devam) Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler (%)

Bileşenler	R.T.	R.I.	Nane suyu
Monoterpenler (devam)(23)			
Karvon ²	26,59	>2100	41,70±2,16
L-Kalamenen	28,48	>2100	0,45±0,01
(Cis)-Karvon oksit	28,62	>2100	0,16±0,02
Santolina Trien	29,22	>2100	0,04±0,01
α-Pinen Oksit	29,49	>2100	0,03±0,00
Toplam			66,43
Sesquiterpenler (20)			
Bisikloelemen	20,02	1623,26	0,12±0,01
α-Kopaen	20,25	1641,09	0,01±0,00
β-Bourbonen ²	20,96	1696,12	2,85±0,33
Kalaren	22,51	1830	1,19±0,08
α-Kamigiren	22,21	1802,73	0,01±0,00
β-Paçulen	22,9	1865,45	0,58±0,05
(Trans)-Karyofilen	23,17	1890	3,08±0,48
Germakren-D ²	24,12	1976,36	0,78±0,05
α-Humulen	24,86	2050,48	1,21±0,28
β-Kubeben ¹	25,74	>2100	3,53±0,18
γ-Kadinen	26,92	>2100	0,50±0,02
γ-Kurkumen	27,38	>2100	0,03±0,01
α-Kadinen	27,57	>2100	0,26±0,04
Karyofilen Oksit	31,85	>2100	0,09±0,02
α-Kubeben	33,13	>2100	0,25±0,05
β-Humulen	33,29	>2100	0,03±0,01
Spathulenol	34,35	>2100	0,01±0,00
Ledol	34,79	>2100	0,05±0,01
Levomenol	35,94	>2100	0,01±0,00
t-Murolol	36,34	>2100	0,09±0,01
Toplam			14,68
Aldehitler (8)			
Hekzanal	9,39	1103,67	0,01±0,00
(Trans)-2-Hekzenal ²	13,08	1234,48	1,49±0,15
Oktanal	14,91	1315,58	0,01±0,00
Nonanal	17,7	1466,07	0,02±0,00
2,4-Hekzadienal	17,93	1479,76	0,19±0,03
Miritenal	23,97	1962,73	0,10±0,00
(Trans,Trans)-2,4-Heptadienal	20,44	1655,81	0,15±0,02
(2S,5E)-Karyofil-5-en-12-al	34	>2100	0,18±0,01
Toplam			2,15
Ketonlar (12)			
3-Oktanon	13,91	1270,26	0,02±0,01
Oktahidro- 4,7-Methano-5H-inden-5-on	17,62	1461,31	0,03±0,00
l-Menton	19,73	1600,78	0,03±0,01
6-ethenil dihidro-2,2,6-trimetil- 2H-Piran-3(4H)-on	19,85	1610,08	0,03±0,00
6,10-dimetil-5,9-Undekadien-2-on	28,72	>2100	0,03±0,01

1 yalnızca % 4 naneli kefirde, 2 % 2 ve % 4 naneli kefirde, 3 kontrol % 2 ve % 4 kefirlerde belirlenen bileşen, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.5. (Devam) Kefir üretiminde kullanılan nane suyunda uçucu bileşenler (%)

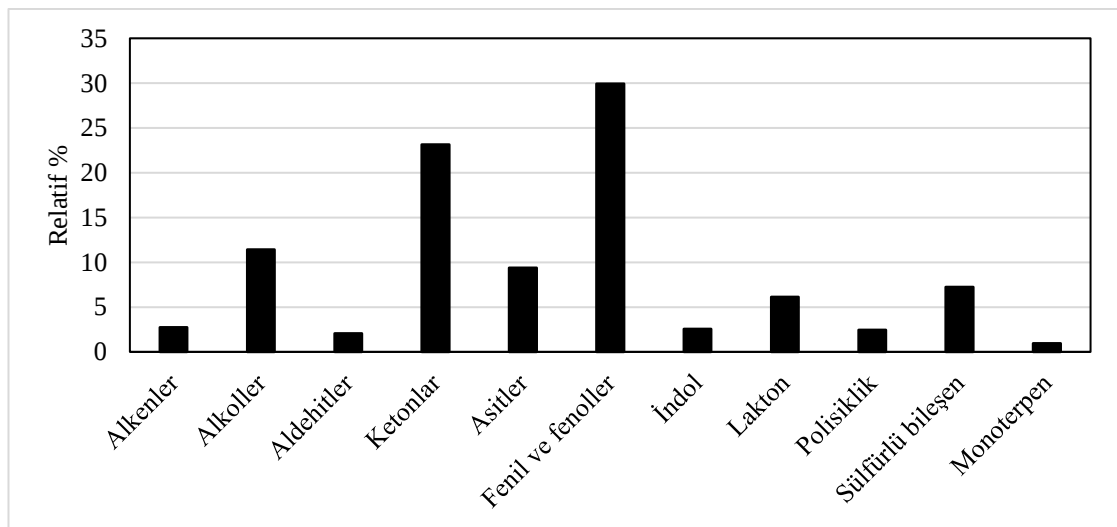
Bileşenler	R.T.	R.I.	Nane suyu
Ketonlar (devam)(12)			
3-metil- 2-siklohekzen-1-one	28,79	>2100	0,11±0,01
Piperitenon ¹	30,59	>2100	0,11±0,03
β-Ionon	30,7	>2100	0,02±0,01
(Cis)-Jasmon	30,87	>2100	0,25±0,03
12-Nor-Karyofil-5-en-2-on	31,45	>2100	0,03±0,01
1,4-endo-Dimetil-6-methylidenebicyclo-[3.3.1]nonan-2-on	33,03	>2100	0,03±0,01
Tetrasiklo[6.1.0.0(2,4).0(5,7)]non	35,69	>2100	0,01±0,00
Toplam			0,69
Asitler (3)			
Asetik asit ³	19,21	1564,83	0,14±0,02
Oktanoik asit ³	32,8	>2100	0,09±0,00
Dekanoik asit ³	36,76	>2100	0,07±0,00
Toplam			0,29
Esterler (2)			
3-Oktanil asetat	15,89	1364,82	0,05±0,00
Dietil Fitalat	39,01	>2100	0,03±0,01
Toplam			0,08
Fenil ve Fenoller (6)			
(Trans)-Karveol ²	28,33	>2100	1,47±0,28
(Cis)-Karveol ²	29	>2100	3,81±0,30
α-dimetilamino-4-etil-o-kresol	32,13	>2100	0,01±0,00
Eugenol ¹	35,19	>2100	0,47±0,03
Timol	35,87	>2100	0,01±0,00
Miristisin	37,03	>2100	0,01±0,00
Toplam			5,78
Alkenler (3)			
2-izopropil-5-metil-9-metilen-bisiklo[4.4.0]dek-1-en	32,04	>2100	0,01±0,00
2,5-dimetil-3-metilen-1,5-Hekzadien	29,82	>2100	0,08±0,01
2,6-Dimetil-1,3,5,7-oktatetraen	19,11	1557,93	0,04±0,01
Toplam			0,13
Furan (1)			
2,5-Dietiltetrahidrofuran	8,36	1052,58	0,01±0,00
Indol (1)			
N-metil-1,3-dithioisoindoline	20,11	1630,23	0,06±0,01

¹ yalnızca % 4 naneli kefirde, ² % 2 ve % 4 naneli kefirde, ³ kontrol % 2 ve % 4 kefirlerde belirlenen bileşen, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır

;

4.3.2. Sütte Uçucu Bileşenler

Kefir üretiminde kullanılan UHT sütte statik tepe boşluğu (STB)-katı faz mikro ekstraksiyon (KFME) tekniği ile 36 uçucu bileşen tespit edilmiştir. UHT süt örneklerinde başlıca alkol, aldehit, keton ve asit kimyasal gruplarına ait bileşenler belirlenmiştir (Şekil 4.8). Uçucu bileşenler içerisinde metoksi-fenil oksime sütte en fazla bulunan bileşen olup; tüm uçucu bileşenlerin % 30,39' unu oluşturmaktadır. Bu sonuç Dursun ve ark., (2016)' nın çalışmalarıyla uyum içerisinde. Söz konusu araştırmacılar yüksek metoksi-fenil oksime içeriğinin ısıtma işlemi ya da homojenizasyon sırasında aldehit veya ketonların azot içeren bileşenler ile reaksiyonundan kaynaklanabileceğini belirtmişlerdir. UHT sütte iz miktarda aldehit belirlenmesi anılan görüşü destekler niteliktedir. Metoksi-fenil oksimeden sonra en fazla oranda belirlenen bileşen, yağ asitlerinin oksidasyonu ve dekarboksilasyonu sonucu oluşan ya da sütte doğal olarak bulunan 2-heptanon (% 18,50) ikinci en fazla oranda belirlenen bileşen olmuştur. Üçüncü en fazla oranlarda bulunan bileşenleri ise 2-merkapt-4-feniltiyazol (% 5,70) , 2-etil-1-hekzanol (%5,19), 2-amino-5-etoksikarbonilbenzofenon (% 5,56) ve 2-nonanon (% 3,59) olmuştur. Bu bileşenlerden 2-amino-5-etoksikarbonilbenzofenon ve 2-merkapt-4-feniltiyazol'un sütte yüksek sıcaklıklarda uzun süre ısıtma işlemi uygulanmasından ya da sıcak ortam koşullarında depolamalarda süt ambalaj etkileşiminden kaynaklanabileceği belirtilmiştir (Dursun ve ark., 2016).



Şekil 4.8. UHT sütte kimyasal gruplarına göre uçucu bileşenler

Çizelge 4.6. Kefir üretiminde kullanılan UHT sütte uçucu bileşenler (%)

Bileşenler	R.T.	R.I.	Süt
Alkanlar (1)			
2,6,10,14-tetrametil Pentadekane (Pristane)	24,42	2008,57	2,75±0,08
Alkoller (8)			
Etanol ³	5,76	901,863	1,96±0,47
3-Metil-1-bütanol ³	14,77	1308,54	0,70±0,17
2-Etil-1-hekzanol	23,7	1938,18	5,08±0,85
Fluoren-9-ol	25,47	>2100	2,31±0,23
2-Furanmetanol ¹	28,25	>2100	0,17±0,00
Benzenetanol ³	30,12	>2100	0,93±0,06
1-Tridekanol	34,81	>2100	0,11±0,01
2-Pentanol	38,81	>2100	0,15±0,02
Toplam			14,16
Aldehitler (3)			
Hekzanal	19,71	1599,31	0,15±0,02
Benzaldehit ³	25,1	2073,33	1,71±0,06
Heptanal	31,81	>2100	0,19±0,00
Toplam			2,05
Ketonlar (7)			
2-Heptanon	13,68	1260,34	18,12±1,71
3-Hidroksi-2-Bütanon	17,88	1476,79	0,03±0,00
2-Nonanon ³	20,91	1692,25	3,52±0,55
2-amino-5-etoksikarbonil benzofenon	24,24	1987,27	5,45±0,72
2-Undekanon ³	26,69	>2100	0,90±0,13
2-Tridekanon ²	31,62	>2100	0,32±0,03
2-Pentadekanon	36,04	>2100	0,23±0,02
Toplam			28,57
Asitler (6)			
Asetik asit ³	22,88	1863,64	2,06±0,35
Bütanoik asit ³	27,42	>2100	2,86±0,02
Hekzanoik asit ³	32,39	>2100	2,91±0,01
Oktanoik asit ³	36,78	>2100	0,85±0,02
Dekanoik asit ³	40,74	>2100	0,63±0,01
Dodekanoik asit	44,95	>2100	0,08±0,01
Toplam			9,39

¹: yalnızca kontrol kefirinde belirlenen bileşen, ²: % 2 ve % 4 naneli kefirde, ³: kontrol % 2 ve % 4 kefirlerde belirlenen bileşen, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

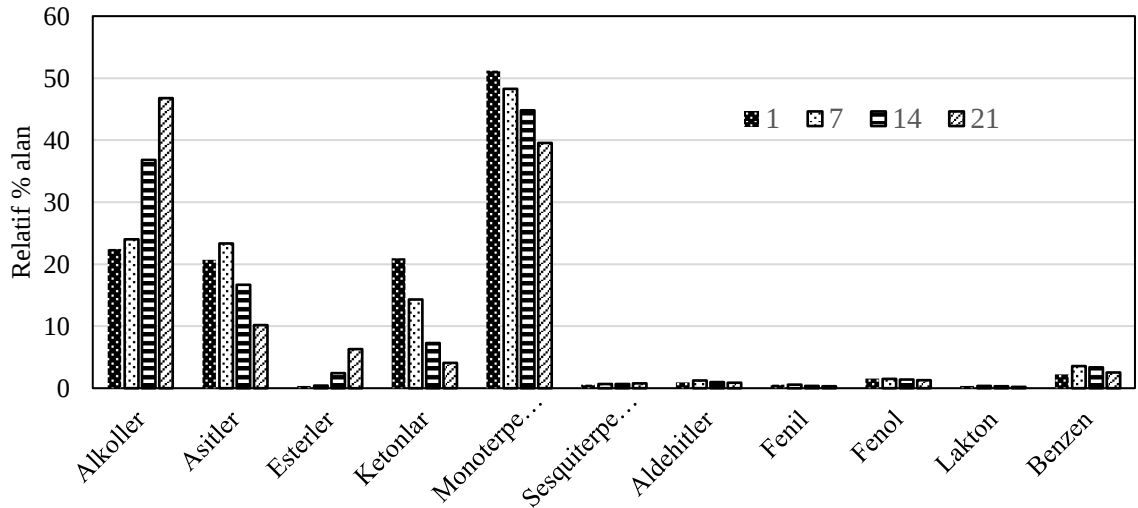
Çizelge 4.6. (Devam) Kefir üretiminde kullanılan UHT sütte uçucu bileşenler (%)

Bileşenler	R.T.	R.I.	Süt
Fenil ve Fenoller (2)			
Metoksi fenil Okzime ³	26,08	>2100	29,76±1,07
Fenol	35,94	>2100	0,18±0,03
Toplam			29,94
Indoller (1)			
6 Metil-2 fenil indol	31	>2100	2,55±0,07
Lakton (3)			
Bütirolakton	27,97	>2100	0,07±0,01
Δ-Dodekalakton ³	39,87	>2100	0,60±0,03
Toplam			0,67
Polisiklik (1)			
6-Aza-5,7,12,14-tetratiyapentasen	27,47	>2100	2,45±0,38
Sülfürlü bileşen (2)			
Dimetil disülfid	9,15	1093,3	1,64±0,44
2-Merkapto-4-feniltiyazol	23,95	1960,91	5,58±0,01
Toplam			7,22
Monoterpen (2)			
p-Simen	16,92	1419,64	0,43±0,08
Karvon ²	30,31	>2100	0,51±0,07
Toplam			0,94

¹: yalnızca kontrol kefirinde belirlenen bileşen, ²: % 2 ve % 4 naneli kefirde, ³: kontrol % 2 ve % 4 kefirlerde belirlenen bileşen, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

4.3.3. Kefir Örneklerinde Uçucu Bileşenler

Uçucu bileşenlerin hem profili hem de oranları fermente süt ürünlerinin tüketiciler tarafından kabulünde önemli rol oynamaktadır (Aghlara ve ark., 2009). Kefir örneklerinde kimyasal gruplarına göre alkol, asit, ester, keton, terpen (monoterpen, sesquiterpen), aldehit, fenil, fenol, lakton ve benzen gruplarına (Şekil 4.9) ait toplam 56 uçucu bileşen belirlenmiş olup kefirlerde belirlenen başlıca uçucu bileşenlere ait kromatogram Ek 4’ te verilmiştir. Kefir üretiminde kullanılan, süt (Çizelge 4.6) ve nane suyunda (Çizelge 4.5) belirlenen bileşenlerden sırasıyla 19 ile 80 bileşen kefirlerde gözlemlenmemiştir. Uçucu gruplarından terpenler ve fenoller yalnızca naneli kefirlerde belirlenmiştir. Depolamanın 1. gününde kontrol kefir örneğinde asetoin (% 26,93), 3-metil 1-bütanol (% 16,45), hekzanoik asit (% 12,54); % 2 naneli kefir örneğinde kefirlerde karvon (% 40,21), asetoin (% 10,87) ve 3-metil 1-bütanol (% 7,00); % 4 naneli kefir örneğinde ise karvon (% 52,66), 3-metil 1-bütanol (% 4,80) ve asetoin (% 4,52) en fazla oranda belirlenen uçucu bileşenler olmuştur. Depolamanın sonunda kontrol örneğinde etanol (% 48,03), 3 metil 1-bütanol (% 13,37) ve etil asetat (% 9,55); % 2 naneli kefir örneğinde karvon (% 33,33), etanol (% 25,72) ve 3-metil 1-bütanol (% 7,38); % 4 naneli kefirde karvon (% 39,15), etanol (% 24,43) ve 3-metil 1-bütanol (% 5,27) en baskın bileşenleri oluşturmuşlardır.



Şekil 4.9. Kefirlerde, depolama süresince uçucu bileşenlerin kimyasal gruplarına göre değişimi

4.3.3.1. Alkoller

Kefir örneklerinde 16 alkol belirlenmiş olup; etanol, izoamilalkol ve benzenetanol başlıca alkollerini oluşturmuştur. Depolamanın başlangıcında kefirlerde izoamil alkol en fazla oranda belirlenirken, depolamanın sonuna doğru azalmış ve bu süreçte de etanol önemli düzeyde ($P<0,001$) artmıştır. Depolama süresini göz önüne almadığımızda etanol kefirlerde başlıca alkol olmuştur. Bilindiği gibi alkoller maya metabolizmasının bir sonucu olarak oluşmakta ve kefirin ferahlatıcı, ekzotik ve kendine özgü aromasında önemli rol oynamaktadır (Gül ve ark., 2015). Etanol, karbonhidrat metabolizması sırasında mayalar vasıtasıyla direkt pürüvat üzerinden asetaldehitin indirgenmesi ile oluşabildiği gibi (McSweeney ve Sousa, 2000), strecker parçalanması sonucu alanin amino asitinden oluşan asetaldehitten de oluşabilmektedir (Cogan ve Cordan, 1994); (Irigoyen ve ark., 2012). Çalışmamızda depolama süresince alanin amino asiti azalması ve asetaldehit tespit edilememesi ve etanol'ün önemli düzeyde artması yukarıda bahsedilen durumu desteklemektedir. Etanol, kontrol örneğinde (% 27), naneli kefir örneklerine kıyasla (% 13, % 12) daha fazla oranda tespit edilmiştir. Dolayısıyla nane suyu ilavesi etanol fermentasyonunda bir azalmaya neden olmuştur. Depolama sırasında kefirlerde etanol konsantrasyonunda artış daha önce yapılan çalışmalarda da gözlemlenmiştir (Güzel-Seydim ve ark., 2000b; Aghlara ve ark., 2009; Kök-Taş ve ark., 2013, Leite ve ark., 2013, Gül ve ark., 2015). Depolamanın başlangıcında en fazla oranda belirlenen 3-metil-1-bütanol (izoamilalkol), hem mayalar hem de laktik asit bakterileri tarafından lösin amino asitinin 3-metil-1-bütanale dönüşmesi ve onun indirgenmesiyle oluşmaktadır (Molimerd ve Spinler, 1996). Üç-metil-1-bütanol (izoamil alkol) kontrol kefirinde naneli örneklere kıyasla depolama süresince önemli düzeyde ($P<0,001$) yüksek tespit edilmiştir. Nane suyu oranının artması da 3-metil-1-bütanolde önemli düzeyde ($P<0,001$) bir azalmaya neden olmuştur. Muhtemelen nane suyu ilavesi maya aktivitesinde (özellikle *Saccharomyces cerevisia*) bir azalmaya neden olmuştur. Çünkü valinden oluşan 2-metil-1-propanol da naneli kefirlerde önemli düzeyde daha az tespit edilmiştir. Magalhaes ve ark. (2011a,b) kefirlerde başlıca alkol olarak 3-metil-1-bütanol'ü tespit etmişlerdir. Araştırmacılar anılan bileşenin 20 mg/L konsantrasyona kadar tat ve koku üzerinde pozitif bir etki yarattığı daha yüksek değerlerde ise keskin ve ekşimsi gibi istenmeyen bir aromaya neden olduğunu belirtmişlerdir.

Çizelge 4.7. Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri (% relatif değerler)

Alkoller	R.T	RI	Süt	Nane	Depo (gün)		Kefir		P ¹	Depo*Nane	
							Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Etanol	6,01	917	1,96±0,47	0,02±0,01	1		5,53±0,11 ^{a,C}	4,22±0,37 ^{a,A}	4,82±0,62 ^{a,B}	***	***
					7		11,43±1,49 ^{b,C}	9,00±1,14 ^{b,B}	5,56±0,57 ^{a,A}	***	
					14		41,10±3,58 ^{c,B}	13,48±0,78 ^{c,A}	11,97±1,21 ^{b,A}	***	
					21		48,68±3,53 ^{d,B}	24,78±4,19 ^{d,A}	24,57±2,11 ^{c,A}	***	
					ort		26,91±12,87 ^B	12,87±1,62 ^A	11,73±1,13 ^A	***	
					P ²		***	***	***		
2-Metil-1-Propanol	9,6	1110	-	-	1		-	-	-		***
					7		-	-	-		
					14		-	-	-		
					21		0,97±0,08 ^C	0,45±0,04 ^B	0,36±0,03 ^A	***	
					ort		0,24±0,11	0,11	0,09	Ö.D.	
					P ²		***	***	***		
Izoamil Alkol	12,37	1203	0,70±0,17	-	1		17,81±1,80 ^{b,C}	7,27±0,36 ^B	4,90±0,84 ^A	***	***
					7		14,41±1,73 ^{a,C}	7,09±0,90 ^B	4,74±0,75 ^A	***	
					14		13,96±1,75 ^{a,C}	7,04±1,19 ^B	4,90±0,24 ^A	***	
					21		13,55±0,96 ^{a,C}	7,11±0,77 ^B	5,30±0,53 ^A	***	
					ort		14,93±1,56 ^C	7,13±0,81 ^B	4,96±0,59 ^A	***	
					P ²		***	Ö.D.	Ö.D.		
2-Heptanol	15,41	1340	-	-	1		-	-	-		***
					7		-	-	0,25±0,01 ^b	***	
					14		-	-	0,20±0,00 ^a	***	
					21		-	-	0,26±0,01 ^b	***	
					ort				0,18±00	***	
					P ²				***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D.: Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.7.(Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri (% relatif değerler)

Alkoller	R.T	RI	Süt	Nane	Depo (gün)	Kontrol	Kefir		P ¹	Depo*Nane
							% 2 naneli	% 4 naneli		
1-Hekzanol	16,36	1388	-	0,11±0,01	1	-	0,83±0,11 ^a	0,91±0,14	***	Ö.D.
					7	-	1,05±0,15 ^b	1,16±0,15	***	
					14	-	0,85±0,15 ^a	1,10±0,32	***	
					21	-	0,74±0,19 ^a	1,01±0,30	***	
					ort		0,87±0,15	1,04±0,23	***	
					P ²		*	Ö.D.		
2-Metil- 3-Pentanol	16,47	1393	-	-	1	0,82±0,18 ^C	0,40±0,03 ^B	0,21±0,02 ^A	***	***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					
2-Bütanol	16,87	1414	-	-	1	0,68±0,16	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					
cis-3-Hekzen-1-ol	17,29	1441	-	-	1	-	1,83±0,66 ^b	2,35±0,05 ^b	***	***
					7	-	1,71±0,58 ^b	2,08±0,16 ^b	***	
					14	-	1,11±0,36 ^a	1,36±0,51 ^a	***	
					21	-	0,68±0,30 ^a	1,04±0,35 ^a	***	
					ort		1,33±0,48	1,71±0,27	***	
					P ²		**	***		

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.7. (Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri (% relatif değerler)

Alkoller	R.T	RI	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
3-Oktanol	17,4	1448	-	-	1	-	0,74±0,05 ^d	0,82±0,09 ^b	***	***
					7	-	0,62±0,10 ^c	0,76±0,12 ^b	***	
					14	-	0,51±0,08 ^b	0,63±0,07 ^a	***	
					21	-	0,41±0,10 ^a	0,58±0,07 ^a	***	
					ort		0,57±0,08	0,70±0,08	***	
					P^2		***	***		
cis-2-Hekzen-1-ol	17,83	1473	-	-	1	-	0,48±0,21	0,52±0,10 ^b	***	***
					7	-	0,47±0,01	0,54±0,01 ^b	***	
					14	-	-	0,25±0,02 ^a	***	
					21	-	-	-	***	
					ort			0,33±0,06		
					P^2			***		
2,6-Dimetil-4-Heptanol	19,89	1613	-	-	1	1,69±0,74 ^B	0,51±0,11 ^A	0,25±0,08 ^A	***	***
					7	0,88±0,15	-	-	***	
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P^2					
2,3-Bütandiol	22,2	1801	-	-	1	0,64±0,10 ^{a,B}	0,55±0,08 ^{a,B}	0,27±0,06 ^{a,A}	***	Ö.D.
					7	0,94±0,18 ^{b,B}	0,55±0,06 ^{a,A}	0,53±0,10 ^{a,b,A}	***	
					14	1,01±0,24 ^b	1,06±0,45 ^b	1,05±0,51 ^c	Ö.D.	
					21	0,84±0,11 ^{a,b,B}	0,80±0,11 ^{a,b,B}	0,64±0,04 ^{b,A}	**	
					ort	0,86±0,16 ^B	0,74±0,18 ^{A,B}	0,62±0,18 ^A	*	
					P^2	*	**	***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.7. (Devam) Kefirde depolama süresince alkol bileşenleri (% relatif değerler)

Alkoller	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kontrol	Kefir		P ¹	Depo*Nane
							% 2 naneli	% 4 naneli		
4-Terpineol	23,05	1879,09	-	3,07±0,29	1	-	1,38±0,49	2,00±0,29	***	Ö.D.
					7	-	1,60±0,10	2,13±0,42	***	
					14	-	1,61±0,19	1,94±0,52	***	
					21	-	1,38±0,04	1,95±0,02	***	
					ort		1,49±0,21	2,00±0,31	***	
					P ²		Ö.D.	Ö.D.		
2-Furanmetanol	24,33	2000	0,17±0,00	-	1	0,68±0,11	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					
α-Terpineol	25,23	2085	-	1,35±0,23	1	-	0,38±0,09 ^b	0,47±0,09 ^b	***	Ö.D.
					7	-	0,35±0,10 ^{a,b}	0,45±0,08 ^b	***	
					14	-	0,29±0,04 ^{a,b}	0,39±0,04 ^{a,b}	***	
					21	-	0,28±0,05 ^a	0,35±0,03 ^a	***	
					ort		0,32±0,07	0,41±0,06	***	
					P ²		Ö.D.	*		
2-Feniletılalkol	30,12	>2100	0,93±0,06	0,04±0,00	1	1,50±0,21 ^{a,b,B}	1,01±0,13 ^A	0,98±0,03 ^{a,A}	***	Ö.D.
					7	1,74±0,10 ^{b,B}	1,04±0,09 ^A	1,04±0,15 ^{a,b,A}	***	
					14	1,57±0,14 ^{a,b,B}	1,08±0,06 ^A	1,10±0,07 ^{b,A}	***	
					21	1,53±0,10 ^{a,B}	0,99±0,12 ^A	1,00±0,06 ^{a,b,A}	***	
					ort	1,58±0,17 ^B	1,03±0,1 ^A	1,03±0,08 ^A	***	
					P ²	*	Ö.D.	Ö.D.		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Alkoller 2-bütanol ve 2-furanmetanol ise yalnızca depolamanın 1. gününde kontrol örneğinde tespit edilmiştir. Çizelge 4.7’ de belirtildiği gibi etanol, 3-metil-1-bütanol, 2-metil-1- propanol, 2,6 dimetil-4-heptanol ve 2,3-bütandiol haricindeki diğer alkoller yalnızca naneli kefirlerde tespit edilmiştir. Bu durum tamamıyla naneli kefirlerden kaynaklanabilir. Orijini diğer alkollere göre farklılık gösteren 2,3-bütandiol, nane suyu oranı arttıkça önemli düzeyde bir azalma göstermiştir. Depolama sırasında ise bir artma eğilimine sahip olmuştur. Bilindiği gibi 2,3-bütandiol, başlıca sitrat metabolizması sonucu diasetil ve asetoinden oluşan 2,3 bütandione’den alkol dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla oluşmaktadır (Hugenholtz, 1993 Urbach,1995). Söz konusu bileşen (2,3 bütandiol) dioldehidrataz enzimi ile 2-bütanole dönüşebilir. Yukarıda da belirtildiği gibi bu bileşen yalnızca kontrol örneğinde depolamanın 1. günü tespit edilmiştir.

4.3.3.2. Monoterpenler

Alkoller kontrol örneğinde en fazla belirlenen bileşenler iken; monoterpenler de naneli kefirlerde en baskın bileşenler olmuştur. Hiçbir terpen kontrol örneğinde tespit edilmemiştir. Naneli kefirlerde toplam 10 terpen tespit edilmiş olup; bunlardan 7 tanesi monoterpen (limonen, 1,8-sineol, γ -terpinen, *Trans*-Sabinen Hidrat, Δ -3-Karen, *cis*-dihidrokarvon,), 3 tanesi ise sesquiterpendir (β -Borbenen, germakren-D, β -kubeben). Monoterpen karvon nane suyunda olduğu gibi naneli kefirlerde diğer uçucu bileşenlere kıyasla en fazla oranda belirlenen bileşen olmuştur. Nane suyu oranı artması terpen çeşitliliğinde de bir artışa neden olmuştur. Çizelge 4.8’de gösterildiği gibi bazı terpenler (limonen, γ -terpinen, *trans* sabinen hidrat, Δ -3-karen ve β -kubeben) % 2 naneli kefirde tespit edilmemiştir. Başlıca terpen olan karvon depolama sırasında önemli düzeyde ($P<0,001$) azalmıştır. Bu durum bazı mikroorganizmalar (*Corynebacterium*) tarafından sentezlenen karvon redüktaz enzimi vasıtasıyla dihidro karvona dönüşmesinden kaynaklanabilir. Karveol, karvon, dihidro karvon, dihidrokarveol, limonenin oksidasyonu ile oluşan limonen türevleri monoterpenlerdir (Van der werf ve Boot, 2000). Karvon gıda ve farmakoloji endüstrisinde yıllardır kullanılmaktadır (Baysal ve Starmans, 1999).

Karvonun antimikrobiyal, antikonvülsant, antioksidant, ve antitümör etkisi olduğu önceki çalışmalarla kanıtlanmıştır (Bicas ve ark., 2011; De Almeida ve ark., 2008; Hu ve ark., 2009).

Çizelge 4.8. Depolama süresince kefirde monoterpen bileşenleri (% relatif değerler)

Monoterpen	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo(gün)	Kontrol	Kefir		P ¹	Depo*nane
							% 2 naneli	% 4 naneli		
Limonen	12,17	1196	-	3,37±0,28	1	-	-	0,51±0,09 ^b	***	***
					7	-	-	0,39±0,02 ^a	***	
					14	-	-	0,39±0,09 ^a	***	
					21	-	-	0,55±0,07 ^b	***	
					ort			0,46±0,07	***	
					P ²			**		
1,8-Sineol	12,67	1216	-	11,17±0,45	1	-	1,99±0,15 ^c	2,33±0,26 ^b	***	***
					7	-	1,64±0,31 ^b	1,95±0,13 ^a	***	
					14	-	1,52±0,11 ^b	1,91±0,11 ^a	***	
					21	-	1,20±0,21 ^a	1,82±0,27 ^a	***	
					ort		1,59±0,19	2,001±0,19	***	
					P ²		***	**		
γ-Terpinen	13,65	1259	-	0,68±0,22	1	-	-	0,65±0,07 ^c	***	***
					7	-	-	0,48±0,03 ^{a,b}	***	
					14	-	-	0,51±0,02 ^b	***	
					21	-	-	0,46±0,01 ^a	***	
					ort			0,52±0,03	***	
					P ²			***		
Trans-Sabinen Hidrat	19,45	1581	-	3,69±0,08	1	-	-	0,33±0,03	***	***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.8. (Devam) Depolama süresince kefirde monoterpen bileşenleri (% relatif değerler)

Monoterpen	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo(gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Δ-3-Karen	21,61	1751	-	-	1	-	-	0,19±0,00	***	***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort P ²					
Cis-Dihidrokarvon	23,4	1910	-	1,46±0,24	1	-	0,40±0,08 ^a	0,62±0,09 ^a	***	***
					7	-	0,85±0,07 ^b	1,12±0,31 ^b	***	
					14	-	1,23±0,36 ^c	1,41±0,47 ^b	***	
					21	-	1,48±0,24 ^c	2,07±0,29 ^c	***	
					ort P ²		0,99±0,19 ***	1,31±0,29 ***	***	
Karvon	26,38	>2100	0,51±0,07	41,70±2,16	1	-	41,65±2,94 ^c	53,80±3,47 ^c	***	***
					7	-	39,13±1,72 ^{b,c}	50,99±2,51 ^c	***	
					14	-	37,16±2,98 ^b	45,53±1,87 ^b	***	
					21	-	32,12±1,50 ^a	39,38±0,32 ^a	***	
					ort P ²		37,51±2,28 ***	47,43±2,04 ***	***	

^{a,b,c,d} : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksiyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.9. Kefirde depolama süresince sesquiterpen bileşenleri (% relatif değerler)

Sesquiterpenle r	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
β-Borbenen	21,05	1703	-	2,85±0,33	1	-	0,24±0,03	0,37±0,09	***	Ö.D.
					7	-	0,27±0,04	0,39±0,06	***	
					14	-	0,23±0,06	0,37±0,08	***	
					21	-	0,21±0,01	0,33±0,02	***	
					ort		0,24±0,03	0,37±0,06	***	
					P ²		Ö.D.	Ö.D.		
β-Kubeben	24,84	2048	-	3,53±0,18	1	-	-	0,15±0,02 ^b	***	**
					7	-	-	0,15±0,03 ^b	***	
					14	-	-	0,15±0,01 ^b	***	
					21	-	-	0,12±0,01 ^a	***	
					ort			0,14±0,01	***	
					P ²			*		
Germakren-D	25,73	>2100	-	0,78±0,05	1	-	-	0,35±0,08	***	***
					7	-	0,18±0,04 ^a	0,35±0,06	***	
					14	-	0,19±0,01 ^a	0,42±0,06	***	
					21	-	0,32±0,04 ^b	0,55±0,05	***	
					ort	-	0,17±0,03	0,42±0,06	***	
					P ²		***	***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Karvonun sağlık üzerine olan bu olumlu etkilerinden dolayı naneli kefir tkutilmesi tavsiye edilebilir. Naneli kefirlerde ikinci en fazla oranda belirlenen monoterpen 1,8-sineol'dr. Okside monoterpen eter olan 1,8-sineol asetilkolinesteraz enzimini inhibe ettiğinden alzheimer hastalığı tedavisinde kullanılmaktadır (Dohi ve ark., 2009). Söz konusu bileşen % 2 ve % 4 nane suyu içeren kefir örneklerinde depolamanın 1. gününde tüm monoterpenlerin sırasıyla % 4,51 ve % 3,98'ini oluştururken; 21 günlük depolama süresince önemli düzeyde azalma göstermiştir Monoterpenlerden limonen, -terpinen, *trans*-sabinen hidrat ve Δ -karen yalnızca % 4 nane suyu içeren kefir örneklerinde belirlenmiştir (izelge 4.8)..

4.3.3.3. Sesquiterpenler

Monoterpenler gibi sesquiterpenler de yalnızca naneli kefirlerde tespit edilmiştir. Ancak sesquiterpenler monoterpenlere kıyasla iz düzeyde belirlenmiş olup; β -bourbenen ve germakren-D her iki naneli kefir örneğinde belirlenirken; β -kubeben yalnızca % 4 naneli kefirde tespit edilmiştir. Nane suyu oranının artması sesquiterpenlerin oranlarında da bir artışa sebep olmuştur (izelge 4.9).

4.3.3.4. Ketonlar

Kefir örneklerinde 7 keton bileşeni belirlenmiştir. Depolamanın 1. günü azalan sıraya göre belirlenen başlıca ketonlar (3-hidroksi-2-bütanon) (%15,01), 2,3- bütandion (diasetil, % 2,08), 2-heptanon (% 1,96) ve 2-nonanon (% 1,34) olmuştur (izelge 4.10). Bu eğilim daha önce yapılan çalışmalarla benzerlik göstermektedir (Aghlara ve ark., 2009; Irigoyen ve ark., 2012). Tüm kefir örneklerinde en fazla oranda belirlenen asetoin bileşeni laktik asit bakterilerinin sitrat metabolizması sonucu oluşabildiği gibi, glukoz katabolizması sırasında elektron alıcısı konumunda olan diasetil'in asetoinde indirgenmesiyle de oluşabilir (Hugenholtz ve Starrenburg, 1992; Snoep ve ark., 1992). Bunlara ilaveten alfa asetolaktat yolu sırasında asetaldehitten de asetoin oluşabilmektedir (Hugenholtz, 1993; Singh ve ark., 2003) . Çoğunlukla hem diasetil hem de asetoin oluşum oranı sitrat metabolizması hızına bağlıdır. Asetoin nane suyu ilavesinden etkilenmiş olup; kontrol örneğinde en fazla oranda belirlenmiştir. Depolama sırasında da asetoin oranında bir azalma gözlemlenmiştir. Bu azalma kontrol % 2 ve % 4 naneli kefirlerde sırasıyla % 85,46; % 88,78 ve % 75,32 oranlarında gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.10. Kefirde depolama süresince keton bileşenleri(% relatif değerler)

Ketonlar	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo(gün)	Kefir			P ¹	Depo*nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
2,3-Bütandion	6,91	973	-	-	1	3,88±0,47 ^C	1,42±0,22 ^B	0,94±0,09 ^A	***	***
					7	-	0,38±0,03	0,16±0,01		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
2-Heptanon	11,94	1188	18,12±1,71	-	P ²					
					1	3,08±0,49 ^{c,C}	1,81±0,13 ^{b,B}	1,00±0,14 ^{b,A}	***	***
					7	2,39±0,40 ^{b,B}	1,02±0,32 ^{a,A}	0,75±0,03 ^{a,A}	***	
					14	2,29±0,51 ^{b,B}	0,95±0,26 ^{a,A}	0,75±0,14 ^{a,A}	***	
					21	1,03±0,20 ^{a,B}	0,90±0,18 ^{a,B}	0,67±0,12 ^{a,A}	**	
Asetoin	14,91	1315	0,03±0,00	-	ort	2,20±0,4 ^C	1,17±0,22 ^B	0,79±0,11 ^A	***	
					P ²	***	***	***		
					1	29,16±3,03 ^{d,C}	11,26±1,73 ^{c,B}	4,62±0,96 ^{c,A}	***	***
					7	23,40±2,84 ^{c,C}	7,51±1,60 ^{b,B}	2,18±0,61 ^{b,A}	***	
					14	10,03±2,17 ^{b,B}	2,18±0,16 ^{a,A}	1,23±0,03 ^{a,A}	***	
2-Nonanon	17,52	1448	3,52±0,55	-	21	4,24±0,81 ^{a,B}	1,26±0,90 ^{a,A}	1,14±0,04 ^{a,A}	***	
					ort	16,71±2,21 ^B	5,55±1,10 ^A	2,29±0,41 ^A	***	
					P ²	***	***	***		
					1	2,47±0,55 ^{b,B}	0,97±0,08 ^{b,A}	0,59±0,06 ^{c,A}	***	***
					7	1,85±0,51 ^{c,B}	0,93±0,12 ^{b,A}	0,56±0,10 ^{c,A}	***	
					14	1,47±0,38 ^{c,C}	0,76±0,15 ^{a,B}	0,45±0,05 ^{b,A}	***	
					21	0,76±0,12 ^{a,C}	0,63±0,10 ^{a,B}	0,30±0,05 ^{a,A}	***	
					ort	1,64±0,39 ^C	0,82±0,11 ^B	0,48±0,06 ^A	***	
					P ²	***	***	***		

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.10. (Devam) Kefirde depolama süresince keton bileşenleri (% relatif değerler)

Ketonlar	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo(gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
2-Andekanon	22,83	1859	0,90±0,13	-	1	0,72±0,11 ^{b,c,B}	0,40±0,04 ^{a,b,A}	0,34±0,05 ^A	***	**
					7	0,76±0,23 ^{c,B}	0,46±0,08 ^{b,c,A}	0,32±0,07 ^A	***	
					14	0,57±0,08 ^{a,b,C}	0,49±0,03 ^{c,B}	0,30±0,03 ^A	***	
					21	0,44±0,04 ^{a,B}	0,35±0,10 ^{a,A,B}	0,26±0,08 ^A	**	
					ort	0,62±0,11 ^C	0,43±0,06 ^B	0,30±0,05 ^A	***	
					P ²	*	**	Ö.D.		
Piperiton	26,25	>2100	-	0,11±0,03	1	-	-	0,09±0,00		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					
2-Tridekanon	27,67	>2100	0,32±0,03	-	1	-	-	0,12±0,01 ^a	***	***
					7	-	0,15±0,02 ^a	0,12±0,02 ^a	***	
					14	-	0,20±0,02 ^b	0,15±0,01 ^b	***	
					21	-	0,14±0,03 ^b	0,11±0,02 ^a	***	
					ort		0,12±0,02	0,12±0,01	***	
					P ²		***	***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Depolamanın 1. gününden 21. gününe kadar tüm kefir örneklerinde asetoinde gözlemlenen bu azalma onun bütanediol dehidrogenaz enzimi ile 2,3 bütandiole dönüşmesinden kaynaklanabilir (Hugenholtz, 1993; McSweeney, 2004). Çalışmamızda depolama sırasında 2,3 bütandiol'de gözlemlenen artma anılan biyokimyasal süreci desteklemektedir (Çizelge 4.10) Bir diğer metil keton olan diasetil, asetoine kıyasla hem daha az oranda belirlenmiş olup; hem de kontrol örneğinde yalnızca depolamanın 1. günü, naneli kefirlerde ise depolamanın 7. gününe kadar tespit edilmiştir. Çünkü diasetil asetoine dehidrogenaz enzimi ile asetoine dönüşebilmektedir (McSweeney, 2004). Bazı araştırmacılar (Güzel-Seydim ve ark., 2000a,b)'da kefirde diasetil belirlememişlerdir. Başlıca metil ketonlardan 2-heptanon, 2-nonanon depolama sırasında önemli azalma göstermiştir muhtemelen bunların orijini ham madde olarak kullanılan süt olabilir. Çünkü özellikle 2-heptanon sütte en fazla belirlenen metil keton olmuştur. Depolama sırasında gözlemlenen azalma ise metil ketonların ikincil alkollere indirgenmesinden kaynaklanabilir. Söz konusu metil ketonların fermente süt ürünlerinin aromasında önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Beshkova ve ark., 2003; Pionnier ve Hugelshofer, 2006). Piperiton ve 2-tridekanon gibi ketonlar ise kontrol kefirinde tespit edilememiş; sadece naneli kefirlerde iz düzeyde belirlenmiştir.

4.3.3.5. Aldehitler

Aldehitler yağ asitlerinin katabolizması veya amino asitlerin dekarboksilasyonu ya da deaminasyonu sonucu oluşmaktadır (Hayaloğlu ve ark., 2007; Liu ve ark., 2003). Çizelge 4.11'de gösterildiği gibi kefirlerde 3 aldehit belirlenmiştir. Benzaldehit tüm örneklerde depolama süresince tespit edilirken; *trans*-2-hekzenal yalnızca naneli kefirlerde belirlenmiştir. Badem aromasına benzer bir aromadan sorumlu olan benzaldehit (Buttery ve ark., 1988) nane suyu ilavesinden etkilenmiş ve naneli kefirlerde kontrole kıyasla daha az oranda tespit edilmiştir. Depolama sırasında benzenaldehitte gözlemlenen artış ise aromatik bir amino asit olan fenil alaninin parçalanmasından kaynaklanabilir (Molimmard ve Spinnler, 1996). Ayrıca 21 günlük depolama süresince tüm kefirlerde benzaldehit artış eğilimi göstermiştir (Çizelge 4.11) Çalışmada belirlenen aldehit grubuna ait uçucu bileşenlerden *trans*-2-hekzenal yalnızca % 2 ve % 4 naneli kefirlerde belirlenmiş olup; nane suyu oranı arttıkça *trans*-2-hekzenal miktarı da artış göstermiştir.

Çizelge 4.11. Kefirlerde depolama süresince aldehit bileşenleri (% relatif değerler)

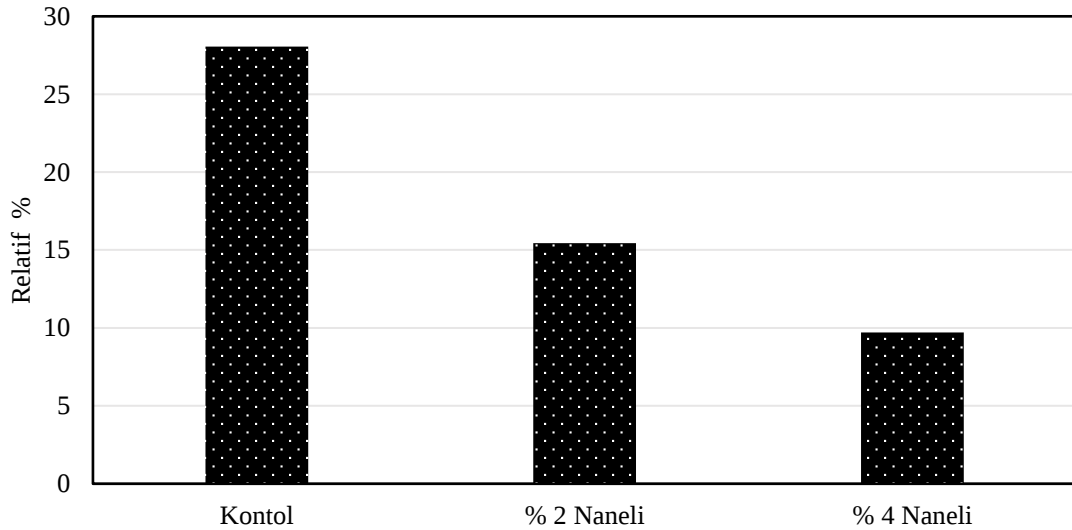
Bileşenler	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo(gün)	Kefirler			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
trans-2-Hekzanal	13,05	1233	-	1,49±0,15	1	0	0,60±0,04	0,73±0,03 ^c	***	***
					7	0	0,57±0,05	0,60±0,04 ^b	***	
					14	0	0	0,34±0,07 ^a	***	
					21	0	0	0	***	
					ort	0	0,29±0,04	0,42±0,05		
					P ²		***	***		
Benzaldehit	21,36	1729	1,71±0,06	-	1	0,57±0,08 ^{a,B}	0,54±0,10 ^{a,B}	0,40±0,08 ^{a,A}	**	***
					7	1,34±0,20 ^{b,B}	0,66±0,05 ^{a,b,A}	0,51±0,20 ^{a,b,A}	***	
					14	1,32±0,13 ^{b,C}	0,76±0,22 ^{b,B}	0,56±0,09 ^{b,A}	***	
					21	1,33±0,12 ^{b,B}	0,64±0,13 ^{a,b,A}	0,65±0,13 ^{b,A}	***	
					ort	1,14± 0,13 ^B	0,65± 0,12 ^A	0,53± 0,12 ^A	***	
					P ²	***	Ö.D.	*		
Fenil-Asetaldehit	24,28	1990	-	-	1	-	-	0,05±0,01		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	-		
					ort					
					P ²					

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Trans-2-Hekzanal % 2 naneli kefirde depolamanın 7. gününden sonra belirlenememiş olup; % 4 naneli kefirde depolamanın 14. gününe kadar belirlenmiştir. Fenil-asetaldehit ise yalnızca % 4 nane suyu ilaveli kefirlerde depolamanın 1. günü belirlenmiştir. Aghlara ve ark. (2009), Güzel-Seydim ve ark. (2000a,b), Kök-Taş ve ark. (2013) kefir örneklerinde asetaldehit belirlerken çalışmamızda kefir örneklerinde asetaldehit belirlenememiştir. Beshkova ve ark. (2003) asetaldehitin alkol dehidrogenaz enzimi vasıtasıyla etanole dönüşebileceğini belirtmiş olup; çalışmamızda da asetaldehitin etanole dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir.

4.3.3.6. Asitler

Çizelge 4.12’ de gösterildiği gibi kefirlerde 6 ve sütte 5 karboksilik asit belirlenmiştir. Sütte en fazla oranda bulunan asitler hekzanoik asit (% 3,06), bütanoik asit (% 3,00) ve asetik asit (% 2,16) iken bu asitlerin yanı sıra oktanoik asit de kefir üretimi sırasında artmıştır. Depolamanın 1. gününde kontrol kefirinde ise hekzanoik asit (% 12,54), oktanoik asit (% 4,66), asetik asit (% 7,70) ve bütanoik asit (% 4,45) en fazla oranda belirlenen asitler olmuşlardır. Bu asitlerden bütanoik, hekzanoik ve oktanoik asitler yağ orijinli olup; yağın hidrolizi sonucunda oluşmaktadırlar.



Şekil 4.10. Kefirlerde toplam asit oranları

Çizelge 4.12. Kefirlerde depolama süresince asit bileşenleri (% relatif değerler)

Asitler	R. T.	R. I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Asetik Asit	19,21	1564	2,06±0,35	0,14±0,02	1	8,34±1,12 ^{c,C}	5,03±0,65 ^{b,c,B}	2,36±0,26 ^{a,b,A}	***	***
					7	10,78±1,90 ^{d,C}	5,79±1,46 ^{c,B}	3,31±0,84 ^{c,A}	***	
					14	6,45±1,52 ^{b,B}	4,18±1,04 ^{b,A}	3,04±0,40 ^{b,c,A}	***	
					21	2,08±0,12 ^{a,A}	2,66±0,32 ^{a,B}	2,24±0,65 ^{a,A,B}	Ö.D.	
					ort	6,91±1,17 ^C	4,42±0,87 ^B	2,74±0,54 ^A	***	
					P ²	***	***	*		
Bütanoik Asit	23,56	1925	2,86±0,02	-	1	4,82±0,87 ^{c,C}	2,01±0,68 ^{b,B}	1,18±0,18 ^{b,A}	***	***
					7	4,92±0,74 ^{c,B}	2,09±0,20 ^{b,A}	1,62±0,26 ^{c,A}	***	
					14	2,72±0,43 ^{b,B}	1,47±0,07 ^{a,A}	1,17±0,37 ^{b,A}	***	
					21	1,64±0,51 ^{a,B}	1,16±0,39 ^{a,A}	0,78±0,04 ^{a,A}	**	
					ort	3,52±0,64 ^B	1,68±0,34 ^A	1,19±0,21 ^A	***	
					P ²	***	**	***		
Hekzanoik Asit	28,46	>2100	2,91±0,01	-	1	13,58±1,33 ^{c,C}	6,22±0,79 ^{c,B}	3,15±0,62 ^{b,A}	***	***
					7	13,77±1,03 ^{c,C}	6,24±0,27 ^{c,B}	3,27±0,43 ^{b,A}	***	
					14	9,00±1,09 ^{b,C}	4,75±0,89 ^{b,B}	2,88±0,41 ^{b,A}	***	
					21	4,54±0,81 ^{a,C}	3,18±0,52 ^{a,B}	1,92±0,33 ^{a,A}	***	
					ort	10,22±1,06 ^C	5,10±0,62 ^B	2,81±0,45 ^A	***	
					P ²	***	***	***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.12. (Devam) Kefirlerde depolama süresince asit bileşenleri (% relatif değerler)

Asitler	R. T.	R. I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Oktanoik Asit	32,83	>2100	0,85±0,02	0,09±0,00	1	5,05±0,88 ^{b,C}	2,98±0,71 ^B	1,63±0,20 ^{a,b,A}	***	***
					7	6,69±1,44 ^{c,C}	2,98±0,26 ^B	1,79±0,13 ^{b,A}	***	
					14	5,09±0,71 ^{b,C}	2,36±0,39 ^B	1,79±0,10 ^{b,A}	***	
					21	2,74±0,99 ^{a,C}	2,28±0,85 ^{A,B}	1,43±0,28 ^{a,A}	*	
					ort	4,89±1,00 ^A	2,65±0,55 ^B	1,66±0,18 ^C	***	
					P ²	***	Ö.D.	*		
					1	1,38±0,28 ^{a,B}	0,76±0,08 ^{b,A}	0,55±0,08 ^{a,b,A}	***	***
Dekanoik Asit	36,78	>2100	0,63±0,01	0,07±0,00	7	1,47±0,22 ^{a,B}	0,82±0,10 ^{b,A}	0,69±0,09 ^{c,A}	***	
					14	0,97±0,04 ^{b,B}	0,72±0,09 ^{b,A}	0,59±0,06 ^{b,A}	***	
					21	0,69±0,09 ^{c,B}	0,53±0,08 ^{a,A}	0,47±0,01 ^{a,A}	***	
					ort	1,13±0,16 ^B	0,71±0,09 ^A	0,58±0,06 ^A	***	
					P ²	***	***	***		
					1	1,24±0,21 ^{b,B}	0,96±0,11 ^{a,b,A}	0,82±0,05 ^{b,A}	***	***
					7	1,83±0,38 ^{c,B}	1,08±0,19 ^{b,A}	0,92±0,18 ^{b,A}	***	
Benzoik Asit	40,32	>2100	-	-	14	1,48±0,12 ^{b,B}	0,78±0,21 ^{a,A}	0,67±0,10 ^{a,A}	***	
					21	0,93±0,19 ^{a,B}	0,74±0,17 ^{a,A}	0,56±0,08 ^{a,A}	**	
					ort	1,37±0,23 ^B	0,89±0,17 ^A	0,74±0,10 ^A	***	
					P ²	***	**	***		

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Asetik asit yağın hidrolizinden oluşabildiği gibi fermentasyon sırasında laktozdan ya da sitrik asitten oluşabilmektedir. Hem nane suyu ilavesi hem de depolama süresi asitlerin oranlarında azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.12; Şekil 4.10). Kefirlerde en fazla oranlarda belirlenen asitler daha önce yapılan çalışmalar arasında da farklılıklar göstermiştir. Irigoyen ve ark. (2012) kefirde en baskın olarak sırasıyla asetik, bütanoik ve hekzanoik asitleri belirlerken; Aghlara ve ark. (2009) ise yalnızca asetik ve bütanoik asitleri iz miktarda tespit etmişlerdir. Naneli kefirlerde nane suyu oranı arttıkça yağ asitlerinin önemli düzeyde azalması nane suyundaki bazı bileşenlerin kefir mikroflorasının lipolitik aktivitesi üzerine inhibe edici bir etki yaratmış olabilir.

4.3.3.7. Esterler

Çizelge 4.13'de gösterildiği gibi sütte hiçbir ester bileşenine rastlanmamasına rağmen kefirlerde 8 ester bileşeni belirlenmiştir. Esterlerden 4'ü yalnızca naneli kefirlerde tespit edilmiştir. Nane suyu ilavesi ise bazı esterlerin oranlarında bir azalmaya ve bazı esterlerin de sadece naneli kefirlerde ortaya çıkmasına neden olmuştur. Ancak kontrol örneği en fazla oranda ester bileşenine sahip olmuştur. Esterler alkoller ile kısa zincirli veya orta zincirli yağ asitlerinin kimyasal veya enzimatik reaksiyonu sonucunda oluşabildiği gibi (Molimard ve Spinnler, 1996) bazı mikroorganizmaların esteraz aktivitesi sonucunda da oluşabilmektedir. Ortamda yüksek konsantrasyonda etanol varlığı ise ester oluşumunu hızlandırmaktadır (Irigoyen ve ark., 2012).

Çalışmamızda kefirlerde depolamanın sonuna doğru ester bileşenleri oranlarının arttığı gözlemlenmiştir (Çizelge 4.13). Kefir aromasında önemli bir rol oynadığı belirtilen etil asetat (Irigoyen ve ark., 2012) en fazla oranda belirlenen ester olmasına rağmen; kefirlerde depolamanın 14. ve 21. günlerinde tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda da (Aghlara ve ark., 2009; Irigoyen ve ark., 2012) etil asetat kefirlerde baskın ester bileşeni olarak belirlenmiştir. Diğer esterler ise nispeten iz oranlarda belirlenmiştir. Özellikle depolamanın sonuna doğru esterlerde gözlemlenen artma aynı süreçte ester oluşturan yağ asitinin oranının azalmasıyla uyumlu olmaktadır. Ester bileşeni açısından naneli kefirler kontrol örneğinden etil bütanoat, hekzil bütanoat, *cis*-3-hekzenil izobütirat ve linolil propiyonat varlığıyla ayrılmışlardır.

Çizelge 4.13. Kefirlerde depolama süresince ester bileşenleri (% relatif değerler)

Esterler	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo gün	Kefirler			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Etil Asetat	5,82	905	-	-	1	-	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	2,02±0,33 ^C	1,70±0,06 ^B	1,15±0,23 ^A	***	
					21	9,68±1,09 ^C	2,79±0,48 ^B	1,00±0,20 ^A	***	
					ort	2,93± 0,71 ^B	1,12± 0,27 ^A	0,54± 0,21 ^A	**	
					P ²	***	***	***		
Etil Bütanoat	8,26	1047	-	-	1	-	-	-		
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	-	-	0,15±0,04		
					ort					
					P ²					
Etil Hekzanoat	13,25	1241	-	-	1	-	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	0,70±0,02 ^B	0,63±0,1 ^B	0,44±0,00 ^A	***	
					ort					
					P ²					
Hekzil Bütanoat	18,12	1491	-	-	1	-	-	0,19±0,03 ^a	***	***
					7	-	-	0,28±0,06 ^c	***	
					14	-	-	0,27±0,01 ^{b,c}	***	
					21	-	-	0,24±0,01 ^b	***	
					ort			0,24±0,03	***	
					P ²			***		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.13. (Devam) Kefirlerde depolama süresince ester bileşenleri (% relatif değerler)

Esterler	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo gün	Kefirler			P ¹	Depo*Nane
						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Etil Oktanoat	18,62	1524	-	-	1	-	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	0,88±0,11 ^C	0,31±0,03 ^B	0,20±0,02 ^A	***	
					21	1,22±0,27 ^B	0,43±0,04 ^A	0,32±0,05 ^A	***	
					ort	0,52±0,19 ^B	0,18±0,03 ^A	0,13±0,03 ^A	***	
					P ²	***	***	***		
cis-3-Hekzenil İzobütirat	19,33	1573	-	-	1	-	-	0,42±0,03 ^a	***	**
					7	-	-	0,45±0,00 ^{a,b}	***	
					14	-	-	0,43±0,09 ^a	***	
					21	-	-	0,52±0,06 ^b	***	
					ort			0,45±0,04	***	
					P ²			*		
Etil Dekanoat	23,68	1936	-	-	1	-	-	-		***
					7	-	-	-		
					14	-	-	-		
					21	0,17±0,02 ^B	0,17±0,01 ^B	0,14±0,01 ^A	**	
					ort					
					P ²	***	***	***	Ö.D.	
Linolil Propionat	24,66	2031	-	-	1	-	0,25±0,04 ^b	0,29±0,05 ^b	***	**
					7	-	0,23±0,03 ^b	0,25±0,06 ^{a,b}	***	
					14	-	0,17±0,02 ^a	0,22±0,04 ^a	***	
					21	-	0,16±0,03 ^a	0,20±0,02 ^a	***	
					ort		0,20±0,03	0,24±0,04	***	
					P ²		***	*		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

4.3.3.8. Kefir örneklerinde belirlenen diğer uçucu bileşenler

Çalışmada kefirlerde fenil grubuna ait bir bileşen olan metoksi fenil oksime tespit edilmiştir. Daha önce de belirtildiği üzere söz konusu bileşen sütün en fazla oranda tespit edilen uçucu bileşeni olmasına rağmen; kefir örneklerinde % 1 'in altında tespit edilmiştir. Muhtemelen bu bileşen fermentasyon sırasında parçalanmış olabilir. Fenoller ise yalnızca naneli kefirlerde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Kefirlerde belirlenen fenol oranları direkt olarak nanedeki fenol bileşeninin oranı ile ilişkili olmaktadır.

Hem nane suyunda hem de kefirlerde en fazla oranda belirlenen fenol *cis*-karveol'dür. Depolama süresi ise fenoller üzerine önemli bir etki yaratmamıştır. Fenolik bileşenlerin antialerjik (alerji önleyici) anti-arterojenik (damar tıkanıklığını önleyici), anti-inflammatör (iltihap önleyici), anti-mikrobiyal, antioksidant, anti-trombotik (kanın pıhtılaşmasını engelleyici) ayrıca kalbi koruyucu ve damar genişletici etki yarattığı belirtilmiştir (Benavente-Garcia ve ark., 1997; Manach ve ark., 2005; Middleton ve ark., 2000; Puupponen-Pimia ve ark., 2001; Samman ve ark., 1998).

Laktonlardan yalnızca Δ -dodekalakton depolama sırasında kefir örneklerinin hepsinde % 1 'in altında oranlarda tespit edilmiştir. Araştırmacılar laktonların fermente süt ürünlerinde az konsantrasyonlarda belirlenmesine rağmen ürünlerin karakteristik aromasında önemli rol oynadığını ifade etmişlerdir (Gomez-Miguez ve ark., 2007).

Bir benzen bileşeni olan sitiren ise Δ -dodekalakton gibi depolama sırasında kefir örneklerinin hepsinde tespit edilmiştir. Hem depolama periyodu hem de nane suyu ilavesi sitiren oranını önemli düzeyde etkileyerek bir azalmaya neden olmuştur (Çizelge 4.14). Daha önce yapılan bir çalışmada Aghlara ve ark. (2009) sitiren tespit etmemiş olup; Irigoyen ve ark. (2012) çalışmalarında tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.14. Kefirlerde depolama süresince fenil, fenol, lakton ve benzen bileşenleri (% relatif değerler)

Bileşenler	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
Fenil						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Metoksi-Fenil-Okzime	26,08	>2100	29,76±1,7	-	1	0,93±0,11 ^{b,C}	0,47±0,15 ^{c,B}	0,31±0,08 ^{a,b,A}	***	***
					7	0,83±0,02 ^{b,C}	0,52±0,04 ^{c,B}	0,42±0,11 ^{b,A}	***	
					14	0,54±0,09 ^{a,B}	0,33±0,07 ^{b,A}	0,31±0,14 ^{a,b,A}	**	
					21	0,48±0,22 ^{a,B}	0,22±0,02 ^{a,A}	0,25±0,01 ^{a,A}	**	
					ort	0,70±0,23 ^B	0,38±0,07 ^A	0,32±0,08 ^A	***	
					P ²	***	***	*		
Fenol										
<i>trans</i> -Karveol	28,32	>2100	-	1,47±0,28	1	-	0,54±0,03 ^{a,b}	0,82±0,09 ^b	***	**
					7	-	0,57±0,18 ^b	0,85±0,07 ^b	***	
					14	-	0,43±0,11 ^{a,b}	0,66±0,11 ^a	***	
					21	-	0,42±0,07 ^a	0,61±0,02 ^a	***	
					ort		0,49±0,10	0,74±0,07	***	
					P ²		Ö.D.	***		
<i>cis</i> -Karveol	28,99	>2100	-	3,81±0,30	1	-	1,29±0,34	1,92±0,49	***	Ö.D.
					7	-	1,22±0,29	1,76±0,33	***	
					14	-	1,20±0,19	1,70±0,48	***	
					21	-	1,10±0,16	1,57±0,16	***	
					ort		1,20±0,24	1,74±0,36	***	
					P ²		Ö.D.	Ö.D.		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır)

Çizelge 4.14. (Devam).Kefirlerde depolama süresince fenil, fenol, lakton ve benzen bileşenleri (% relatif değerler)

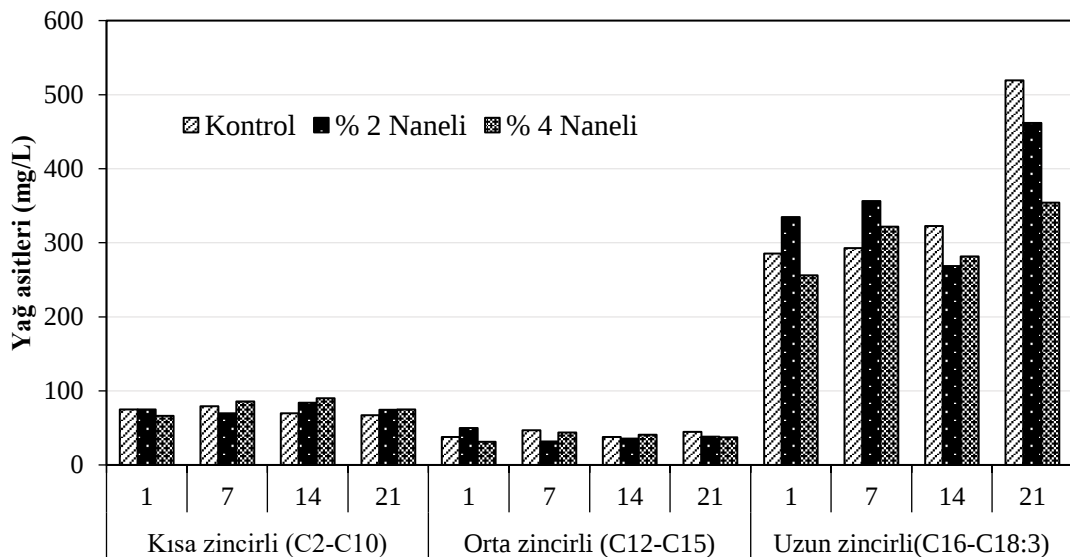
Bileşenler	R.T.	R.I.	Süt	Nane	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
Fenol						Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Eugenol	35,19	>2100	-	0,47±0,03	1	-	-	0,10±0,01	***	Ö.D.
					7	-	-	0,14±0,03	***	
					14	-	-	0,13±0,03	***	
					21	-	-	0,16±0,09	***	
					ort			0,13±0,04	***	
					P ²			Ö.D.		
Lakton										
Δ-Dodekalakton	35,91	>2100	0,60±0,03	-	1	0,42±0,10 ^{b,c,B}	0,35±0,10 ^{c,A,B}	0,28±0,08 ^{b,A}	Ö.D.	**
					7	0,51±0,08 ^{c,B}	0,30±0,03 ^{b,c,A}	0,27±0,05 ^{b,A}	***	
					14	0,39±0,09 ^{b,B}	0,27±0,05 ^{a,b,A}	0,26±0,06 ^{b,A}	**	
					21	0,22±0,05 ^a	0,21±0,05 ^a	0,18±0,02 ^a	Ö.D.	
					ort	0,38±0,08 ^B	0,28±0,06 ^A	0,25±0,05 ^A	***	
					P ²	***	**	*		
Benzen										
Sitiren	14,02	1275	-	-	1	3,31±0,23 ^{a,B}	1,86±0,50 ^{a,A}	1,48±0,31 ^{a,A}	***	***
					7	5,38±0,69 ^{c,C}	3,18±0,32 ^{b,c,B}	2,21±0,20 ^{b,A}	***	
					14	4,63±0,63 ^{b,C}	3,30±0,21 ^{c,B}	2,13±0,44 ^{b,A}	***	
					21	2,92±0,40 ^{a,B}	2,76±0,28 ^{b,B}	1,92±0,22 ^{b,A}	***	
					ort	4,06±0,49 ^C	2,78±0,33 ^B	1,94±0,29 ^A	***	
					P ²	***	***	**		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi,P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir.*P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D.: Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı, RI: Alıkonma indeksi (C5-C25 ve C7-C40 alkan standardı kullanılarak alıkonma zamanlarına göre hesaplanmıştır).

4.4. Süt ve Kefirlerde Serbest Yağ Asitleri

Sütte serbest yağ asitlerinin orijini kan, meme bezlerinde esterleşmemiş yağ asitlerinin süte transferi ve yağın hidrolizi sonucu olmaktadır. Kısa ve orta zincirli yağ asitleri rumendeki bakteriler tarafından oluşturulan asetat ve bütanat'tan meme bezinde sonradan sentezlendiği gibi uzun zincirli yağ asitleri ise beslenmeye bağlı olarak kan yoluyla geçmektedir (Walstra ve ark., 2006). Süt ürünlerinde ise serbest yağ asitleri sütteki miktara bağlı olmakla birlikte çoğunlukla yağın hidrolizi sonucunda oluşabilmektedir. Yağ asitleri direkt olarak aromaya katkı sağladığı gibi bazı aroma bileşenlerinin (ketonlar, esterler) oluşumunda da öncül rol oynamaktadırlar (Molimard ve Spinler, 1996; Hassan, Mona, ve ark., 2013).

Çalışmamızda sütte asetik asit ile birlikte 15 serbest yağ asiti belirlenirken; kefirlerde 17 serbest yağ asiti belirlenmiş (Çizelge 4.15) olup; kefiirlere ait kromatogram Ek 5' te verilmiştir. Sütte kısa ve orta zincirli yağ asitleri toplam yağ asitlerinin % 10,44'ünü ve % 10,39' unu oluştururken; uzun zincirli yağ asitleri % 79,19' unu oluşturmaktadır. Kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitleri sırasıyla toplam yağ asitlerinin kontrol kefirinde % 18,83, % 9,51, % 71,63' ünü; % 2 naneli kefirlerde % 16,29, % 10,83 ve % 72,88 'ini; % 4 naneli kefirlerde ise % 18,59, % 9,38 ve % 72,04'ünü oluşturmuştur (Çizelge 4.15; Şekil 4.11).



Şekil 4.11. Kefirlerde depolama süresince toplam kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitleri konsantrasyonu

Çizelge 4.15. Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt		Kefir			P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Asetik asit	11,37	10,57±2,14	1	56,29±21,33	50,34±5,56 ^{a,b}	47,79±19,00	Ö.D	Ö.D
			7	59,00±22,43	52,65±11,71 ^{a,b}	64,73±23,40	Ö.D	
			14	50,92±13,65	64,33±5,86 ^b	67,08±16,08	Ö.D	
			21	39,19±8,46 ^A	48,47±3,07 ^{a,A,B}	54,46±8,13 ^B	Ö.D	
			ort	51,35±16,85	53,95±8,95	58,51±17,05	Ö.D	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
			ort		54,60±14,28			
Bütirik asit	15,56	3,49±0,51	1	5,48±1,41	6,60±2,03	5,14±1,04	Ö.D	Ö.D
			7	6,11±2,10	5,02±0,25	6,39±2,39	Ö.D	
			14	5,10±0,41	5,56±0,07	6,26±2,90	Ö.D	
			21	6,87±1,09	6,47±0,27	5,57±0,41	Ö.D	
			ort	5,89±1,38	5,91±1,12	5,84±1,76	Ö.D	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
			ort		5,88±1,42			
Kaproik asit	20,29	2,97±0,43	1	4,35±0,93 ^a	5,34±1,29 ^a	4,20±0,61	Ö.D	Ö.D
			7	3,69±0,07 ^a	4,03±0,32 ^a	4,97±1,65	Ö.D	
			14	4,39±0,61 ^a	4,63±0,30 ^a	5,90±3,65	Ö.D	
			21	7,34±2,47 ^b	7,26±0,28 ^b	5,05±0,56	Ö.D	
			ort	4,94±1,87	5,31±1,40	5,03±1,85	Ö.D	
			P ²	*	**	Ö.D.		
			ort		5,09±1,71			

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt		Kefir			P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Kaprilik asit	24,54	2,53±0,26	1	3,30±0,40	4,43±0,86 ^{b,c}	3,38±0,89	Ö.D.	Ö.D.
			7	3,55±1,25	2,84±0,60 ^a	3,38±1,42	Ö.D.	
			14	3,40±0,82	3,53±0,76 ^{a,b}	4,48±3,13	Ö.D.	
			21	5,70±2,01	5,33±0,39 ^c	3,93±0,86	Ö.D.	
			ort	3,99±1,50	4,03±1,13	3,79±1,63	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	**	Ö.D.		
				ort 3,93±1,42				
Kaprik asit	28,43	3,98±1,02	1	5,56±1,33	8,07±1,92 ^b	5,58±1,82	Ö.D.	Ö.D.
			7	6,92±3,24	5,10±0,91 ^a	6,41±3,37	Ö.D.	
			14	6,05±1,13	5,94±1,13 ^{a,b}	6,53±3,77	Ö.D.	
			21	8,09±1,57	6,81±0,43 ^{a,b}	5,94±1,34	Ö.D.	
			ort	6,66±1,98	6,48±1,55	6,11±2,39	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 6,41±1,97				
Laurik asit	31,99		1	7,24±1,71	10,39±2,53 ^b	6,91±2,30	Ö.D.	Ö.D.
			7	9,49±5,55	6,17±1,50 ^a	9,05±5,63	Ö.D.	
			14	7,36±1,41	7,57±1,26 ^{a,b}	8,28±4,89	Ö.D.	
			21	9,51±1,76	7,86±0,59 ^{a,b}	7,43±1,54	Ö.D.	
			ort	8,40±2,89	8,00±2,11	7,92±3,50	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.	
				ort 8,10±2,83				

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt		Kefir			P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Miristik asit	35,3	15,90±3,95	1	25,96±7,92	33,87±9,42 ^b	22,16±6,51	Ö.D.	Ö.D.
			7	32,29±15,60	21,18±4,13 ^a	29,90±16,27	Ö.D.	
			14	25,36±3,87	23,88±3,76 ^{a,b}	27,00±14,97	Ö.D.	
			21	28,34±2,04	23,85±1,68 ^{a,b}	24,68±3,57	Ö.D.	
			P ²	27,99±8,20	25,69±6,92	25,94±10,38	Ö.D.	
				Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
Cis-7-Tetradekenoik asit	36,01	1,24±0,02	ort	26,54±8,50				Ö.D.
			1	2,08±0,55	2,37±0,46 ^a	2,08±0,55	Ö.D.	
			7	2,27±0,60	2,21±0,62 ^a	2,41±0,75	Ö.D.	
			14	2,73±1,35	2,06±0,34 ^a	2,54±1,31	Ö.D.	
			21	4,12±2,32	4,37±0,38 ^b	2,97±0,94	Ö.D.	
			P ²	2,80±1,46	2,75±1,06	2,50±0,86	Ö.D.	
Pentadekanoik asit	36,86	1,71±0,06		Ö.D.	***	Ö.D.		Ö.D.
			ort	2,68±1,12				
			1	2,57±0,91	3,10±0,72 ^b	2,20±0,93	Ö.D.	
			7	2,66±1,19	1,99±0,41 ^a	2,64±1,29	Ö.D.	
			14	2,45±0,43	2,14±0,22 ^a	2,78±1,32	Ö.D.	
			21	2,57±0,44	2,27±0,21 ^{a,b}	2,36±0,38	Ö.D.	
			ort	2,56±0,69	2,38±0,59	2,49±0,93	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
			ort	2,47±0,73				

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt	Kefir				P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Palmitik asit	38,55	71,03±1,39	1	101,05±34,00	125,07±41,71 ^b	78,61±17,53	Ö.D.	Ö.D.
			7	89,35±4,99 ^B	73,94±4,99 ^{a,A}	76,46±1,24 ^A	**	
			14	91,04±10,40	92,56±14,73 ^{a,b}	89,01±35,61	Ö.D.	
			21	100,47±12,01	86,36±4,04 ^{a,b}	89,99±8,44	Ö.D.	
			ort	95,48±17,08	94,48±27,43	83,52±18,42	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
			ort 91,16±20,97					
Cis-9-Hekzadekenoik asit	39,18	4,35±0,06	1	7,03±0,48 ^a	8,51±1,93 ^a	7,04±1,20	Ö.D.	Ö.D.
			7	7,57±2,50 ^{a,b}	8,16±4,94 ^a	8,58±3,23	Ö.D.	
			14	8,75±5,22 ^{a,b}	5,92±0,86 ^a	8,15±4,63	Ö.D.	
			21	16,74±7,61 ^b	18,88±0,93 ^b	11,22±5,97	Ö.D.	
			ort	5,79±1,67	10,37±5,73	8,75±3,89	Ö.D.	
			P ²	Ö.D.	**	Ö.D.		
			ort 8,30±3,76					
Heptadekanoik asit	40,55	2,07±0,29	1	2,59±0,65 ^b	3,62±1,44 ^b	2,34±0,44 ^b	Ö.D.	**
			7	1,83±0,28 ^a	1,55±0,24 ^a	1,57±0,30 ^a	Ö.D.	
			14	1,80±0,18 ^{a,A}	3,37±1,23 ^{b,B}	1,58±0,49 ^{a,A}	Ö.D.	
			21	2,89±0,15 ^{b,B}	1,23±0,19 ^{a,A}	1,47±0,13 ^{a,A}	***	
			ort	2,28±0,59	2,44±1,38	1,74±0,48	Ö.D.	
			P ²	*	*	Ö.D.		
			ort 2,15±0,82					

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt		Kefir			P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Stearik asit	43,13	33,45±4,58	1	50,56±17,89	60,55±20,09	37,34±1,97	Ö.D.	Ö.D.
			7	51,69±2,58 ^B	45,24±11,78 ^{A,B}	35,48±3,48 ^A	Ö.D.	
			14	43,09±2,07	55,02±14,88	39,42±13,64	Ö.D.	
			21	46,42±4,30 ^B	34,95±2,76 ^A	38,94±0,81 ^A	**	
			ort	47,94±8,74 ^B	48,94±15,63 ^B	37,79±6,28 ^A	*	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
				ort 44,89±10,22				
Oleik asit	43,99	56,27±5,78	1	107,42±21,55 ^a	119,05±44,78 ^a	114,59±4,64 ^a	Ö.D.	***
			7	127,66±8,81 ^{a,A}	197,22±36,24 ^{b,B}	172,14±13,69 ^{b,c,A,B}	*	
			14	158,49±58,36 ^a	98,95±4,08 ^a	126,98±21,66 ^{a,b}	Ö.D.	
			21	317,34±32,00 ^{b,B}	285,12±3,05 ^{c,B}	185,60±48,52 ^{c,A}	**	
			ort	177,73±91,39	175,08±80,50	149,83±38,95	Ö.D.	
			P ²	***	***	*		
				ort 167,55±70,18				
Konjuge linoleik asit	44,31	-	1	5,12±0,54 ^b	4,59±0,78 ^d	4,13±1,42 ^{a,b}	Ö.D.	***
			7	2,47±0,29 ^a	3,24±0,04 ^c	2,99±1,35 ^{a,b}	Ö.D.	
			14	4,73±0,07 ^{b,B}	2,36±0,24 ^{b,A}	2,41±0,13 ^{a,A}	***	
			21	2,19±0,49 ^{a,B}	1,42±0,20 ^{a,A}	4,85±0,02 ^{b,C}	***	
			ort	3,63±1,41	2,90±1,27	3,60±1,30	Ö.D.	
			P ²	***	***	Ö.D.		
				ort 3,38±1,33				

a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

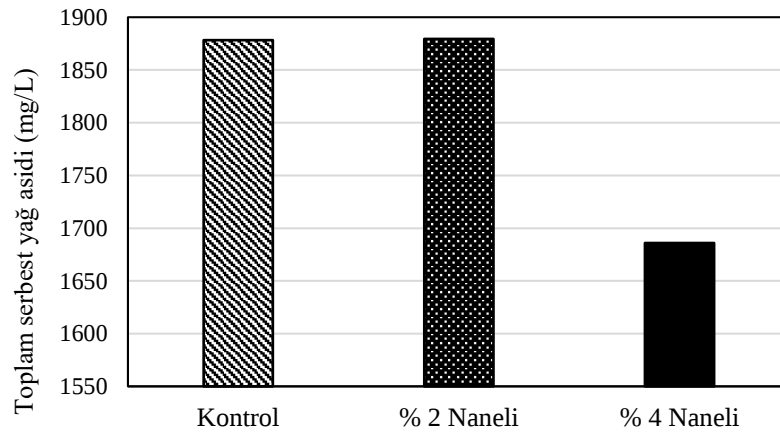
Çizelge 4.15. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirlerde asetik asit ve serbest yağ asitleri (mg/L±sd)

Serbest yağ asitleri	R.T.	Süt		Kefir			P ¹	Nane*Depo
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Linoleik asit	45,63	11,24±0,29	1	10,56±3,12 ^a	11,05±3,52 ^a	9,50±0,24 ^a	Ö.D.	Ö.D.
			7	10,91±0,98 ^{a,A}	22,41±7,26 ^{b,B}	19,06±3,80 ^{b,A,B}	Ö.D.	
			14	13,28±5,89 ^{a,b}	9,34±0,33 ^a	12,10±3,83 ^{a,b}	Ö.D.	
			21	27,90±14,52 ^b	27,63±0,92 ^b	16,29±5,34 ^{a,b}	Ö.D.	
			P ²	15,66±10,11	17,61±8,72	14,24±5,03	Ö.D.	
				*	***	*		
Linolenik asit	48,93	-		ort 15,84±7,95				
			1	1,08±0,23 ^{a,A}	2,18±1,09 ^{a,A,B}	2,58±0,02 ^{b,B}	Ö.D.	Ö.D.
			7	1,39±0,25 ^{a,A}	4,37±1,50 ^{b,B}	5,56±0,07 ^{c,B}	**	
			14	1,31±0,16 ^{a,A}	1,18±0,02 ^{a,A}	1,71±0,06 ^{a,B}	***	
			21	5,18±2,95 ^b	6,37±1,12 ^b	5,67±0,02 ^d	Ö.D.	
			ort	2,24±2,18	3,52±2,29	3,88±1,84	Ö.D.	
	P ²	*	**	***				
Toplam				ort 3,21±2,10				
				1878,25	1879,41	1683,71		

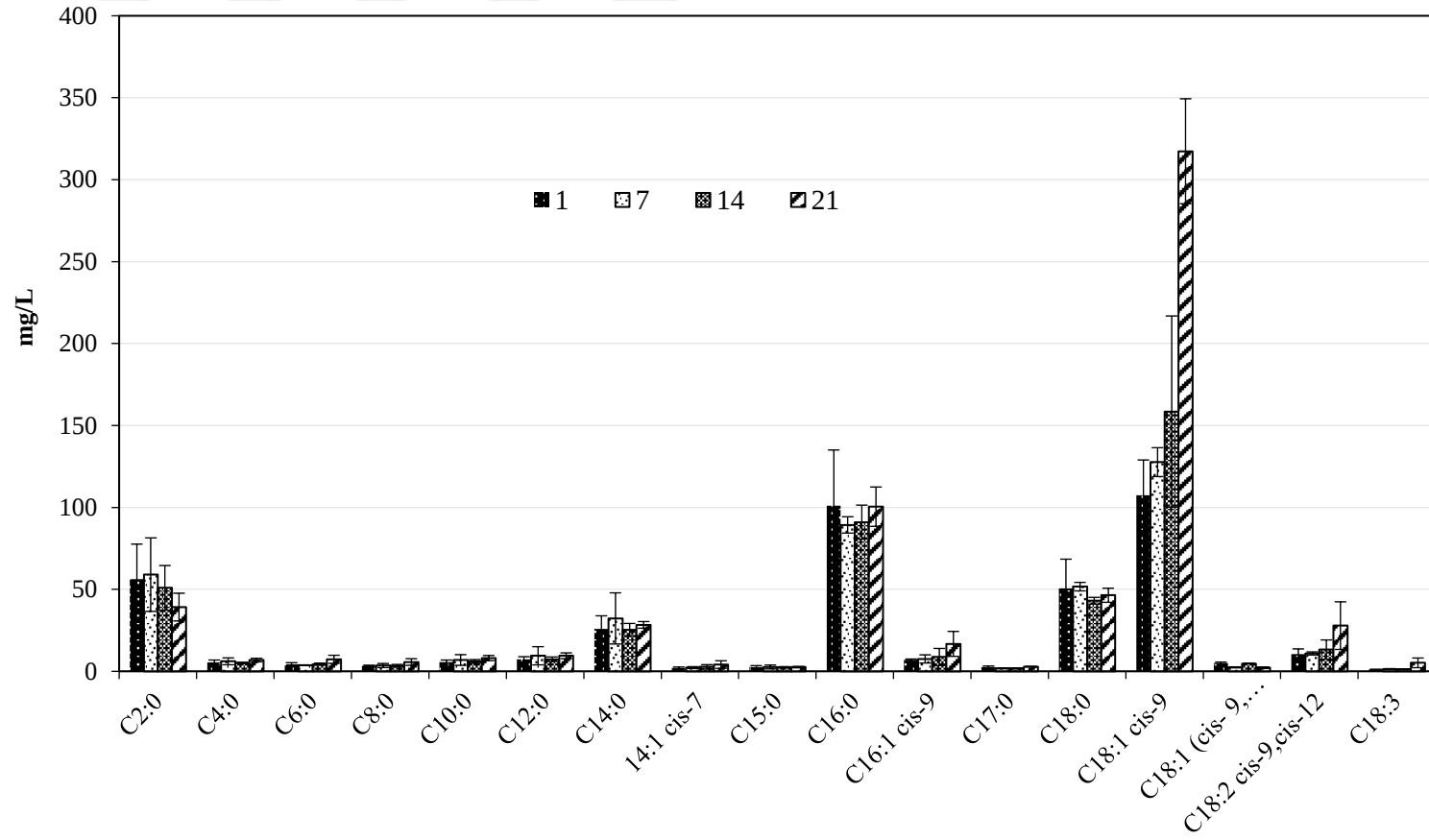
a,b,c,d : Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıklar ve P²: Depolama günlerindeki farklılığı, göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: Depo Nane interaksyonu

Sütte en fazla miktarda belirlenen serbest yağ asitleri palmitik asit (71,03 mg/L), oleik asit (56,27 mg/L), stearik asit (33,45 mg/L), miristik asit (15,90 mg/L) ve linoleik asit (11,24 mg/L) olup; toplam yağ asitlerinin sırasıyla % 31,51, % 24,97, % 14,84, % 7,05 ve % 4,99' unu oluşturmuştur. Kefir örneklerinde ise en fazla belirlenen asitler oleik asit (113,69 mg/L), palmitik asit (101, 58 mg/L), asetik asit (51,47 mg/L), stearik asit (49,48 mg/L), miristik asit (27,33 mg/L) ve linoleik asit (10,37 mg/L) olup; toplam yağ asitlerinin sırasıyla % 28,11, % 25,12, % 12,73, % 12,24, % 6,76 ve % 2,56 'ine karşılık gelmektedir. Hem süt hem de kefirde belirlenen başlıca yağ asitleri Güler, (2008)'in inek sütü ve bu süttten üretilen yoğurtlardaki serbest yağ asitleri dağılımına; Kavas (2015) ve Vieria ve ark., (2015)'in tam yağlı inek sütü ile ürettikleri kefir örnekleriyle benzerlik göstermektedir. Süt ürünlerinin tat ve aromasından sorumlu olan kısa zincirli yağ asitlerinden bütanoik asit (C:4), kaproik asit (C:6), kaprilik asit (C:8) ve kaprik asit (C:10) depolama süresince tüm kefir örneklerinde artma eğilimi göstermesine karşın; asetik asit azalma eğilimi göstermiştir. Kontrol örneğine kıyasla nane suyu ilavesi, kefirlerin kısa zincirli ve orta zincirli yağ asitlerinde istatistiksel olarak önemli bir farklılık yaratmamıştır (Şekil 4.11). Uzun zincirli yağ asitlerinden linolenik asit sütte belirlenmemesine rağmen kefir örneklerinde tespit edilmiş olup; hem nane ilavesi hem de depolama süresi linolenik asit içeriğini önemli düzeyde etkileyerek bir artışa neden olmuştur (Çizelge 4.15). Bu durum nane suyunun linolenik asit içeriğinden (Pereira ve ark., 2001) kaynaklanabildiği gibi laktik asit bakterileri ile birlikte kefirde bulunan bazı mayaların (*Candida torulopsis*,) ektsra selüler lipaz aktivitesine (Tamime, 2006) ya da kefir kültüründe bulunan bazı bakteriler ya da mayaların desaturaz aktivitesine sahip olmalarından (Vieria ve ark., 2015) kaynaklanabilir. Örneğin en düşük ortalama stearik asit içeriğine sahip örnek olan % 4 naneli kefir aynı zamanda en yüksek linolenik asit düzeyi göstermiştir. Linolenik asit gibi sütte tespit edilemeyip, tüm kefir örneklerinde depolama sırasında tespit edilen diğer bir yağ asiti *cis 9, trans 11* linoleik asit (konjuge linoleik asit, CLA) olmuştur. Fermente ürünlerde bu asitin oluşumunda *Laktobasillus acidophilus* ve *Laktobasillus casei*'nin substrat olarak linoleik asidi kullandıkları ifade edilmiştir (Yadav ve ark., 2007). Bu buluş çalışmamızda elde edilen sonuçlarla da doğrulanmaktadır. Çünkü linoleik asidin en düşük olduğu örneklerde (kontrol ve % 4 naneli kefir) konjuge linoleik asit de en yüksek olmuştur. Diğer uzun zincirli yağ asitleri palmitik, stearik, oleik ve linoleik asitlerde fermentasyon süresince süte kıyasla artış

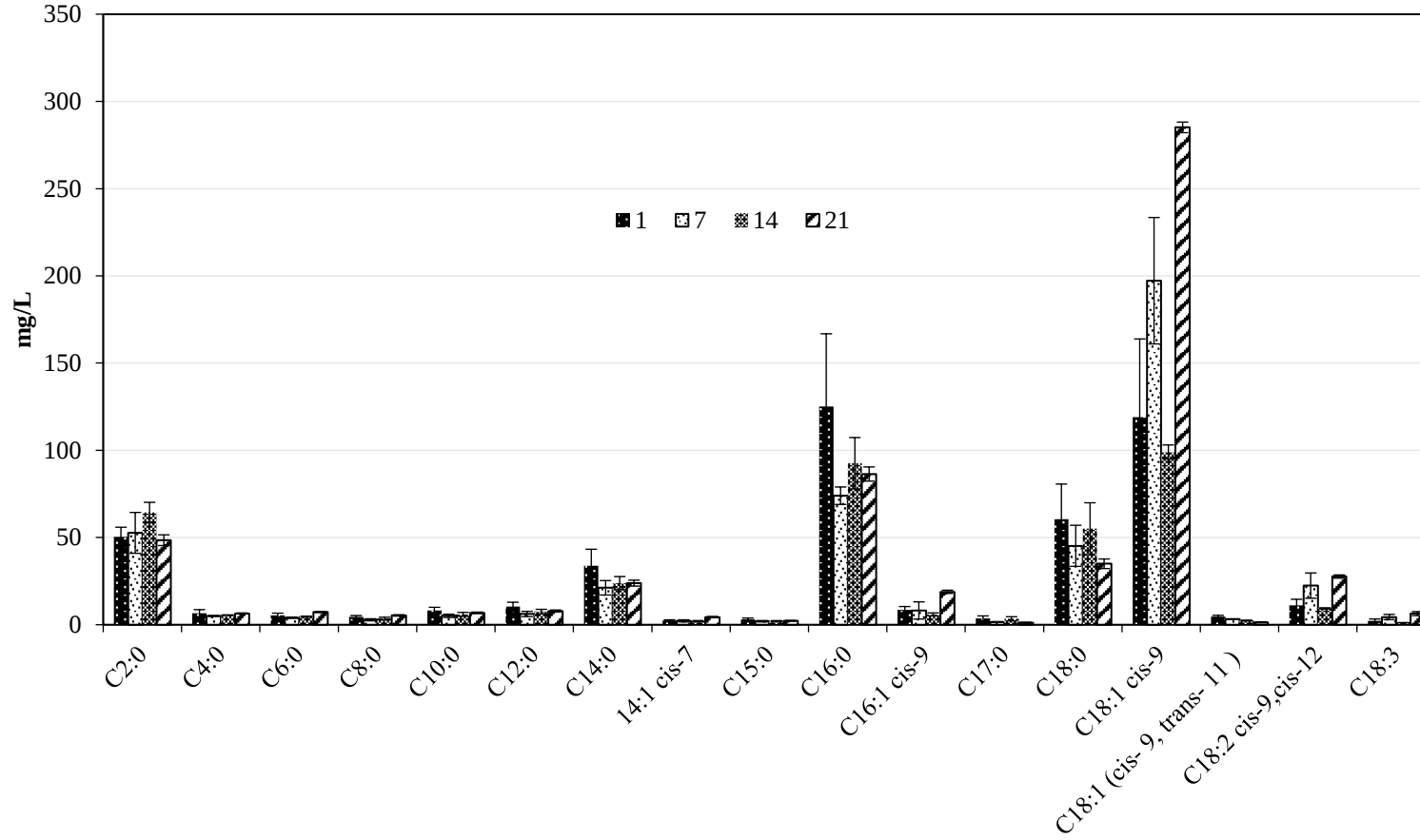
göstermiştir. Depolama periyodu sırasında kontrolle karşılaştırıldığında % 2 nane ilavesi anılan asitler üzerinde önemli bir etki yaratmazken; % 4 nane ilavesi bir azalmaya neden olmuştur. Muhtemelen nane suyu konsantrasyonunda artış maya ve bakterilerin lipolitik aktivitesi üzerine inhibitör bir etki yaratmış olabilir. Bu durumda strese giren laktik asit bakterileri ya da mayalar doymamışlık aktivitesinde bir artışa neden olabilirler (Guerzoni ve ark., 2001). Söz konusu değişim beslenme fizyolojisi açısından daha avantajlı olarak değerlendirilebilir. Bunun yanı sıra antimutajenik ve antikarsinojenik etki gösterdiği belirtilen (Nadathur ve ark., 1996; Molina ve ark., 2013); bütirik, palmitik, oleik ve konjuge linoleik asitler üzerine de sütün kefire dönüşümü pozitif bir etki yaratmıştır. Konjuge linoleik asit üzerinde yapılan bir çalışmada antikarsinojenik özelliğinin yanında hipokolesterolemik (kolesterol düşürücü) ve antiaterojenik (damar tıkanıklığını engelleyici) etkilerinin de olduğu belirtilmiştir (Ha ve ark., 1987; Ip ve ark., 1994; Miller ve ark., 1995). Çalışmamızda kefirlerde laktik asitin depolama sırasında artış göstermemesi muhtemelen serbest yağ asitlerinin artmasıyla açıklanabilir. Çünkü kefirde bulunabilen *Candida lipolitica*'nın kuvvetli bir lipolitik aktivite göstererek serbest yağ asitlerinde artışa neden olduğu ancak laktik asit bakterilerinin aktivitesini inhibe edebileceği belirtilmiştir (Gadaga, 2001). Muhtemelen nane suyu kefir mikroflorasında bir stres etkeni yaratmış olabilir. Dolayısıyla da belirlenen toplam serbest yağ asiti en fazla kontrol kefirinde sonra % 2 naneli kefirde ve en az % 4 naneli kefirde tespit edilmiştir (Şekil 4.12). Kontrol örneğinde serbest yağ asitlerinde depolama süresince düzenli bir artış gözlemlenmesine rağmen; % 2 ve % 4 naneli kefirlerde depolamanın 14. gününde depolamanın 7. gününe kıyasla bir azalma ve depolamanın sonunda tekrar bir artış gözlemlenmiştir (Şekil 4.13; 4.14; 4.15).



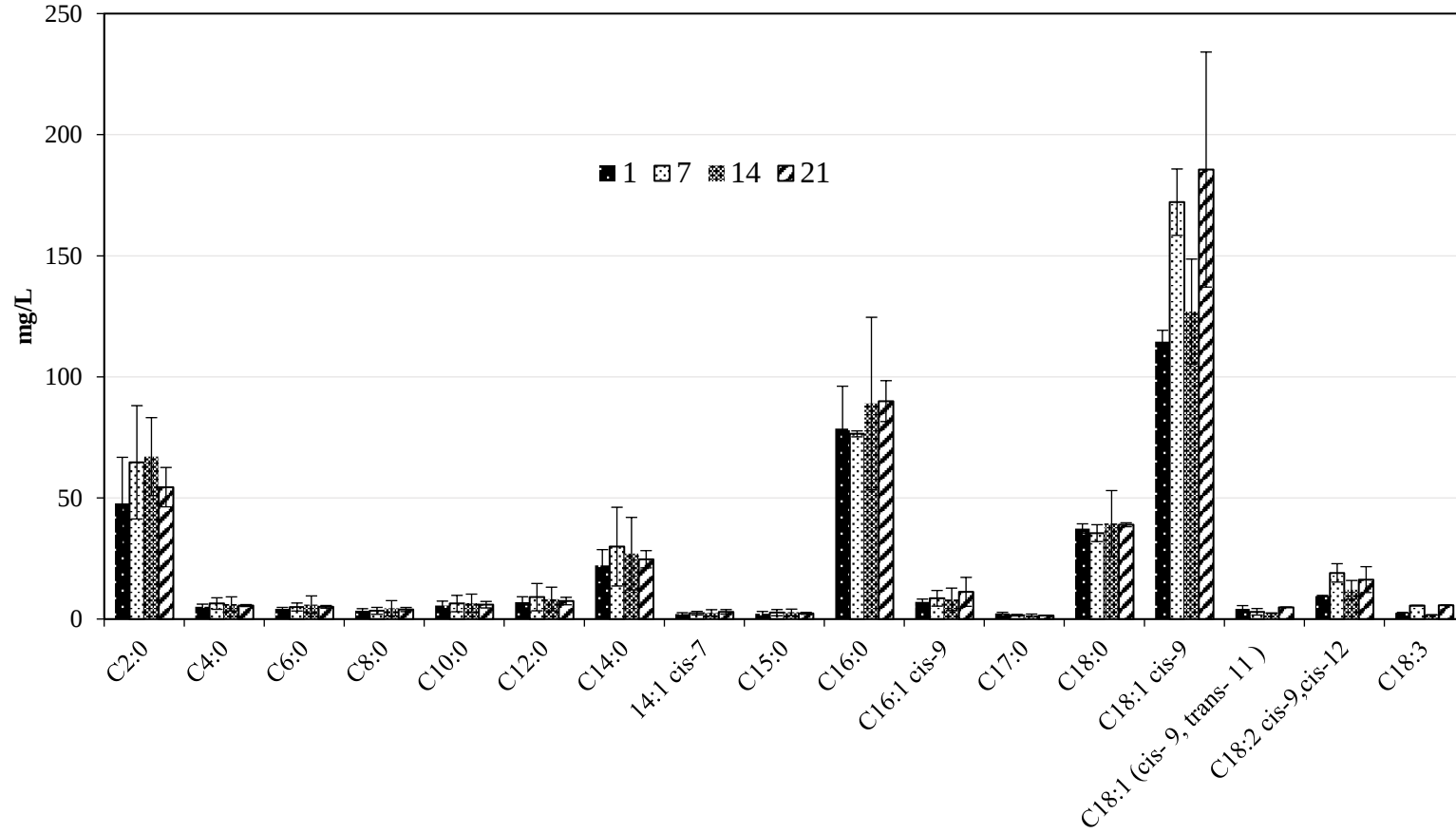
Şekil 4.12. Kefirlerde toplam serbest yağ asiti



Şekil 4.13. Kontrol kefirinde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu (mg/L)



Şekil 4.14. % 2 Naneli kefirde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu (mg/L)



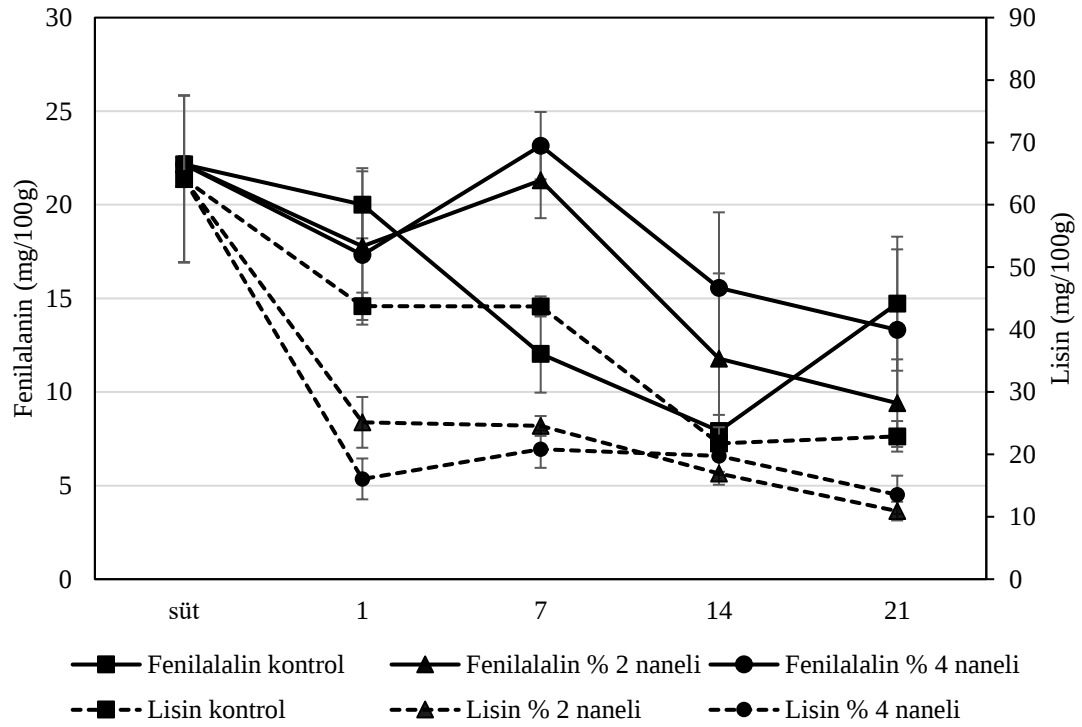
Şekil 4.15. % 4 Naneli kefirde depolama süresince asetik asit ve serbest yağ asitleri konsantrasyonu (mg/L)

4.5. Süt ve Kefirlerde Serbest Aminoasitler

Kefir mikroflorasındaki *Laktobasilluslar*, mayalar gibi mikroorganizmalar tarafından üretilen proteolitik enzimler vasıtasıyla, kazein ve peptitleri parçalayarak serbest amino asitlerin oluşmasında önemli rol oynarlar. Proteoliz sonucu oluşan serbest amino asitler serbest yağ asitleri gibi fermente süt ürünlerinin tadını direkt olarak etkileyebildikleri gibi, tat ve aromaya katkı sağlayan bazı uçucu bileşenlerin oluşması için de öncü rol oynamaktadırlar (Bassoli ve ark., 2014; Mikulec ve ark., 2010). Fermente süt ürünlerinde amino asit profili ve konsantrasyonu kullanılan sütün çeşidine, üretim yöntemine, starter kültür kompozisyonuna ve inokülasyon oranına depolama koşullarına bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir (Tamime ve Robinson, 2001; Simova ve ark., 2006; Güler ve ark., 2016).

Çizelge 4.16' da gösterildiği gibi süt ve kefir örneklerinde 20 temel serbest amino asit tespit edilmiştir. Sütün kefir kültürü ile fermentasyonu sonrasında süte kıyasla aspartik asit, glisin, arjinin, treonin, alanin, valin, metiyonin, izolösin amino asitlerinde artma; prolin, sistein, lösin, fenil alanin, triptofan, lisinde azalma gözlemlenirken; glutamik asit, asparajin, serin, glutamin, histidin, tirozin, metiyonin konsantrasyonlarında önemli bir değişim tespit edilmemiştir. Kefirlerde depolama sırasında ortalama olarak kontrol kefirinde en fazla belirlenen amino asitler azalan sıraya göre lisin (33,02 mg/100g), alanin (18,44 mg/100g), sistein (16,26 mg/100g), arjinin (14,20 mg/100g), fenil alanin (13,67 mg/100g), glutamik asit (13,07 mg/100g), metiyonin (10,35 mg/100g), serin (10,26 mg/100g) ve glutamin (10,13 mg/100g) iken; % 2 naneli kefirde arjinin (33,81 mg/100g), lisin (19,39 mg/100g), sistein (16,11 mg/100g), fenil alanin (15,07 mg/100g), glutamik asit (13,93 mg/100g), serin (10,70 mg/100g), triptofan (9,80 mg/100g), glutamin (9,70 mg/100g) ve treonin (9,61 mg/100g); % 4 naneli kefirde ise arjninin (38,95 mg/100g), lisin (17,55 mg/100g), fenil alanin (17,34 mg/100g), sistein (16,33 mg/100g), glutamik asit (14,01 mg/100g), treonin (13,02 mg/100g), lösin (11,85 mg/100g) ve glutamin (11,18 mg/100) amino asitleri olmuştur. Başlıca belirlenen amino asitler kontrol, % 2 ve % 4 naneli kefirlerde sırasıyla toplam serbest amino asitlerin % 71,57 % 71,06 ve % 69,73'ünü oluşturmaktadır. Esansiyel bir amino asit olan lisin, hem sütte hem de kontrol kefirinde başlıca amino asit olarak tespit edilmiştir. Kefirlerin yüksek lisin içeriği UHT süttten kaynaklanabilir. Çünkü yüksek ısı işlem ve

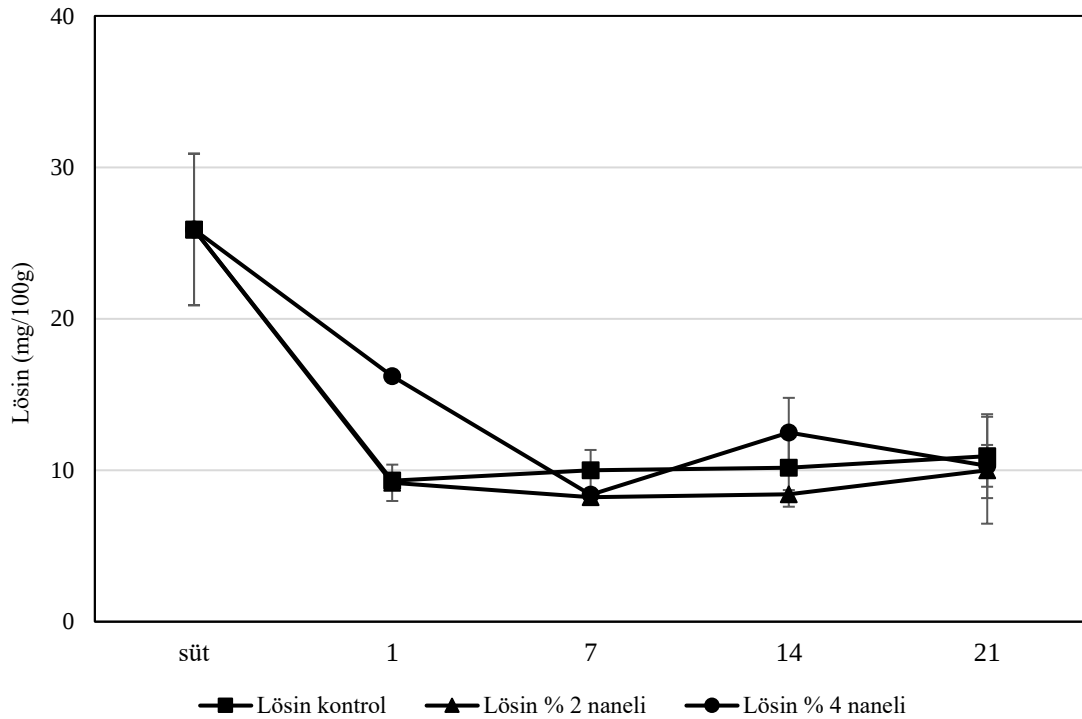
homojenizasyon ile birlikte UHT işlemi proteinlerde deformasyonlara özellikle indirgen gruba sahip lizin amino asitinin açığa çıkmasına neden olabilir. Ancak depolama tüm kefir örneklerinde lizin miktarında önemli düzeyde bir azalmaya neden olmuştur (Şekil 4.16). Bu durum kefir mikroflorası tarafından lizin kullanılmış olmasından kaynaklanabilir (Sands ve Hankin, 1976). Kontrol , % 2 ve % 4 naneli kefirlerde sırasıyla lizin toplam amino asitlerin % 20,46; % 12,46 ve % 8,19 ‘unu oluşturmuştur. Bu tespit daha önce yapılan çalışmalarla (Liutkevičius ve Sarkinas, 2004; Irigoyen ve ark., 2012) benzerlik göstermiştir. Kefire nane suyu ilavesi lizin amino asiti miktarını etkilemiş olup; nane suyu oranının artış göstermesiyle lizin miktarında azalma gözlemlenmiştir (Şekil 4.16).



Şekil 4.16. Sütte ve depolama süresince kefirlerde lizin ve fenilalanin konsantrasyonu

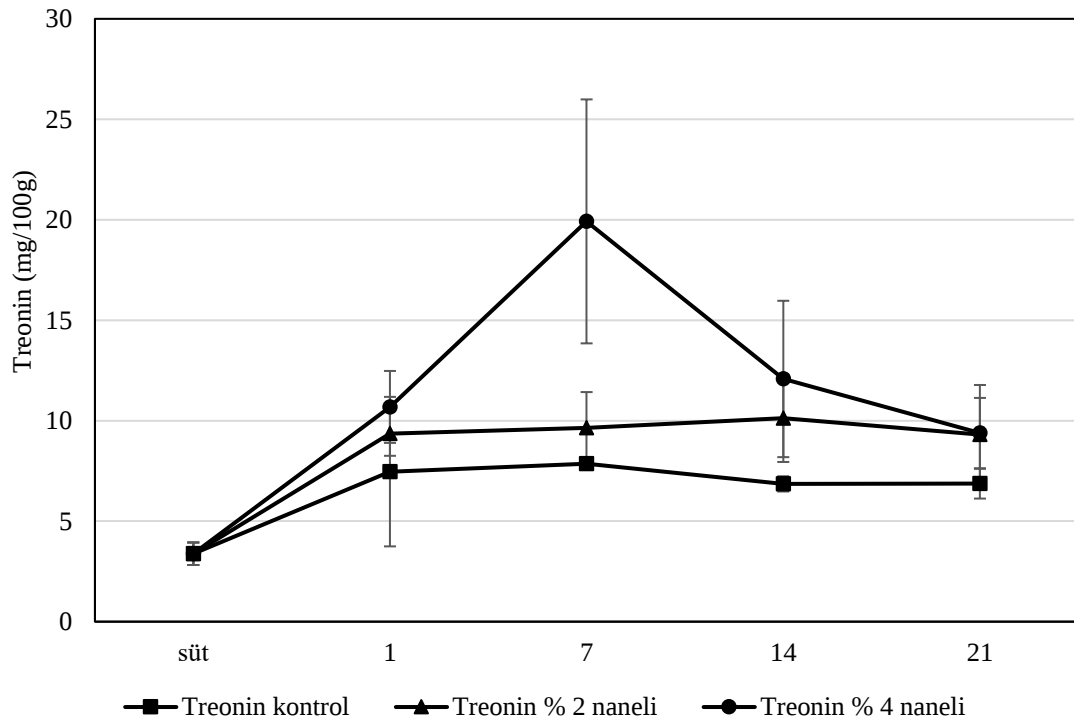
Aromatik bir amino asit olan fenil alanin 21 gün depolanan kefir örneklerinde ikinci en baskın (15,36 mg/100g) esansiyel amino asit olarak tespit edilmiştir. Fenil alanin fermentasyon sonrasında süte kıyasla hafif bir azalma göstermiş olup; depolama sırasında ise artma ya da azalma yönünde düzenli bir eğilim kefir örneklerinde göstermemiştir. Ancak depolamanın sonlarına doğru depolamanın başlangıcına kıyasla daha düşük düzeyde fenil alanin kefir örneklerinde tespit edilmiştir (Şekil 4.16). En yüksek

fenilalanin içeriği % 4 nane suyu ilaveli kefirde gözlemlenmiştir. Depolamanın 1. gününde kontrol, % 2 ve % 4 naneli kefirde fenil alanin toplam amino asitlerin sırasıyla % 9,35; % 8,31 ve % 8,10' unu oluştururken depolamanın 21. gününde % 8,07; % 5,44 ve % 7,43'ünü oluşturmuştur. Herbir kefir örneğinde depolamanın sonunda depolamanın başlangıcına kıyasla söz konusu azalma, fenil alanin kefir mikroflorası tarafından (*laktokoklar*, *laktobasiller*) aromatik uçucu bileşenler olan benzenaldehit, fenil asetaldehit ve fenil etanole dönüşmesinden kaynaklanabilir (McSweeney, 2004). Çünkü en düşük fenil alanin içeriğine sahip olan kontrol kefirinde en yüksek oranda benzaldehit tespit edilmiştir. Kefir örneklerinde fenil alanin 7,92 mg/100g ile 23,16 mg/100g arasında değişim göstermiş olup; ortalama 15,36 mg/100g olarak bulunmuştur. Bunlar daha önce yapılan çalışmalarda (Benmisira ve ark., 2012; Irigoyen ve ark., 2012) belirlenen değerlerden (1,48 ve 3,27 mg/100g) yüksek tespit edilmiştir. Bu durum kefir üretiminde kullanılan sütün yüksek fenil alanin içeriğiyle ilişkili olabilir. Bunun da hayvanların beslenmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü esansiyel bir amino asit olan fenil alanini hayvanlar ve insanlar sentezleyemezler fakat bitkiler ve bazı organizmalar onu üretebilir.



Şekil 4.17. Sütte ve depolama süresince kefirlerde lösin konsantrasyonu

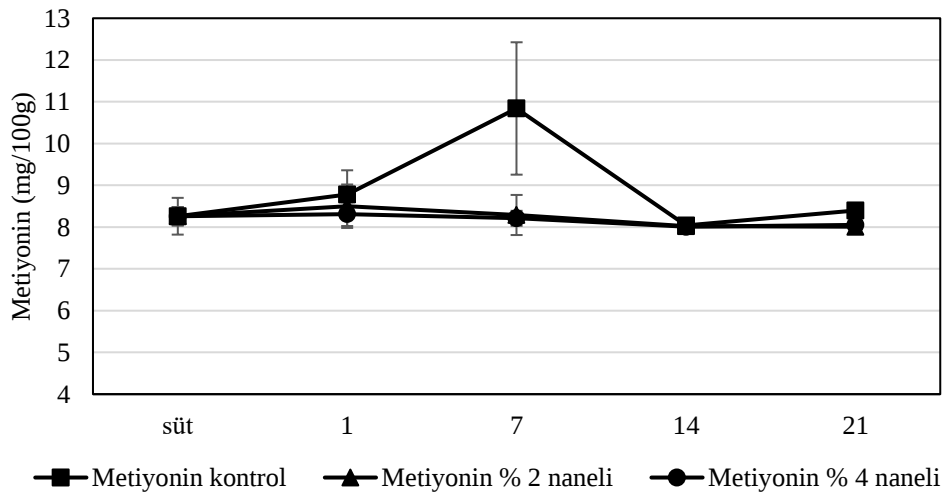
Pürüvat amino asiti grubundan olan lösin amino asiti ise kefir örneklerinde üçüncü en fazla belirlenen esansiyel amino asit olup; fermentasyon sırasında, önemli düzeyde azalmıştır (Şekil 4.17). Bu değişim lösinin, 3-metil bütanamine, 3-metil pentanoik asite, izovalerik asite ya da transaminasyon ya da dekarboksilasyon üzerinden 3-metil bütanale onun da okside olarak 3-metil bütanoik asite ya da indirgenerek 3-metil bütanole dönüşmesinden kaynaklanabilir (McSweeney, 2004). Bu tespitlerle uyumlu olarak kefir örneklerinde 3-metil-1-bütanol yüksek oranda belirlenmiştir (Çizelge 4.7) Ortalama lösin içeriği 10,3 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Söz konusu değer daha önce bulunan değerlerin arasında olmasına rağmen, Benmisira ve ark. (2012) 3380 mg/100g gibi çok yüksek bir değer belirlerken; Irigoyen ve ark. (2012) ise 1,22 mg/100g gibi düşük bir değer belirlemişlerdir.



Şekil 4.18. Sütte ve depolama süresince kefirlerde treonin konsantrasyonu

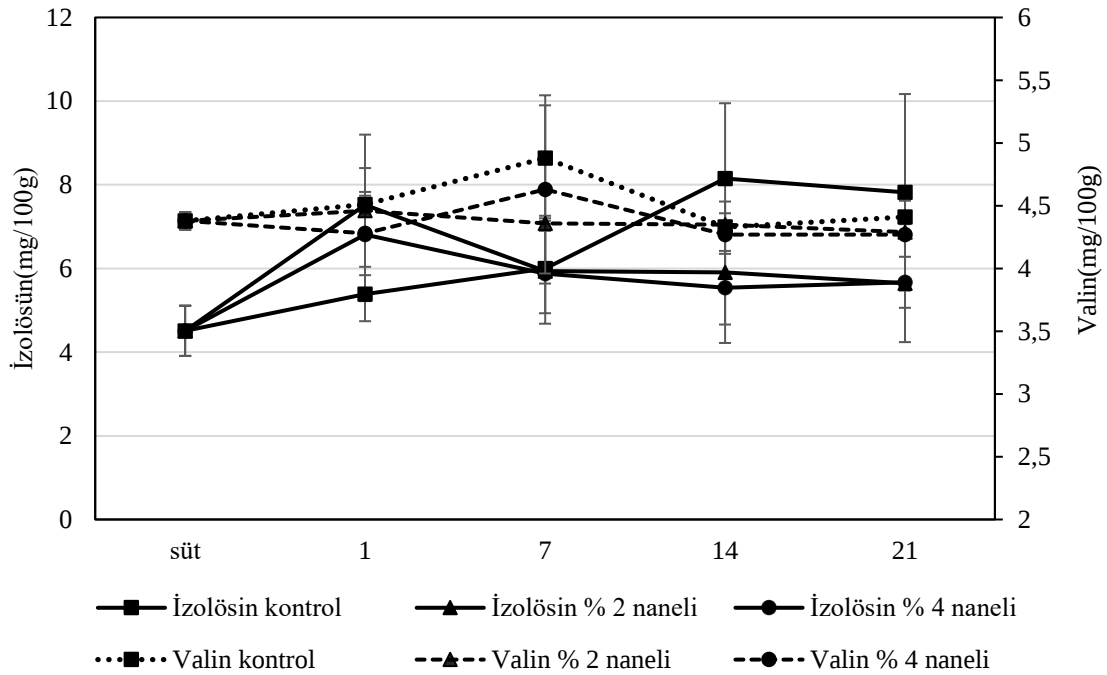
Fenil alanin ve lösin esansiyel amino asitlerini miktar bakımından treonin ve triptofan takip etmiştir. Treonin, fermentasyon süresi sonunda süte kıyasla kefirlerde ortalama olarak yaklaşık 2 kat artarak önemli düzeyde ($P<0,001$) bir yükselme göstermiştir. Depolamanın 1. gününde kefir örnekleri arasında treonin açısından önemli düzeyde bir farklılık gözlemlenmezken, depolamanın 7. 14. ve 21. günlerinde naneli

kefirlerde treonin miktarı daha fazla belirlenmiştir (Şekil 4.18). Ayrıca 21 günlük depolama süresince treonin, % 4 naneli kefirde önemli düzeyde azalırken; kontrol ve % 2 naneli kefirlerde azalma eğilimi göstermiş fakat istatistiksel olarak önemli bir azalma gözlemlenmemiştir. Zourari ve ark. (1992) treoninin, treonin aldolaz enzimi vasıtasıyla asetaldehite dönüşebileceğini belirtmiştir. Ancak çalışmamızda asetaldehit belirlenmemesine rağmen onun etanole dönüşmüş olabileceği düşünülmektedir. Depolama süresince treonin amino asitinin kefir örneklerinde azalması ve etanol miktarının artması düşüncemizi desteklemektedir. Nane suyu ilavesi ise kefir örneklerinde treonin düzeyini etkilemiştir. Nane suyu oranının artması kefirin treonin içeriğinde bir artışa neden olmuştur. Irigoyen ve ark. (2012) ile Simova ve ark. (2006) kefir örneklerinde treonin miktarını 0,21 mg/100g ile 0,19 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Triptofan ise kontrol örneği hariç naneli kefirlerde depolamanın sonunda, başlangıcına kıyasla önemli düzeyde azalmıştır. Kontrol kefirinde depolama sırasında artma ya da azalma şeklinde bir eğilim göstermemiştir. Kefirlerde, triptofan amino asiti diğer aromatik amino asitlerden fenil alaninden az, tirozinden ise daha fazla miktarda tespit edilmiştir. Kefirlerin ortalama triptofan içeriği Irigoyen ve ark. (2012)'lerinin belirlediği değerden (3,37 mg/100g) daha yüksek çıkmıştır. Aslında esansiyel bir amino asit olan triptofanın kefirlerde yüksekliği bebeklerin gelişimi ve yetişkinlerde azot dengesi ve sinir sistemi üzerine olan olumlu etkilerinden dolayı avantaj olarak değerlendirilebilir.



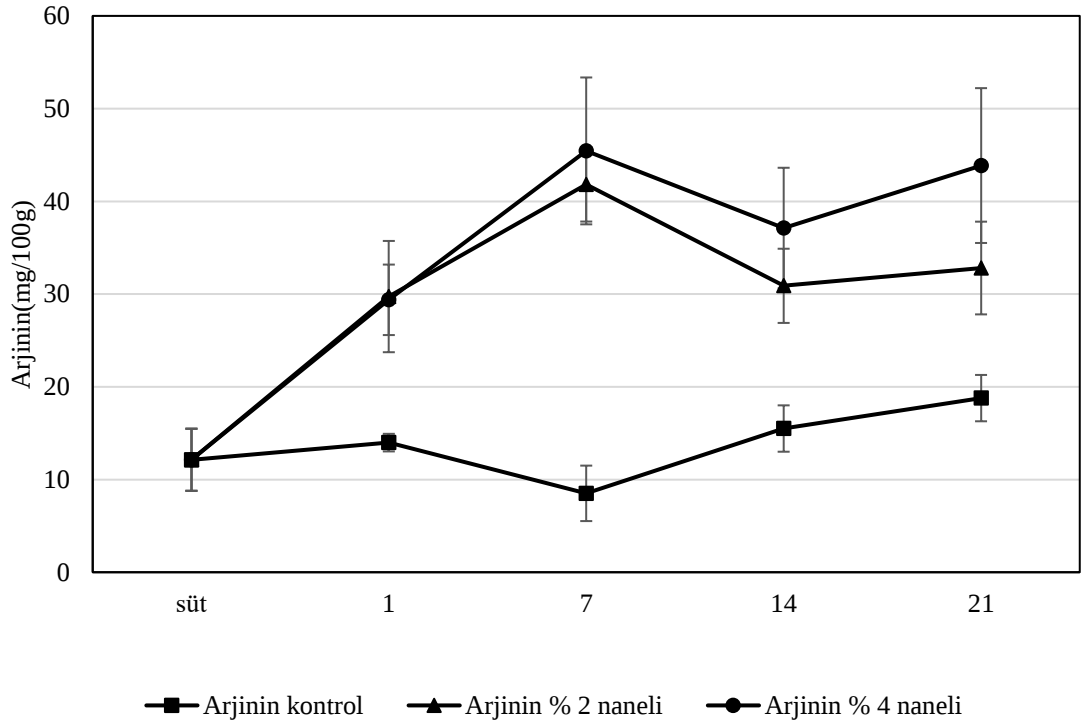
Şekil 4.19. Sütte ve depolama süresince kefirlerde metiyonin miktarı

Aspartat grubundan olan metiyonin amino asiti süte kıyasla yalnızca kontrol kefirinde depolamanın 7. gününde artmış, diğer günler kefir örneklerinde önemli bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.19). Simova ve ark. (2006)' da kefir kültürü inoküle ederek ürettikleri kefirlerde metiyonin amino asitinin inokülasyondan 21 saat sonra arttığını ve tekrar azaldığını belirtmişlerdir. En yüksek metiyonin içeriğini 0,18 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Aynı araştırmacılar *Laktobasillus laktis* C15'in fermente ürünlerde metiyonin konsantrasyonunda önemli bir artışa neden olmadığını ancak, *L.helveticus*, *L. bulgaricus*, *S.termofihilus*'un önemli bir artışa neden olduğunu belirtmişlerdir. Dolayısıyla da her bir amino asitin konsantrasyonu direkt olarak kefir mikroflorasına ve mikrobiyel suşlara bağlı olabilmektedir. Diğer bazı çalışmalarda da (Gül ve ark., 2015) kefirlerde 21 günlük depolama süresince metiyonin amino asitinin bir artma eğilimi gösterdiği ve konsantrasyonun yaklaşık 746,05 mg/100g'dan 1193,68 mg/100g'a arttığını belirtmişlerdir. Beshkova ve ark. (1998b) ise *S.thermophilus* ve *L.bulgaricus* kullanarak fermente ettikleri sütte metiyoninin inokülasyondan 2 gün sonra en yüksek konsantrasyona ulaştığı (0,53 mg/100g) ve daha sonraki dönemlerde değişmediğini vurgulamışlardır.



Şekil 4.20. Sütte ve depolama süresince kefirde izölösün ve valin konsantrasyonu

Kefirlerde tespit edilen esansiyel amino asitler içerisinde en az miktarda tespit edilen amino asitler aspartat grubundan olan izolösin (6,82 mg/100g) ve pürüvat grubundan valin (4,42 mg/100g) olmuştur. İzolösin, tüm kefirlerde kullanılan süte kıyasla fermentasyon sonrasında önemli düzeyde artmıştır. Bu artma eğilimi kontrol örneğinde depolama sırasında gözlemlenirken; naneli kefirlerde böyle bir eğilim meydana gelmemiştir (Şekil 4.20). Simova ve ark., (2006) ise kefirlerde en yüksek izolösin seviyesine (2,8 mg/100g) üretimden sonra depolamanın ikinci gününde rastlamışlar ve daha sonra izolösin’de bir azalma tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Beshkova ve ark., (1998b)’da yoğurt starter kültürleri kullanarak ürettikleri fermente üründe izolösin amino asitini inokülasyondan 2 gün sonra süte kıyasla 13 kat arttığını ve daha sonra önemli düzeyde azaldığını ifade etmişlerdir. Aynı araştırmacılar *Laktobasillus bulgaricus*’un, *S.thermophilus*’a kıyasla izolösin üretiminde önemli bir rol oynadığını belirtmişler ve söz konusu bakterinin depolama sırasında da izolösin artışından sorumlu olduğunu ifade etmişlerdir. Daha önce yapılan çalışmalarda izolösin miktarını Irigoyen ve ark. (2012) 0,28 mg/100g; Liutkevicius ve Sarkinas, (2004), 262 mg/100g; Benmisira ve ark. (2012) ise 1560 mg/100g olarak belirlemişlerdir. Valin amino asiti süte kıyasla fermentasyon ve depolamanın 7. gününe kadar tüm kefirlerde önemli düzeyde artmış ve daha sonra bir azalma eğilimi göstererek depolamanın sonuna doğru önemli bir değişim göstermemiştir (Şekil 4.20). Benzer şekilde Simova ve ark. (2006)’da kefir starter kültürü kullanarak ürettikleri kefirlerde valin amino asitinin 2. güne kadar arttığını ve 7. günden itibaren de bir azalma eğilimi gösterdiğini belirtmişlerdir. Bunun yanı sıra Gobbetti ve ark. (1994) ise laktik asit bakterilerinin gelişim için valine gereksinim duyduklarını ancak mayaların ise valin amino asitinde bir artışa neden olduğunu ifade etmişlerdir. Kefir örneklerinin depolama sırasındaki ortalama amino asit içerikleri birbirine benzer olup; yaklaşık 4,42 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Ortalama valin içeriği Simova ve ark. 2006; Irigoyen ve ark. 2012 belirlediği değerlerden yüksek (sırasıyla 2 mg/100g; 0,59 mg/100g) ancak Benmisira ve ark. (2012)’nın bulduğu değerden (2060 mg/100g) belirgin bir şekilde düşük tespit edilmiştir.

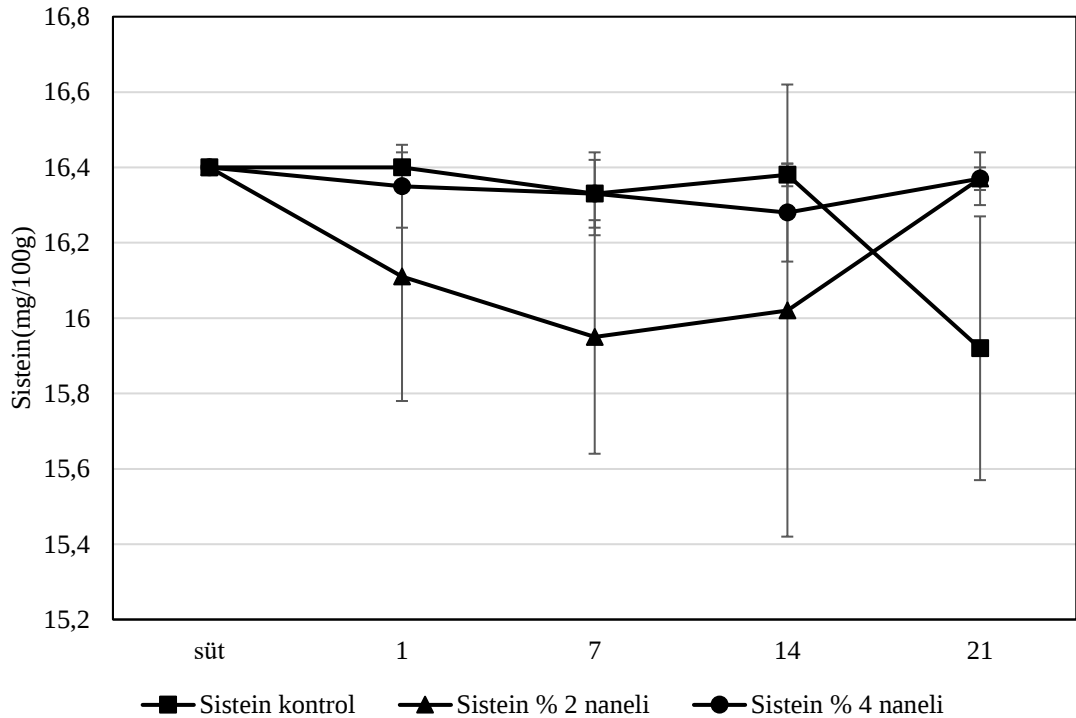


Şekil 4.21. Sütte ve depolama süresince kefirlerde arjinin konsantrasyonu

Esansiyel olmayan amino asitler içerisinde depolama sırasında kefir örneklerinde en baskın olarak tespit edilen amino asit arjinin olmuştur. Kontrol kefirinde daha önce belirtildiği üzere en fazla belirlenen amino asit lisin iken; naneli kefirlerde arjinin olmuştur. Nane suyu oranının artmasıyla arjinin miktarı artmıştır. Bu durum yeşil bitkilerde ornitin üzerinden kloroplastlarda arjinin sentezlenmesiyle ilişkili olabilir (Winter ve ark., 2015). Diğer bir ifadeyle naneli kefirlerde yüksek arjinin konsantrasyonu nane suyu ilavesinden kaynaklanabilir. Depolama sırasında ise arjinin kontrol kefirinde 7. günde bir azalma depolamanın diğer günlerinde ise önemli düzeyde bir artma eğilimi göstermiştir. Naneli kefirlerde ise 1. güne kıyasla 7. günde artma 14. günde azalma ve depolamanın sonunda ise tekrar artma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.21). Depolama sırasında arjininde gözlemlenen bu stabil olmayan değişim kefirlerin mikrobiyel florası ve muhtemelen de maya popülasyonu ve etanol konsantrasyonu ile ilişkili olabilir. Çünkü mayaların (*S.cerevisia*) α -ketoglutaratın ve glutamat yolu üzerinden arjinin bunun yanı sıra da prolin sentezleyebilecekleri ifade edilmiştir (Ljungdahl ve Daignan-Fornier, 2012). Naneli kefirlerin yüksek oranda arjinin içermesi beslenme fizyolojisi açısından önemli olabilmektedir. Çünkü arjinin hücre bölünmesi, yaraların iyileşmesi, bağışıklık

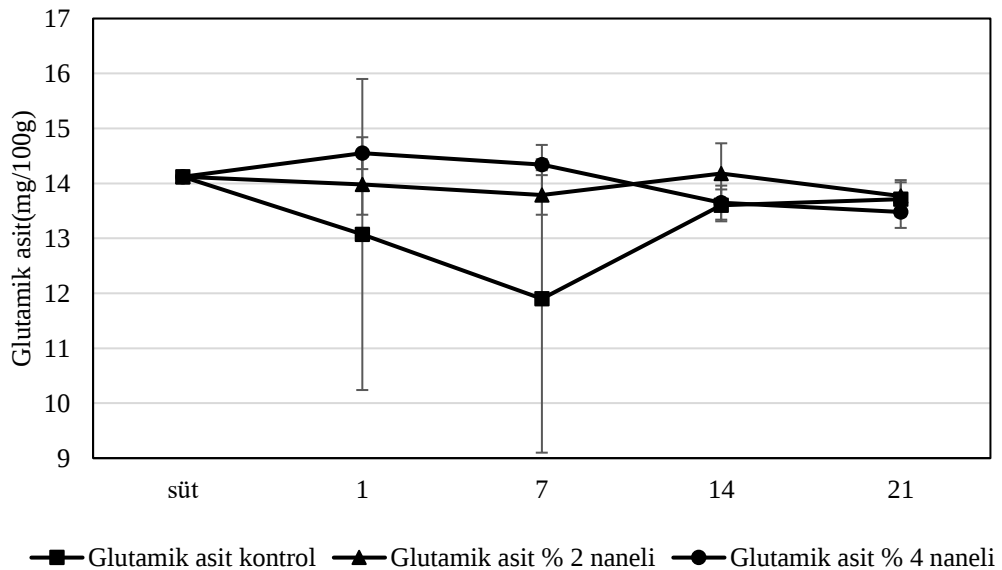
fonksiyonları, hormon salınımı ve amonyağın vücuttan atılmasında önemli rol oynadığı bildirilmektedir (Jacobs, 2011).

Esansiyel olmayan amino asitlerden ikinci en fazla tespit edilen amino asit sistein (kükürt içeren grup) olmuştur. Depolama sırasında kontrol kefirinde 14. güne kadar sistein önemli bir değişim göstermezken; depolamanın sonunda önemli düzeyde ($P<0,001$) azalmıştır (Şekil 4.22). Bu azalma sisteinin öncül amino asiti olan serin içeriğindeki azalma ile de ilişkili olabilir. Naneli kefirlerde ise depolama sırasında sistein içeriğinde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak kontrol kefirinin aksine bu grupta sistein depolamanın sonunda hafif bir artma eğilimi göstermiştir. Daha önce yapılan bazı çalışmalarda (Irigoyen ve ark., 2012; Simova ve ark., 2006) kefirlerde sistein miktarı sırasıyla 5,46 mg/100g ve 0,02-0,19 mg/100g arasında iken; bazı çalışmalarda da (Benmisira ve ark., 2012) 130 mg/100 g olarak tespit edilmiştir. Belirlediğimiz sistein değerleri anılan çalışmalarda bulunan değerler arasında kalmıştır. Yüksek sistein içeriği kefir üretiminde kullanılan sütün sistein içeriği ile ilişkili olabilir. Çünkü fermentasyon sırasında kefir örneklerinin sistein içeriği süt ile kıyaslandığında bir değişim göstermemiştir (Çizelge 4.16).



Şekil 4.22. Sütte ve depolama süresince kefirlerde sistein miktarı

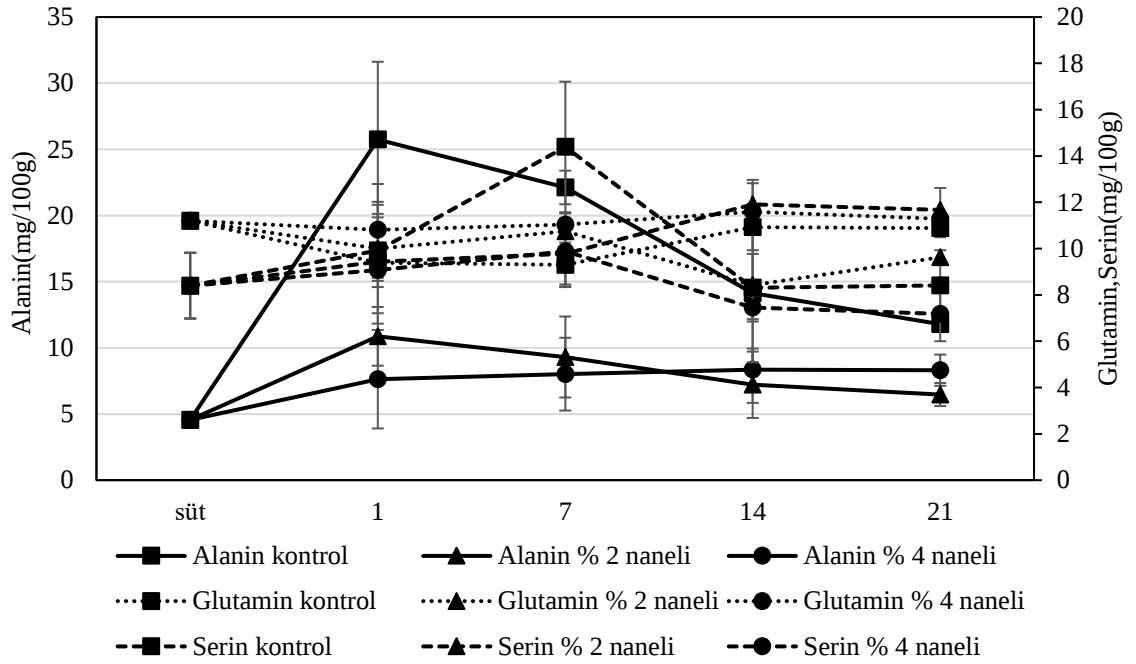
Kefir örneklerinde depolama süresince ortalama üçüncü en fazla esansiyel olmayan amino asit glutamik asit'tir. Sütte fazla miktarda belirlenen amino asitlerden olmasına rağmen, süte kıyasla % 2 ve % 4 naneli kefirlerde belirgin bir değişim göstermemiş; ancak kontrol örneğinde hafif bir şekilde azalmıştır (Şekil 4.23). Glutamik asitin kefirlerde belirgin bir değişim göstermemesi onun üretilmesine ve daha sonra γ -amino bütirik asit'e dönüşmesinden kaynaklanabilir. Simova ve ark. (2006) kefirde en baskın amino asit olarak glutamik asiti belirlerken, Gronnovik ve ark. (2011) ile Irigoyen ve ark. (2012) ise dekarboksilasyonun bir sonucu olarak glutamik asitin depolama sırasında azalarak, gamma amino bütirik asit'e (GABA) dönüştüğünü ifade etmişlerdir. Glutamik asit proteolitik aktivite sonucu oluşabildiği gibi α -ketoglutarattan da oluşabilmektedir. Ancak daha önce ifade edildiği gibi glutamik asit GABA'ya bunun yanı sıra glutamin, prolin ve arjinin amino asitlerine dönüşebilir. Glutamik asit kefir örneklerinde en yüksek 14,55 mg/100g ve en düşük 11,90 mg/100g olarak belirlenmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda ise Gül ve ark. (2015) ile Gronnovik ve ark. (2011) glutamik asiti yaklaşık 22 069 mg/100g, Benmisira ve ark. (2012) 7350 mg/100g, Güler ve ark. (2016) yaklaşık 2648 mg/100g belirlerken; Irigoyen ve ark. (2012) 0,15 mg/100g belirlemiştir. Ancak çalışmamıza en yakın sonuç 20,05 mg/100g'lik değerle Simova ve ark. (2006) tarafından tespit edilmiştir.



Şekil 4.23. Sütte ve depolama süresince kefirlerde glutamik asit miktarı

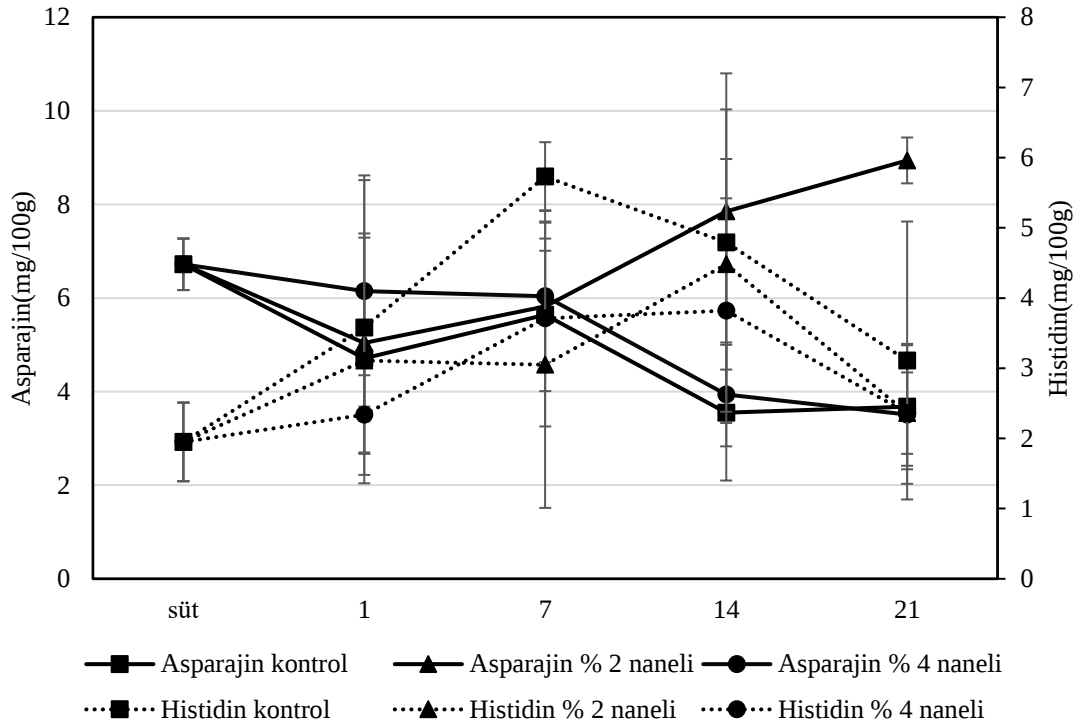
Glutamik asiti sırasıyla alanin, glutamin ve serin amino asitleri izlemiştir. Alanin, sütün fermentasyonu ile önemli bir artma göstermiş olup; depolamanın 1. gününde süte kıyasla önemli düzeyde yüksek tespit edilmiştir. Fermentasyon sonrasındaki alanin miktarındaki artma muhtemelen kefir mikroflorasının azot kaynağı olarak alanine gereksinim duymamasına ve alanin içeren proteinlerin ya da peptitlerin hidrolizine bağlı olabilir. Bunların yanı sıra pürüvat gruptan olan alanin amino asiti pürüvattan da oluşmuş olabilir. Bilindiği gibi pürüvat hem karbonhidrat hem de sitrat metabolizmasının bir ara ürünü olmaktadır. Alanin, glutamik asitin bulunduğu ortamlarda transaminasyon reaksiyonu ile direkt olarak pürüvattan oluşabilmektedir. Çünkü pürüvat ailesinden olan valin ve lösin amino asitlerine kıyasla alaninin pürüvat üzerinden sentezlenme prosesi daha basittir (Campbell, 1991). Yirmi bir günlük depolama süresi ise kontrol kefir ve % 2 naneli kefirin alanin içeriğinde bir azalmaya neden olurken; % 4 naneli kefirde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir (Şekil 4.24). Depolama sırasında alaninde gözlemlenen azalma eğilimi Gül ve ark. (2015) tarafından da belirlenmiştir. Bu durum ise strecker degradasyonu vasıtasıyla alaninin asetaldehit üzerinden etanole dönüşmesinden kaynaklanabilir (Tamime ve Robinson, 2001). Bu eğilim etanol içeriğindeki artma ile uyum içerisindedir (Çizelge 4.7). Kefir örneklerinde belirlediğimiz alanin konsantrasyonu (11,66 mg/100g) Gronnevik ve ark., (2011)'ın sonuçları (14,22 mg/100g) ile uyumlu olup; bazı araştırmacıların (Simova ve ark., 2006; Irigoyen ve ark., 2012; Gül ve ark., 2015) belirlediği değerlerden (sırasıyla 3,55 mg/100g, 0,68mg/100g; yaklaşık 7 mg/100g) daha fazla tespit edilmiştir. Dolayısıyla daha önce yapılan çalışmalar arasında da alanin miktarında muhtemelen kullanılan kültür ve süt, inkübasyon koşullarının farklılığı, inokülasyon oranının farklılığı nedeniyle önemli farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir.

Glutamat ailesinden olan glutamin fermentasyon süresi sonunda süte kıyasla önemli bir değişim göstermediği gibi depolama süresinden de etkilenmemiştir. Glutamin ortalama 10,34 mg/100g olarak tespit edilmiştir (Şekil.4.24). Bu değer önce yapılan çalışmalarda (Irigoyen ve ark., 2012; Simova ve ark., 2006) belirlenen miktardan (sırasıyla 0,83 mg/100g; kefir starter kültür ile üretilen kefirde fermentasyonun 44. saatinde 0,30 mg/100g) daha yüksek tespit edilmiştir.



Şekil 4.24. Sütte ve depolama süresince kefirlerde alanin, glutamin ve serin miktarları

Serin amino asiti de kefir örneklerinde fermentasyon süresi sonunda sütte kıyasla önemli bir değişim göstermemiştir. Serin kontrol ve % 2 naneli kefirde benzer miktarda belirlenirken; % 4 naneli kefirde daha az tespit edilmiştir (Şekil 4.24). Çalışmada en yüksek miktarda (14,39 mg/100g) serin amino asiti depolamanın 7. gününde kontrol kefirinde tespit edilirken; en düşük (7,18 mg/100g) depolamanın 21. gününde % 4 naneli kefirde tespit edilmiştir. Daha önce yapılan çalışmalarda Gronnovik ve ark. (2011) serin miktarını yaklaşık 7 mg/100g ile çalışmamıza yakın bir değerde belirlerken; Irigoyen ve ark. (2012) kefirde serin miktarını 0,73 mg/100g; Simova ve ark. (2006) 1,20 mg/100g; Gül ve ark. (2015) yaklaşık 1261,08 mg/100g belirleyerek çalışmamızdan çok daha yüksek tespit etmişlerdir. Yirmi bir günlük depolama süresince kontrol kefirinde serin amino asiti önemli düzeyde azalma göstermiş olup; çalışmamızdaki eğilimin aksine Gronnovik ve ark. (2011) ve Gül ve ark. (2015) depolama süresince artış eğilimi gözlemlemişlerdir.

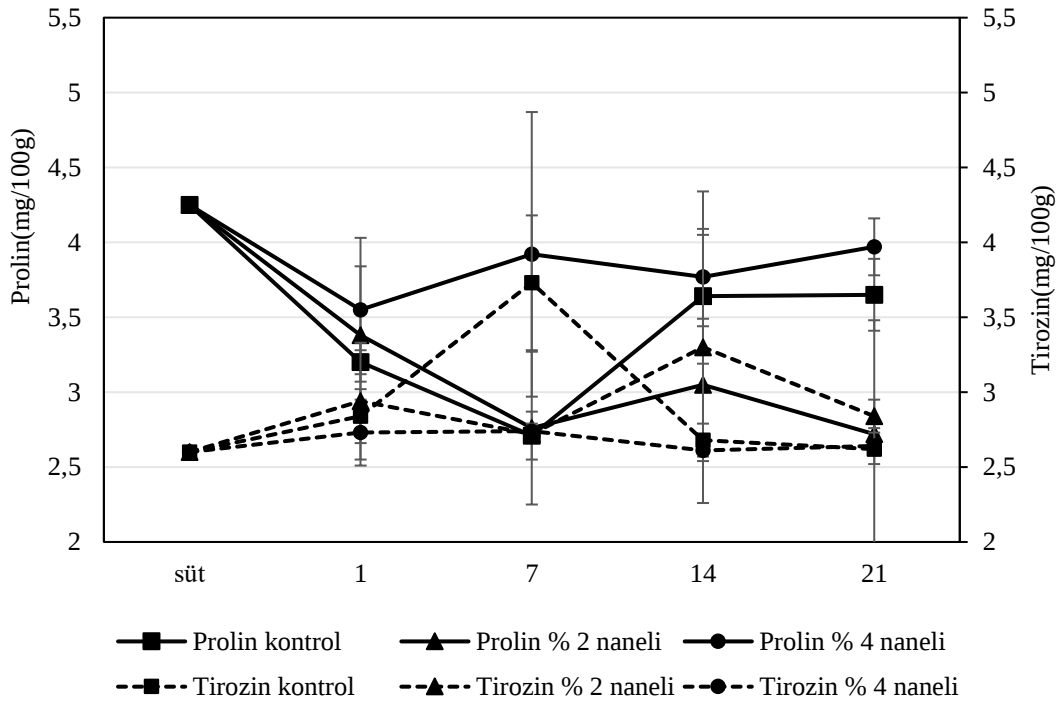


Şekil 4.25. Sütte ve depolama süresince kefirlerde asparajin ve histidin miktarı

Esansiyel olmayan amino asitler içerisinde asparajin (5,52 mg/100g); histidin (3,54mg/100g), prolin (3,36 mg/100g), tirozin (2,87 mg/100g) aspartik asit (2,43 mg/100g) ve glisin (0,23 mg/100g) en az miktarda belirlenen amino asitler olmuştur. Aspartat ailesinden olan asparajin fermentasyon süresince önemli bir değişim göstermemiş olup; depolama süresince tüm kefirlerde azalmıştır (Şekil 4.25) Tüm depolama günlerinde ortalama olarak asparajin miktarı 4,61 mg/100g olarak tespit edilmiştir. Simova ve ark., (2006) ve Irigoyen ve ark., (2012) sırasıyla 0,20 ile 0,47 mg/100g belirleyerek söz konusu değerden daha düşük, Gronnovik ve ark. (2011) ise yaklaşık 660,6 mg/100g'lık değerle çok daha yüksek asparajin tespit etmişlerdir. Aromatik bir amino asit olan histidin süte kıyasla kefir örneklerinin hepsinde yüksek miktarda belirlenmiştir. Ancak depolamanın sonunda tüm kefirlerde azalmıştır. Histidin ortalama olarak 3,54 mg/100g tespit edilmiştir. Bu değer Simova ve ark. (2006) nın bulduğu sonuç (2,60 mg/100)'dan biraz yüksek ancak Gronnovik ve ark. (2011)'nın elde ettiği değerden (yaklaşık 5 mg/100g) hafif düzeyde düşük, Benmisira ve ark., (2012)'nın tespitinden (950 mg/100g) ise oldukça düşük çıkmıştır. Histidin depolama süresince istatistiksel olarak önemli düzeyde bir değişim göstermemesine rağmen, tüm kefirlerde azalma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.25). Aynı eğilim Gronnevik ve ark. (2011) tarafından

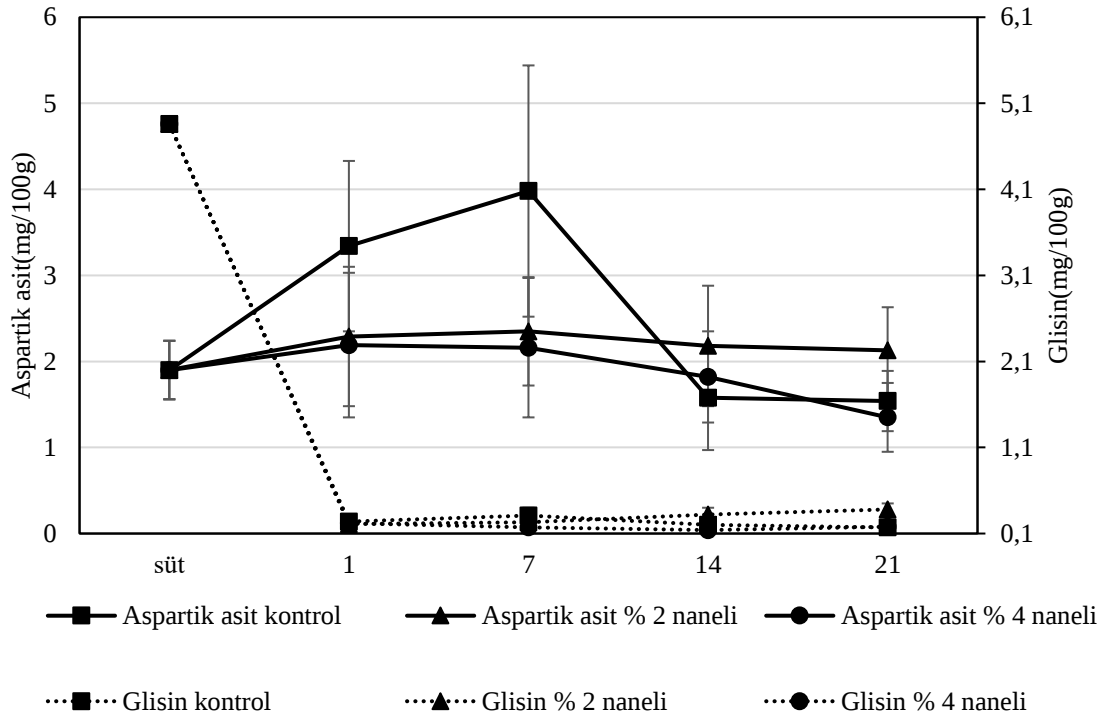
da gözlemlenmiştir. Bu azalmanın sebebinin ise histidinin histamine dekarboksile olmasından; ya da glutamik asite deaminasyonundan kaynaklanabilir (Zuniga ve ark., 2006).

Glutamat grubundan olan prolin amino asiti fermentasyon sonrasında süte kıyasla hafif bir azalma göstermiş olup; depolama sırasında ise naneli kefirlerde önemli bir değişim göstermezken; yalnızca kontrol kefirinde 7. günde azalma ve tekrar artma eğilimi göstermiştir (Şekil 4.26). Kefir örneklerinin ortalama prolin içeriği 3,36 mg/100g olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Simova ve ark. (2006) belirlediği değerden (yaklaşık 8,5 mg/100g) düşük ancak Irigoyen ve ark. (2012)' nın bulduğu (2,55 mg/100g) değerden hafif bir şekilde yüksek; Benmisira ve ark. (2012)' nın belirlediği değerden (3420mg/100g) ise oldukça düşüktür. Beshkova ve ark. (1998b) ise yalnızca *Laktobasillus bulgaricus* ile fermente edilen sütlerde prolinin önemli düzeyde artmasına rağmen karışık kültürle fermente edilen sütlerde prolin artışının daha az oranda gerçekleştiğini ifade etmişlerdir.



Şekil 4.26. Sütte ve depolama süresince kefirlerde prolin ve tirozin miktarı

Bir diğ er amino asit olan tirozin s  te kıyasla fermentasyon sırasında önemli bir değişim göstermemiştir. Depolama sırasında ise tirozin yalnızca kontrol örneğinde depolamanın 7. günü en yüksek değere (3,73 mg/100g) ulaşmış daha sonra 14. günde önemli düzeyde azalmış ve depolama sonunda ise değişmemiştir (şekil 4.26) Naneli kefirlerde ise depolama s resinin tirozin üzerine önemli bir etkisi gözlemlenmemiştir. Depolama sırasında her bir kefir örneğinin ortalama tirozin içerikleri birbirine benzer tespit edilmiş olup; ortalama 2,87 mg/100g bulunmuştur ( izelge 4.16). Bir tirozin parçalanma ürünü olan fenol uçucu bileşeni ise hiçbir kefir örneğinde tespit edilmemiştir. Dolayısıyla bu sonuç hem nane suyu ilavesinin hem de depolamanın tirozin üzerine önemli bir etkisi olmadığıyla uyum içerisindedir. Peynir, yoğurt gibi ürünlerde tirozin miktarı çoğunlukla proteolitik aktivitenin ya da proteolizin bir göstergesi olarak değerlendirilmekte ve yüksekliği acı tat kusuru ile ilişkilendirilmektedir. Gronnevik ve ark. (2011) ise benzer şekilde kefirlerin kontrol örneğinde 7. gün hariç depolama sırasında tirozin içeriklerinde önemli bir değişim tespit etmemişlerdir. Söz konusu araştırmacılar tirozin miktarını yaklaşık olarak 15 mg/100g tespit etmişlerdir. Aksine G l ve ark. (2015)'da pastörize inek sütü ile ürettikleri kefirlerde depolama sırasında tirozin içeriklerinin arttığını, yaklaşık olarak 1087mg/100g'dan 3080 mg/100'a (60 mmol/kgdan 170 mmol/kg'a) yükseldiğini belirtmişlerdir. Irigoyen ve ark. (2012) ise kefirlerde ortalama olarak tirozin içeriklerini 0,44 mg/100g olarak tespit etmişlerdir. Görüldüğü üzere daha önce yapılan çalışmalarda da tirozin içerikleri çok geniş aralıklarla değişim göstermiştir. Ancak bu durum bir hesaplama hatası yüzünden de kaynaklanabilir. Çünkü fermente ürün olan yoğurtta 4,78 mg/100g ( zer ve Atasoy, 2002) ile 13,25 mg/100g (Güler, 2007) arasında tespit edildiğine göre kefir  rne lerinde bazı araştırmacıların 1000 mg/100 gr'ın üzerinde değer bulmaları bir hesaplama hatası olduğunun işaretidir.

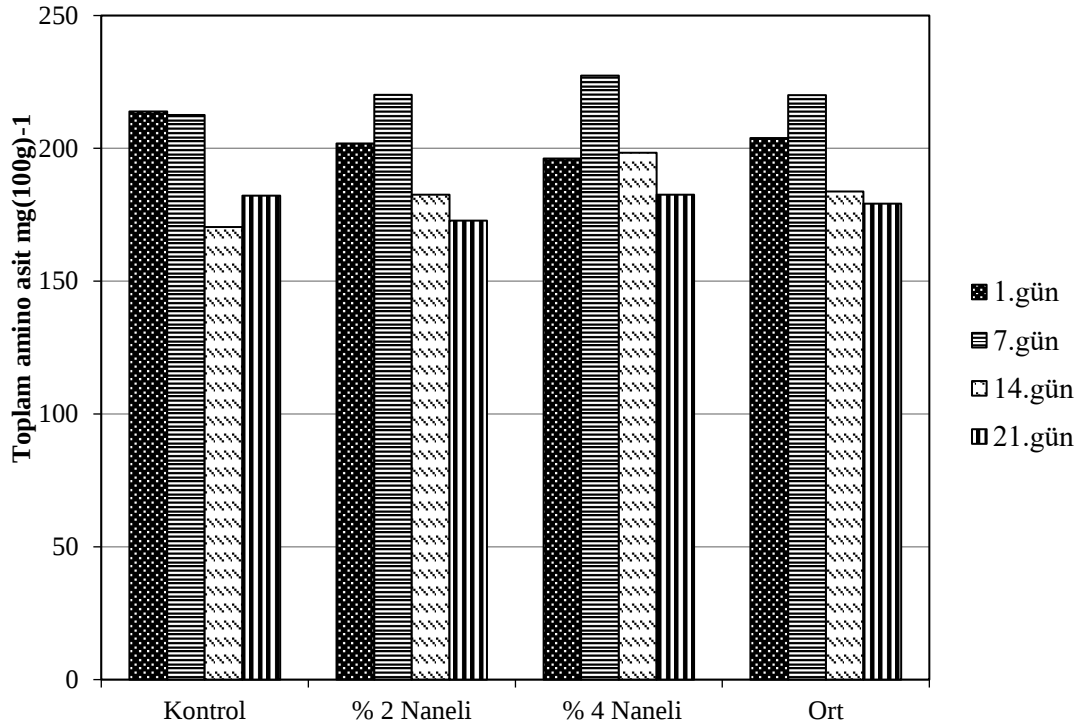


Şekil 4.27. Sütte ve depolama süresince kefirlerde aspartik asit ve glisin miktarı

Aspartik asit süte kıyasla fermentasyon sırasında ve depolamanın 7. gününe kadar tüm kefirlerde artma eğilimi göstermiştir ve 7. günden sonra ise aspartik asit azalmıştır (Şekil 4.27) Bu azalmanın sebebi aspartik asitin lizin, metiyonin, tireonin, izolösin sentezinde öncü olmasından kaynaklanabilir. Benzer bir eğilim Simova ve ark. (2006) tarafından da gözlemlenmiş olup; kefir örneklerinin ortalama aspartik asit içeriği Simova ve ark. belirlediği en yüksek değere 1,95 mg/100g yakın olup; Gronnovik ve ark. (2011)'nın tespit ettikleri değerlerden (3327 mg/100g) belirgin düzeyde az çıkmıştır. Serin ailesinden olan glisin kefir örneklerinde iz miktarda belirlenmiş olup; fermentasyon sonunda süte kıyasla önemli düzeyde ($P<0,001$) azalma göstermiştir (Şekil 4.27). Depolama süresince kontrol ve % 4 naneli kefirde azalma eğilimi, % 2 naneli kefirde ise artma göstermiştir. Glisin tüm depolama günlerinde ortalama 0,23 mg/100g olarak tespit edilmiş olup; Irigoyen ve ark. (2012)'nin belirlediği değerden (0,59 mg/100g) daha düşük tespit edilmiştir.

Yirmi bir günlük depolama süresince tüm kefirlerde toplam amino asit miktarı azalmıştır (Şekil.4.28). Bu amino asit katabolizması sonucu oluşan bazı uçucu bileşenlerin oluşumuna ya da çoğu amino asitin dekarboksile olarak aminlere

dönüşmesiyle ilgili olabilir. Birçok uçucu aromatik bileşenler proteoliz sırasında oluşan serbest amino asitlerden oluşmaktadırlar (Irigoyen ve ark., 2012). Çalışmamızda depolama süresince toplam serbest amino asitin azalma eğilimi göstermesi bazı amino asitlerden diğer bileşenler oluşmasından; bazılarının ise dekarboksile olarak aminlere dönüşmesinden kaynaklanabilir.



Şekil 4.28. Depolama süresince kefirlerde toplam amino asit içerikleri (mg/100 g)

Çizelge 4.16. Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kontrol	Kefir % 2 naneli	% 4 naneli	P ¹	Depo*Nane
Treonin	6,221	3,38±0,56	1	7,47±3,72 ^A	9,36±1,11 ^{A,B}	10,69±1,79 ^{a,B}	Ö.D.	***
			7	7,86±0,23 ^A	9,65±1,78 ^A	19,92±6,07 ^{b,B}	***	
			14	6,86±0,38 ^A	10,13±2,18 ^B	12,08±3,89 ^{a,B}	*	
			21	6,87±0,74 ^A	9,31±2,47 ^B	9,38±1,75 ^{a,B}	*	
			ort	7,26±2,78 ^A	9,61±1,85 ^B	13,02±5,49 ^C	***	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	***		
					ort 9,49±3,37			
Valin	10,218	4,38±0,07	1	4,51±0,07 ^{a,B}	4,46±0,15 ^{b,B}	4,28±0,01 ^A	**	**
			7	4,88±0,50 ^b	4,36±0,06 ^{a,b}	4,63±0,67	Ö.D.	
			14	4,33±0,05 ^a	4,35±0,09 ^{a,b}	4,27±0,02	Ö.D.	
			21	4,41±0,13 ^{a,B}	4,29±0,01 ^{a,A}	4,27±0,01 ^A	*	
			ort	4,53±0,33 ^B	4,36±0,11 ^A	4,36±0,35 ^A	Ö.D.	
			P ²	**	*	Ö.D.		
					ort 4,42±0,26			
Metiyonin	12	8,26±0,44	1	8,78±5,16 ^b	8,50±0,52 ^b	8,31±0,57	Ö.D.	***
			7	10,84±3,17 ^{c,B}	8,29±0,48 ^{a,b,A}	8,21±0,36 ^A	***	
			14	8,04±0,04 ^a	8,02±0,03 ^a	8,01±0,02	Ö.D.	
			21	8,40±0,34 ^{a,b,B}	8,01±0,01 ^{a,A}	8,05±0,09 ^A	**	
			ort	10,35±3,58 ^B	8,20±0,39 ^A	8,15±0,34 ^A	***	
			P ²	***	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 8,90±1,44			

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
İzolösin	13,683	4,51±0,60	1	5,39±0,65 ^{a,A}	7,52±1,68 ^{a,B}	6,81±1,59 ^{b,A,B}	*	***
			7	6,00±1,07 ^{a,b,A}	5,94±1,26 ^{b,B}	5,88±0,24 ^{a,b,A}	Ö.D.	
			14	8,15±1,80 ^{c,B}	5,91±1,69 ^{a,A}	5,54±0,88 ^{a,A}	**	
			21	7,82±2,35 ^{b,c,B}	5,65±1,41 ^{a,A}	5,67±0,61 ^{a,b,A}	*	
			ort	6,84±1,92 ^A	6,26±2,77 ^B	5,98±1,03 ^{A,B}	*	
			P ²	**	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 6,82±1,91			
Lösin	15,026	25,90±11,28	1	9,31±0,23 ^A	9,17±1,20 ^A	16,22±0,24 ^{d,B}	***	***
			7	10,00±1,34 ^B	8,22±0,09 ^A	8,38±0,31 ^{a,A}	**	
			14	10,16±2,57 ^{A,B}	8,41±0,28 ^A	12,50±2,28 ^{c,B}	**	
			21	10,93±2,77	10,00±3,53	10,29±1,38 ^b	Ö.D.	
			ort	10,10±1,96 ^A	8,95±1,89 ^A	11,85±3,23 ^B	***	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	***		
					ort 10,3±2,36			
Fenilalalin	15,483	22,16±0,43	1	20±1,79 ^c	17,78±4,18 ^b	17,32±2,79 ^a	Ö.D.	***
			7	12,04±2,08 ^{b,A}	21,31±2,02 ^{b,B}	23,16±1,80 ^{b,B}	***	
			14	7,92±0,86 ^{a,A}	11,79±4,55 ^{a,A,B}	15,56±4,04 ^{a,B}	**	
			21	14,72±3,58 ^{b,B}	9,40±2,34 ^{a,A}	13,32±4,30 ^{a,A,B}	*	
			ort	13,67±4,97 ^A	15,07±5,80 ^{A,B}	17,34±4,88 ^B	*	
			P ²	***	***	***		
					ort 15,36±5,21			

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			<i>P</i> ^I	Depo*Nane
Tryptofan	17,485	9,83±5,86		Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
			1	5,45±1,02 ^{a,A}	12,87±3,43 ^{b,B}	11,43±2,13 ^{b,B}	***	***
			7	12,22±4,06 ^b	13,93±3,75 ^b	12,52±4,96 ^b	Ö.D.	
			14	8,14±2,97 ^a	7,21±4,30 ^a	10,08±2,76 ^b	Ö.D.	
			21	11,95±1,82 ^{b,C}	5,17±0,91 ^{a,B}	3,56±0,08 ^{a,A}	***	
			ort	9,31±3,98	9,80±4,90	9,40±4,54	Ö.D.	
			<i>p</i> ²	***	***	***		
				ort 9,50±4,47				
Lisin	18,189	64,15±13,37	1	43,74±2,19 ^{b,C}	25,13±4,07 ^{c,B}	16,07±3,28 ^{a,b,A}	***	***
			7	43,71±1,61 ^{b,C}	24,56±1,59 ^{c,B}	20,84±3,00 ^{c,A}	***	
			14	21,76±1,14 ^{a,B}	16,95±0,26 ^{b,A}	19,75±4,61 ^{b,c,A,B}	*	
			21	22,89±2,45 ^{a,B}	10,91±1,75 ^{a,A}	13,53±3,06 ^{a,A}	***	
			ort	33,02±11,08 ^B	19,39±6,38 ^A	17,55±4,45 ^A	***	
			<i>p</i> ²	***	***	**		
							ort 23,32±7,30	

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel olmayan Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P ¹	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Aspartik asit	1,307	1,90±0,34	1	3,34±0,99 ^{b,B}	2,29±0,81 ^{A,B}	2,19±0,84 ^A	*	***
			7	3,98±1,46 ^{b,B}	2,35±0,63 ^A	2,16±0,81 ^A	***	
			14	1,58±0,61 ^{a,A}	2,18±0,70 ^B	1,82±0,53 ^{A,B}	*	
			21	1,54±0,35 ^{a,A}	2,13±0,50 ^B	1,35±0,40 ^A	**	
			ort	2,52±2,33 ^B	2,24±0,63 ^{A,B}	1,88±0,71 ^A	*	
			P ²	***	Ö.D.	Ö.D.		
			ort 2,43±1,22					
Glutamik asit	1,826	14,12±0,59	1	13,07±2,83	13,98±0,55	14,55±0,29 ^b	Ö.D.	*
			7	11,90±2,80 ^A	13,79±0,36 ^{A,B}	14,34±0,10 ^{b,B}	*	
			14	13,60±0,29 ^A	14,18±0,55 ^B	13,65±0,31 ^{a,A}	*	
			21	13,71±0,31	13,77±0,29	13,48±0,29 ^a	Ö.D.	
			ort	13,07±2,01 ^A	13,93±0,45 ^B	14,01±0,52 ^B	*	
			P ²	Ö.D.	Ö.D.	***		
			ort 13,67±0,99					
Asparajin	3,183	6,72±0,55	1	4,71±1,34 ^a	5,04±2,34 ^a	6,15±2,47 ^b	Ö.D.	***
			7	5,64±1,63 ^b	5,82±1,19 ^{a,b}	6,04±1,57 ^b	Ö.D.	
			14	3,55±1,45 ^{a,A}	7,85±2,18 ^{b,c,B}	3,94±1,11 ^{a,A}	***	
			21	3,68±1,34 ^{a,A}	8,94±0,49 ^{c,B}	3,51±1,48 ^{a,A}	***	
			ort	4,74±1,96 ^A	6,91±2,26 ^B	4,91±2,02 ^A	***	
			P ²	**	**	*		
			ort 5,52±2,08					

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi; P²: Depolama günlerindeki farklılığı, P¹: nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. *P<0,05, **P<0,01, ***P<0,001, Ö.D. : Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel olmayan Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Serin	3,575	8,40±1,42	1	9,92±1,58 ^a	9,43±0,82 ^a	9,07±0,33 ^b	Ö.D.	***
			7	14,39±2,82 ^{b,B}	9,78±1,42 ^{a,A}	9,88±1,43 ^{b,A}	***	
			14	8,31±1,46 ^{a,A}	11,91±1,06 ^{b,B}	7,46±0,51 ^{a,A}	***	
			21	8,41±1,03 ^{a,A}	11,67±0,95 ^{b,B}	7,18±1,18 ^{a,A}	***	
			ort	10,26±3,05 ^B	10,70±1,51 ^B	8,40±1,46 ^A	***	
			P^2	***	***	***		
					ort 9,78±2,00			
Glisin	4,864	0,09±0,01	1	0,24±0,07 ^{a,b}	0,21±0,03 ^a	0,22±0,04 ^c	Ö.D.	***
			7	0,31±0,09 ^{b,B}	0,23±0,05 ^{a,A,B}	0,17±0,01 ^{b,A}	**	
			14	0,20±0,01 ^{a,B}	0,32±0,08 ^{b,C}	0,14±0,02 ^{a,A}	***	
			21	0,17±0,02 ^{a,A}	0,38±0,07 ^{b,B}	0,18±0,01 ^{b,A}	***	
			ort	0,23±0,08 ^B	0,29±0,09 ^C	0,18±0,04 ^A	***	
			P^2	**	***	***		
					ort 0,23±0,07			
Glutamin	5,1	11,20±0,21	1	9,39±2,63	10,00±2,79	10,81±1,08	Ö.D.	*
			7	9,30±0,96 ^A	10,75±0,09 ^B	11,04±0,48 ^B	***	
			14	10,93±1,00 ^A	8,42±3,33 ^B	11,59±0,11 ^A	*	
			21	10,88±0,39 ^B	9,63±0,30 ^A	11,28±0,28 ^B	***	
			ort	10,13±1,61 ^A	9,70±2,21 ^A	11,18±0,64 ^B	**	
			P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 10,34±1,49			

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16. (Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel olmayan Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Histidin	5,339	1,95±0,56	1	3,58±2,10 ^{a,b}	3,11±1,75 ^{a,b}	2,34±0,56	Ö.D.	**
			7	5,73±0,49 ^{b,B}	3,05±2,04 ^{a,b,A}	3,71±1,54 ^A	*	
			14	4,79±2,41 ^{a,b}	4,48±1,50 ^b	3,82±1,60	Ö.D.	
			21	3,11±1,98 ^a	2,36±0,58 ^a	2,36±0,75	Ö.D.	
			ort	4,30±2,06 ^B	3,25±1,66 ^A	3,06±1,34 ^A	*	
			P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 3,54±1,69			
Arjinin	5,979	12,13±3,35	1	13,98±0,95 ^{b,A}	29,73±12,35 ^B	29,38±3,80 ^{a,B}	**	***
			7	8,51±2,99 ^{a,A}	41,82±8,05 ^B	45,44±7,92 ^{b,B}	***	
			14	15,50±5,83 ^{b,A}	30,89±8,78 ^B	37,12±13,33 ^{a,b,B}	**	
			21	18,78±5,46 ^{b,A}	32,81±10,33 ^B	43,86±8,35 ^{b,C}	***	
			ort	14,20±5,51 ^A	33,81±10,52 ^B	38,95±10,61 ^B	***	
			P^2	**	Ö.D.	*		
					ort 28,99±8,88			
Alanin	6,9	4,56±0,27	1	25,74±5,88 ^{b,B}	10,87±2,22 ^{b,A}	7,63±3,72 ^A	***	***
			7	22,12±1,27 ^{b,B}	9,31±3,06 ^{a,b,A}	8,01±2,75 ^A	***	
			14	14,14±8,30 ^{a,B}	7,21±2,51 ^{a,A}	8,35±1,60 ^{A,B}	Ö.D.	
			21	11,78±3,85 ^{a,B}	6,47±0,87 ^{a,A}	8,31±1,18 ^A	**	
			ort	18,44±7,74 ^B	8,46±2,79 ^A	8,07±2,37 ^A	***	
			P^2	***	*	Ö.D.		
					ort 11,66±4,3			

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

Çizelge 4.16.(Devam) Süt ve depolama süresince kefirde esansiyel amino asitler (mg/100g±sd)

Esansiyel olmayan Amino Asitler	R.T.	Süt	Depo (gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
				Kontrol	% 2 naneli	% 4 naneli		
Prolin	9,142	4,25±0,03	1	3,20±0,08 ^b	3,38±0,46	3,55±0,48	Ö.D.	***
			7	2,71±0,16 ^{a,A}	2,76±0,51 ^A	3,92±0,95 ^B	**	
			14	3,64±0,45 ^{c,B}	3,05±0,39 ^A	3,77±0,28 ^B	*	
			21	3,65±0,24 ^{c,B}	2,72±0,76 ^A	3,97±0,19 ^B	***	
			ort	3,30±0,47 ^B	2,98±0,58 ^A	3,80±0,55 ^C	***	
			P^2	***	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 3,36±0,53			
Tirozin	9,861	2,60±0,04	1	2,84±0,18 ^a	2,94±0,39	2,73±0,22	Ö.D.	***
			7	3,73±0,45 ^{b,B}	2,72±0,05 ^A	2,74±0,05 ^A	***	
			14	2,68±0,11 ^a	3,30±1,04	2,61±0,07	Ö.D.	
			21	2,62±0,04 ^{a,A}	2,84±0,11 ^B	2,64±0,12 ^A	***	
			ort	2,97±0,51 ^B	2,95±0,57 ^B	2,68±0,14 ^A	Ö.D.	
			P^2	***	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 2,87 ±0,41			
Sistein	13,3	16,40±0,00	1	16,40±0,01 ^{b,B}	16,11±0,33 ^A	16,35±0,11 ^{A,B}	Ö.D.	**
			7	16,33±0,09 ^{b,B}	15,95±0,31 ^A	16,33±0,11 ^B	**	
			14	16,38±0,03 ^b	16,02±0,60	16,28±0,13	Ö.D.	
			21	15,92±0,35 ^{a,A}	16,37±0,03 ^B	16,37±0,07 ^B	**	
			ort	16,26±0,26 ^{a,A,B}	16,11±0,38 ^A	16,33±0,11 ^B	*	
			P^2	***	Ö.D.	Ö.D.		
					ort 16,23±0,25			

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, Depo*Nane: depo nane interaksyonu, R.T: Herbir bileşenin alıkonma zamanı

4.6. Kefir Örneklerine Ait Duyusal Nitelikler

Kefir örneklerinde depolamanın 1., 7., 14. ve 21. günlerinde on kişilik panelist grubu tarafından gerçekleştirilen duyusal değerlendirme sonuçları Çizelge 4.17 de verilmiş olup; depolamanın 1. gününde kontrol grubuna ait kefir örnekleri en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına sahip olmuş; onu % 2 nane suyu ilaveli ve % 4 nane suyu ilaveli kefirler izlemiştir. Ancak kefirlerin depolamanın 1. gününde genel kabul edilebilirlik puanları istatistiksel olarak önemli bir farklılık göstermemiştir. Depolamanın 7. 14. ve 21. günlerinde ise % 2 nane suyu ilaveli kefirler en yüksek genel kabul edilebilirlik puanına sahip olmuştur. Yirmi bir günlük depolama süresince % 2 ve % 4 nane suyu ilaveli kefir örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanında önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Ancak kontrol kefirinin genel kabul edilebilirliği depolama süresince azalmıştır. Buna ilaveten kefirlerin koku, yapı ve tekstür, görünüş ve tat nitelikleri panelistler tarafından ayrı ayrı değerlendirildiğinde örnekler arasında istatistiksel olarak önemli bir farklılık gözlemlenmemiştir. Kefirlerin genel kabul edilebilirliği ile kimyasal nitelikler ilişkilendirildiğinde ise uçucu bileşenlerden asetik asit etil ester, etanol, 2-metil-1-propanol, asetik asit etil ester, hekzanoik asit etil ester, oktanoik asit etil ester, benzaldehit, dekanolik asit etil ester istatistiksel olarak önemli ($P<0.01$) negatif korelasyon gösterirken; 2,3- bütandion 3-hidroksi-2-bütanon (asetoin), 2-nonanon, 2-heptanon, asetik asit, bütanoik asit, hekzanoik asit, dekanolik asit, benzoik asit, Δ -dodekalakton, 2-furanmetanol, 2,6-dimetil-4-heptanol, 2-metil-3-pentanol, metoksi fenil okzime, *trans*-2-hekzanal, genel kabul edilebilirlik ile pozitif korelasyon ($P<0.01$) göstermiştir. Kefir örnekleri ile negatif korelasyon gösteren etanol, 2-metil-1-propanol, benzaldehit, etil asetat, nane suyu ilave edilen kefir örneklerinde kontrole kıyasla daha az düzeyde belirlenmiştir. Serbest amino asitlerden ise aspartik asit, asparajin, alanin ($P<0.05$), fenil alanin ve lisin genel kabul edilebilirlik ile önemli düzeyde ($P<0.01$) pozitif; lösin ise ($P<0.05$) negatif korelasyon göstermiştir. Bu amino asitlerden aspartik asit, alanin ve lisin kontrol örneğinde önemli düzeyde yüksek iken; asparajin, fenil alanin naneli kefirlerde daha fazla; lisin ve lösin amino asitleri ise en fazla % 4 naneli kefirde tespit edilmiştir.

Diğer yandan organik asitlerden yalnızca ürik asit genel kabul edilebilirlik ile negatif ($P<0.01$) korelasyon göstermiş olup; ürik asit kefir örneklerinde arasında miktar bakımından benzer olmuştur. Diğer organik asitler ise genel kabul edilebilirliği önemli yönde ($P<0.01$) etkilemişlerdir. Süksinik asit genel kabul edilebilirlik üzerine bir etkisi

olmamıştır. Naneli kefirlerde ise organik asitlerden orotik asit, sitrik asit ve propiyonik asitlere kontrole kıyasla önemli düzeyde fazla çıkmıştır. pH ise genel kabul edilebilirliği pozitif yönde ($P<0.05$) etkilerken titrasyon asitliği ise negatif bir etki yaratmıştır ($P<0.01$). Bu nitelikler ise kefirler arasında benzerlik göstermiştir

Çizelge 4.17. Kefirlerde depolama süresince duyusal nitelikler

Duyusal Nitelikler	Depo(gün)	Kefir			P^1	Depo*Nane
Koku	1	4,30±0,60 ^b	4,39±0,73	4,30±0,60	Ö.D.	*
	7	4,13±0,82 ^{a,b}	4,23±0,68	4,17±0,91	Ö.D.	
	14	3,87±0,94 ^{a,b}	4,20±0,66	4,10±0,92	Ö.D.	
	21	3,73±1,23 ^a	4,07±0,74	4,17±0,75	Ö.D.	
	ort	4,01±0,94	4,22±0,70	4,18±0,80	Ö.D.	
	P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
Yapı ve Tekstür	1	4,47±0,68	4,57±0,56	4,55±0,62	Ö.D.	Ö.D.
	7	4,37±0,72	4,37±0,67	4,33±0,76	Ö.D.	
	14	4,33±0,71	4,50±0,63	4,20±0,81	Ö.D.	
	21	4,30±0,65	4,37±0,61	4,27±0,58	Ö.D.	
	ort	4,37±0,69	4,45±0,62	4,34±0,70	Ö.D.	
	P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
Görünüş	1	4,67±0,55	4,57±0,63	4,47±0,57	Ö.D.	Ö.D.
	7	4,43±0,57	4,43±0,68	4,37±0,61	Ö.D.	
	14	4,57±0,68	4,53±0,63	4,37±0,72	Ö.D.	
	21	4,40±0,77	4,57±0,63	4,30±0,79	Ö.D.	
	ort	4,52±0,65	4,53±0,63	4,38±0,67	Ö.D.	
	P^2	Ö.D.	Ö.D.	Ö.D.		
Tat	1	4,47±0,68 ^b	4,20±0,89	4,30±0,75	Ö.D.	**
	7	4,27±0,87 ^b	4,27±0,74	4,13±1,01	Ö.D.	
	14	3,70±1,02 ^a	4,17±0,70	4,10±1,03	Ö.D.	
	21	3,57±1,07 ^a	3,97±1,00	3,90±0,92	Ö.D.	
	ort	4,00±0,99	4,15±0,84	4,11±0,93	Ö.D.	
	P^2	***	Ö.D.	Ö.D.		
Genel Kabuledilebilirlik	1	8,10±1,12 ^c	7,70±1,36	7,65±1,24	Ö.D.	***
	7	7,47±1,48 ^{b,c}	7,57±1,22	7,35±1,70	Ö.D.	
	14	6,87±1,48 ^b	7,33±1,30	7,07±1,74	Ö.D.	
	21	5,97±2,13 ^{a,A}	7,07±1,89 ^B	6,83±1,72 ^{A,B}	Ö.D.	
	ort	7,10±1,76	7,42±1,47	7,23±1,62	Ö.D.	
	P^2	***	Ö.D.	Ö.D.		

^{a,b,c,d}: Depolamanın ortalamalar üzerindeki etkisi; A,B,C : Nane suyu oranının ortalamalar üzerindeki etkisi, P^2 : Depolama günlerindeki farklılığı, P^1 : nane suyu oranının oluşturduğu farklılıkları göstermektedir. * $P<0,05$, ** $P<0,01$, *** $P<0,001$, Ö.D. : Önemli değil, depo*nane: depo nane interaksyonu

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yirmi bir günlük depolama süresi kefir örneklerinin protein, yağ, kuru madde, kül içeriklerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir etki yaratmamıştır. Bu sürede kontrol kefirinin titrasyon asitliğinde artma, naneli kefirlerde önemli bir değişim gözlemlenmemesine rağmen tüm kefir örneklerinin pH değerinde ise önemli düzeyde azalma gözlemlenmiştir. Depolama süresi ve nane oranı arasındaki interaksiyon ise genel kimyasal nitelikleri istatistiksel olarak etkilememiştir. Kefir örneklerinde tespit edilen karbohidratlardan laktoz depolama süresince % 30,93 azalma ve glukoz % 55 oranında artma göstermiştir. Galaktoz ise yalnızca kontrol kefirinde % 26 oranında artma göstermiş olup; naneli kefirde önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Laktoz kontrol kefirinde naneli kefire kıyasla daha az; laktik asit ise daha fazla belirlenmiştir. Çalışmada analizlenen organik asitlerden laktik asit tüm kefirlerde en baskın olarak belirlenen organik asit olup; toplam organik asitlerin % 73,63 'ünü oluşturmuştur. Yirmi bir günlük depolama süresince kefirlerde organik asitlerden okzalik asit, orotik asit, sitrik asit pürivik asit, süksinik asit, laktik asit, formik asit, asetik asit (% 4 hariç), propiyonik asit ve hippürik asit (% 2 hariç) azalma, ürik asitte artma gözlemlenmiştir. Sitrik, süksinik ve propiyonik asitler kontrol kefirine kıyasla naneli kefirlerde belirgin düzeyde fazla tespit edilmiştir. Depolama ve nane suyu oranı arasındaki interaksiyon okzalik asit, orotik asit, sitrik asit, pürivik asit, asetik asit propiyonik asit ve hippürik asiti önemli düzeyde etkilerken; süksinik asit, ürik asit, laktik asit ve formik asit üzerinde önemli bir etki göstermemiştir.

Sütte asetik asit ile birlikte 15 serbest yağ asiti belirlenirken; kefirlerde 17 serbest yağ asiti belirlenmiştir. Sütün kefire dönüşümü linolenik asit ve konjuge linoleik asit'in ortaya çıkmasına neden olmuştur. Kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitleri sırasıyla toplam yağ asitlerinin kefir örneklerinde yaklaşık % 17, % 11 ve % 72'sini oluşturmuştur. Kefir üretimi sırasında nane suyu ilavesi uzun zincirli özellikle doymamış yağ asitlerinden linolenik asitte belirgin bir şekilde artırmıştır. Ancak toplam serbest yağ asitleri nane suyu oranı artmasıyla azalmıştır. Depolama süresi ise oleik, linoleik ve linolenik asitlerde artmaya ve diğer yağ asitlerinde önemli bir değişime neden olmamıştır. Dolayısıyla doymamış yağ asitleri kefirlerde depolama süresince artmıştır. Depolama süresi ve nane

suyu arasındaki interaksiyon serbest yağ asitlerinden yalnızca heptadekanoik asit, oleik asit ve konjuge linoleik asit'i etkilemiştir.

Kefirlerde uçucu bileşenlerin sayısı ve oranı da nane suyu ilavesinden önemli düzeyde etkilenmiştir. Kontrol kefir 28 uçucu bileşen içermesine rağmen % 4 naneli kefir 54 bileşen içermiştir. Alkol uçucu bileşenleri kontrol örneğinde en fazla (yaklaşık % 45) belirlenen uçucu grubu iken; monoterpenler naneli kefirlerde fazla oranda tespit edilmişlerdir. Alkol uçucu bileşenlerinden 3-metil-1-bütanol (izo amil alkol) depolamanın 1. gününde tüm kefirlerde en baskın alkol bileşeni iken; depolamanın 21. gününde etanol en baskın alkol bileşeni olmuştur. Nane suyu ilavesi 3-metil-1-bütanol ve etanol konsantrasyonu üzerinde önemli düzeyde ($P<0,001$) etkili olup; nane suyu oranının artmasıyla anılan bileşenlerin konsantrasyonu azalmıştır. Kefir örneklerinde depolama süresince toplam alkol konsantrasyonu özellikle de etanol artmıştır. Depolama süresi ve nane suyu ilavesi arasındaki interaksiyon ise 1-hekzanol, 2,3-bütandiol, 4-terpineol, α -terpineol ve 2-feniletıl alkol hariç diğer alkol bileşenlerini istatistiksel olarak önemli ($P<0,001$) düzeyde etkilemiştir. Monoterpenler yalnızca naneli kefirlerde tespit edilmiş olup; nane suyu oranının artmasıyla monoterpen bileşenleri bir artma göstermiştir. Monoterpen bileşenlerinden karvon (ort % 42) naneli kefirlerde en fazla oranda tespit edilen bileşen olup; onu 1,8 sineol (ort % 1,80) izlemiştir. Depolama ve nane suyu oranı arasındaki interaksiyon monoterpenleri önemli ($P<0,001$) düzeyde etkilemiştir. Ketonlar içerisinde en fazla oranda belirlenen uçucu bileşen ise asetoin ve diasetil'dir. Nane suyu ilavesi söz konusu bileşenlerde bir azalmaya neden olmuştur. Depolama süresince asetoin kefir örneklerinde önemli düzeyde ($P<0,001$) azalırken; diasetil ise kontrol kefirinde yalnızca depolamanın 1. gününde, naneli kefirlerde ise 1. ve 7. günlerinde tespit edilmiştir. Ester bileşenlerinden de etıl bütanoat, hekzil bütanoat, *cis*-3-hekzenil izobütirat ve linolil propinoat yalnızca naneli kefirlerde belirlenmiştir. Etil asetat, etıl hekzanoat, etıl oktanoat gibi ester bileşenleri kontrol kefirinde naneli kefiirlere kıyasla daha fazla tespit edilmiştir. Nane suyu ilavesi ester çeşitliliğinde bir artışa sebep olurken; ester oranında ise azalmaya neden olmuştur.

Çalışmamızda hem esansiyel hem de esansiyel olmayan amino asitler kefirlerde tespit edilmiştir. Kontrol kefirinde en fazla miktarda belirlenen amino asit lisin iken; naneli kefirlerde arjinin amino asiti olmuştur. Bunun yanı sıra kontrol kefire kıyasla naneli kefirlerde lösin, fenil alanin, glutamin ve glutamik asit daha yüksek miktarlarda

belirlenmiştir. Bunun aksine lisinin yanında alanin amino asiti de naneli kefirlerle kıyasla kontrol kefirinde önemli düzeyde ($P<0,001$) fazla tespit edilmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin toplam amino asit miktarı azalma yönünde bir eğilim göstermiştir. Nane suyu oranı ve depolama süresi ve arasındaki interaksiyon analizlenen her bir amino asiti önemli düzeyde etkilemiştir. Hem daha önce yapılan çalışmalar arasında hem de mevcut çalışmamızla onlar arasında tespit edilen amino asit miktarları arasında geniş farklılıkların olduğu gözlemlenmiştir. Bu durumun bir hesaplama hatasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Duyusal değerlendirme açısından da, 1. günde kontrol kefir en yüksek genel kabul edilebilirlik (9 üzerinden 8,10) puanı almış; onu % 2 ve % 4 naneli kefir izlemiştir. Depolamanın 21. gününde ise en yüksek genel kabul edilebilirlik puanı (9 üzerinden 7,4) panelistlerce % 2 naneli kefire verilmiştir. Kontrol kefir ile karşılaştırdığımızda nane suyu ilavesi depolama sırasında kefirlerin genel kabuledilebilirlik puanlarında önemli bir azalmaya neden olmamıştır. Bu durum ürünün raf ömrü açısından da olumlu olarak değerlendirilmektedir. Kefir örneklerinin genel kabuledilebilirliğini olumlu yönde etkileyen uçucu bileşenlerin, serbest amino asitlerin ve organik asitlerden çoğu bileşenler naneli kefirlerde kontrole kıyasla daha fazla oranlarda tespit edilmiştir. Bu durum nane suyu ilavesinin kefir duyusal niteliğini olumlu yönde etkilediğin bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Sonuçta sade kefir tüketemeyen tüketiciler için naneli kefir iyi bir alternatif olabilir. Nane suyu ilavesi kefirin duyusal niteliğinde 21 günlük depolamada olumsuz bir etki yaratmamıştır. Nane suyu ilavesi beslenme açısından olumlu sayılan doymamış yağ asitlerinde bir artışa neden olmuştur. Özellikle nane aromasını seven tüketiciler için naneli kefirin kontrole kıyasla hem duyusal hem de beslenme açısından daha üstün olduğu ifade edilebilir. Süt endüstrisi ile temas kurularak en kısa zamanda naneli kefir üretilmesi konusunda öneriler yapılması hedeflenmektedir. Muhtemelen naneli kefir üretimini kısıtlayan en önemli parametrelerin nane suyu eldesindeki verim ve nanenin mevsimlik bir bitki olmasıdır. Ancak daha sonraki denemelerde kefir aromalandırmak için farklı nane çeşit ve türlerinin kullanılması; nane suyu eldesi ve aroması açısından en uygun nanenin seçilmesi planlanmaktadır.

KAYNAKLAR

- Agerbaek, M., Gerdes, L., Richelson, B., 1995. Hypocholesterolaemic effect of a new fermented milk product in healthy middle-aged men. **European Journal of Clinical Nutrition**, 49: 346-352.
- 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: 808–818.
- Barros, A.S., de Moraes, S.M., Ferreira, P.A.T., Viera, I.G.P., Craveiro, A.A., Fortenelle, R.O.S., de Menezes, J.E.S.A., da Silva, F.W.F., de Sousa, H.A., 2015. Chemical composition and functional properties of essential oils from *Mentha* species. **Industrial Crops and Products**, 76: 557–564.
- Bassoli, A., Borgonovo, G., Caremoli, F., Mancuso, G., 2014. The taste of D- and L-amino acids: In vitro binding assays with cloned human bitter (TAS2Rs) and sweet (TAS1R2/TAS1R3) receptors. **Food Chemistry**, 150: 27–33.
- Baysal, T., Starman, D.A.J., 1999. Supercritical carbon dioxide extraction of carvone and limonene from caraway seed. **Journal of Supercritical Fluids**, 14: 22–234.
- Benmisira, B., Jiang, B., 2012. Rheological characteristics and nutritional aspects of novel peanut-based kefir beverages and whole milk kefir. **International Food Research Journal**, 19(2): 647-650.
- Benavente-Garcia, O., Castillo, J., Marin, F.R., Ortuno, A., Del Rio, J.A., 1997. Uses and properties of citrus flavonoids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 45: 4505–4515.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., Simov, Z., 1998a. Production of flavour compounds by yogurt starter cultures. **Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology**, Volume 20, Issue 3: 180–186.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., Simov, Z., Adilov, E., 1998b. Production of Amino Acids by Yogurt Bacteria. **Biotechnol. Prog.**, 14, 963–965.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I., Dimitrov, Zh.P., 2003. Production of volatile aroma compounds by kefir starter cultures. **International Dairy Journal**, 13: 529–535.
- Bicas, J.L., Neri-Numa, I.A., Ruiz, A.L., De Carvalho, J.E., Pastore, G.M., 2011. Evaluation of the antioxidant and antiproliferative potential of bioflavors. **Food and Chemical Toxicology**, 49: 1610–1615.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J., Trout, G.M., 1988. **The Sensory Evaluation of Dairy Products**. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Buttery, R.G., Guadagni, D.G., Ling, L.C., Seifert, R.M., Lipton, W., 1976. Additional Volatile Components of Cabbage, Broccoli, and Cauliflower. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 24: 829-832.
- Campbell, M.K., 1991. **Biochemistry**. Saunders College Publishing, Second edition, United States of America.
- Cogan, T.M., Jordan, K.N., 1994. Metabolism of *Leuconostoc* bacteria. **Journal of Dairy Science**, 77: 2704-2717.
- Choi, J.W., Kang, H.W., Lim, W.C., Kim, M.K., Lee, I.Y., Cho, H.Y., 2017. Kefir prevented excess fat accumulation in diet-induced obese mice. **Bioscience, Biotechnology and Biochemistry**, 81:5, 958-965.

- Cowan, M.M., 1999. Plant products as antimicrobial agents(Review). **Clinical microbial**, 12(4): 564-582.
- Da Costa, M. P., Frasao, B.D.S., da Costa Lima, B.R.C., Rodrigues, B.L., Conte Junior, C.A., 2016. Simultaneous analysis of carbohydrates and organic acids by HPLC- DAD-RI for monitoring goat's milk yogurts fermentation. **Talanta**, 152: 162–170.
- De Almeida, R.N., de Sousa, D. P., No'breaga, F.F., Claudino, F., de S, Arau 'jo DA, Leite JR, et al. 2008. Anticonvulsant effect of a natural compound alpha, beta-epoxy-carvone and itsaction on the nerve excitability. **Neuroscience Letters**, 443: 51–55.
- Dinkçi, N., Kesenkaş, H., Korel, F., Kınık, Ö., 2015. An innovative approach: cow/oat milk based kefir. **MLjekarstvo**, 65 (3), 177-186.
- Dohi, S., Terasaki, M., Makino, M., 2009. Acetylcholinesterase inhibitory activityand chemical composition of commercial essential oils. **Agric. Food Chem.** 57, 4313–4318.
- Dragone, G., Mussatto, S.I., Oliveira, J.M., Teixeira, J.A., 2009. Characterisation of volatile compounds in an alcoholic beverage produced by whey fermentation. **Food Chemistry**, 112: 929–935.
- Drysdalge, S., Fleet, G.H., 1989. The effect of acetic acid bacteria upon the growth and metabolism of yeasts during the fermentation of grape juice. **Journal of Applied Bacteriology**, 67: 471-481.
- Duarte, W. F., Dias, D.R., Oliveira, J.M., Teixeira, J.A., de Almeida e Silva, J.B., Schwan, R.F., 2010. Characterization of different fruit wines made from cacao, cupuassu,gabiroba, jaboticaba and umbu. **LWT–Food Science and Technology**, 43(10): 1564–1572.
- Dursun, A., Güler, Z., Şekerli, Y.E., 2016. Characterization of Volatile Compounds and Organic Acids in Ultra-High-Temperature Milk Packaged in Tetra Brik Cartons. **International Journal of Food Properties**,
- Fagnani, R., Beloti, V., Battaglini, A.P.P., 2004. Acid-base balance of dairy cows and its relationship with alcoholic stability and mineral composition of milk. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 34:no.5.
- Fernández-García, E., Mc-Gregor, J.U., 1994. Determination of organic acids during the fermentationand cold storage of yoghurt. **Journal of Dairy Science.** 77: 2934-2939.
- Fernandez, M., Zuniga, M., 2006. Amino Acid Catabolic Pathways of Lactic Acid Bacteria. **Critical Reviews in Microbiology**, 32:155–183.
- Gadaga, T.H., Mutukumira, A.N., Narvhus, J.A., 2001. The growth and interaction of yeasts and lactic acid bacteria isolated from Zimbabwean naturally fermented milk in UHT milk. **International Journal of Food Microbiology**, 68: 21–32.
- García Fontán, M.C.S., Martínez, I., Franco, and J. Carballo 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.
- Gobbetti, M., Corsetti, A., Rossi, J., 1994.The sourdough microflora. Interactions between lactic acid bacteria and yeasts:metabolism of amino acids. **World Journal of Microbiology & Biotechnology**, 10, 275-279.

- Gomez-Miguez, M.J., Cacho, C.F., Ferreira, V., Vicario, I.M., Heredia, F.J., 2007. Volatile components of Zalema White wines. **Food Chemistry**, 100(4): 1464-1473.
- Guerzoni, M. E., Lanciotti, R., Cocconcelli, P. S., 2001. Alteration in cellular fatty acid composition as a response to salt, acid, oxidative and thermal stresses in *Lactobacillus helveticus*. **Microbiology**, 147: 2255–2264.
- Gül, O., Mortaş, M., Atalar, I., Dervişoğlu, M., Kahyaoğlu, T., 2015. Manufacture and characterization of kefir made from cow and buffalo milk, using kefir grain and starter culture. **Journal of Dairy Science**, 98:1517–1525.
- Güler, 2005. Quantification of free fatty acids and flavor characteristics of kaşar cheeses. **Journal of Food Lipids**, 12: 209-221
- Güler, Z., 2007. Changes in salted yoghurt during storage. **International Journal of Food Science and Technology**, 42: 235-245.
- Güler, Z., 2008. Evaluation of lipolysis in set-type fermented milks made with different commercial yoghurts starter cultures during storage. **Milchwissenschaft**, 61(1): 73-76.
- Güler, 2014. Profiles of Organic Acid and Volatile Compounds in Acid-Type Cheeses Containing Herbs and Spices (Surk Cheese). **International Journal of Food Properties**, 17: 1379-1392.
- Güler, Z., Park, Y.W., Tekin, A., 2016. Comparison of Biochemical Changes in Kefirs Produced from Organic and Conventional Milk at Different Inoculation Rates of Kefir Grains. **Journal of Food Science and Nutrition Therapy**, 2(1): 008-014.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K., Bodine, A.B., 2000a. Determination of organic acids and volatile flavor substances in kefir during fermentation. **J. Food Compos. Anal.**, 13: 35–43.
- Güzel-Seydim, Z., Seydim, A., Greene, A., 2000b. Organic acids and volatile flavour components evolved during refrigerated storage of kefir. **Journal of Dairy Science**, 83: 275–277.
- Grønnevik, H., Falstad, M., Narvhus, J.A., 2011. Microbiological and chemical properties of Norwegian kefir during storage. **International Dairy Journal**, 21: 601-606.
- Ha, Y.L., Grimm, N.K., Pariza, M.W., 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. **Carcinogenesis**, 8: 1881–1887.
- Hassan, F.A.M., Mona, A.M., El-Gawad, A., Enab, A.K., 2013. Flavour compounds in cheese (Review). **Research on Precision Instrument and Machinery**, 2, 15–29.
- Hayaloglu, A.A., Fox, F.P., Guven, M., Cakmakci, S., 2007. Cheeses of Turkey:1. Varieties ripened in goat-skin bags. **Lait**, 87, 79-95.
- Hertzler ve Clancy, 2003. Kefir improves lactose digestion and tolerance in adults with lactose maldigestion. **Journal of American Dietetic Association**, 103(5): 582-587.
- Hu, J., Dinh, S.Q., Joyce, D.C., 2009. S-carvone effects on *Botrytis cinerea* and harvested wax flower (*Chamelauicum*) New Zealand. **Journal of Crop and Horticultural Science**, 37: 79–83.
- Hugenholtz, J., Starrenburg, J.C., 1992. Diacetyl production by different strains of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* var. *diacetylactis* and *Leuconostoc* ssp. **Applied Microbiology and Biotechnology**, 38: 17–22.

- Hugenholtz, J., 1993. Citrate metabolism in lactic acid bacteria. **FEMS Microbiology, Reviews** 12, 165-178.
- IDF 1962. Chemical Analysis of Milk – Determination of the Total Nitrogen Content of Milk by Kjeldahl Method. FIL-IDF 20 International Dairy Federation, Brussels, Belgium.
- Ip, C., Singh, M., Thompson, H. J., Scimeca, J.A., 1994. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Research**, 54: 1212–1215.
- Irigoyen, A., Arana, I., Castiella, M., Torre, P., Ibáñez, F.C., 2005. Microbiological, physicochemical, and sensory characteristics of kefir during storage. **Food Chemistry**, 90: 613–620.
- Irigoyen, A., Ortigosa, M., Garcia, S., Ibanez, F.C., Torre, P., 2012. Comparison of free amino acids and volatile components in three fermented milks. **International of Dairy Technology**, 65: 578-584.
- Iskan, G., Kirimer, N., Kurkcuoglu, M., Baser, K.H., Demirci, F., 2002. Antimicrobial screening of Mentha piperita essential oils. **J Agric Food Chem**, 50: 3943-3946.
- Izco, J.M., Tormo, M., Jimenez-Flores, R., 2002. Rapid Simultaneous Determination of Organic Acids, Free Amino Acids, and Lactose in Cheese by Capillary Electrophoresis. **Journal of Dairy Science**, 85(9): 2122–2129.
- Jacobs, N., 2011. , **Arginine Amino Acid**. Nova Science Publishers Inc, United States, Ohio.
- Johns, A.T., 1951. The Mechanism of Propionic Acid Formation by Propionibacteria. **Journal of General Microbiology**, 5: 337-345.
- Kandler, O., Schillinger, U., Wells, N., 1983. *Lactobacillus bifermentans* sp. nov., nom., rev. An organism forming CO₂ and H₂ from lactic acid. **System. Appl. Microbiol.** 4: 408-412.
- Kamzolova, S.V., Yusupova, A.I., Dedyukhina, E.G., Chistyakova, T.I., Kozyreva, T.I., Morgunov, I.G., 2009. Succinic Acid Synthesis by Ethanol-Grown Yeasts. **Food Technology Biotechnology**, 47 (2): 144–152.
- Kasrati, A., Jamali, C.A., Bekkouche, K., Wohlmuth, H., Leach, D., Abbad, A., 2014. Plant growth, mineral nutrition and volatile oil composition of Mentha suaveolens subsp. timija (Briq.) Harley cultivated under salt stress conditions. **Industrial Crops and Products**, 59: 80-84.
- Kavas, G., 2015. Kefirs Manufactured from camel (Camelus dromedarius) milk and cow milk: Comparison of some chemical and microbial properties. **Italian Journal Food Science**, 27: 357-365.
- Kokkini, S., 1991. Chemical races within the genus Mentha L. In: Liskens, H.F., Jackson, J.F. (Eds.), Essential Oils and Waxes. Springer-Verlag, Berlin, 63–78.
- Kök-Taş, T., Seydim, A.C., Özer, B., Güzel-Seydim, Z.B., 2013. Effects of different fermentation parameters on quality characteristics of kefir. **Journal of Dairy Science**, 96: 780–789.
- Leite, A.M., Leite, D.C., Del Aguila, E.M., Alvares, T.S., Peixoto, R.S., 2013. Microbiological and chemical characteristics of Brazilian kefir during fermentation and storage processes. **Journal of Dairy Science**, 96:4149–4159.
- Liu, S-Q., Holland, R., Crow, V.L., 2003. The potential of dairy lactic acid bacteria to metabolise amino acids via non-transaminating reactions and endogenous transamination. **International Journal of Food Microbiology**, 86: 257-269.

- Liu, J.R., Chen, M.J., Lin, C.W., 2005. Antimutagenic and antioxidant properties of milk-kefir and soymilk-kefir. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53: 2467-2474.
- Liutkevičius, A., Šarkinas, A., 2004. Studies on the growth conditions and composition of kefir grain as a food and forage biomass. **Veterinarija Ir Zootechnika**, T 25 (47): 1392-2130.
- Ljungdahl, P.O., Daignan-Fornier, B., 2012. Regulation of amino acid, nucleotide, and phosphate metabolism in *Saccharomyces cerevisiae*. **Genetics**, 190(3):885-929.
- Lopitz-Otsoa, F., Rementeria, A., Elguezabal, N., Garaizar, J., 2006. Kefir: a symbiotic yeasts-bacteria community with alleged healthy capabilities. **Revista Iberoamericana Micología**, 23: 67–74.
- Lorenzi, H., Matos, F.J.A., 2002. Plantas Medicinais no Brasil: Nativas e Exóticas Cultivadas. **Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP**, pp. 246–251.
- Magalhaes, K.T., Dragone, G., de Melo Pereira, G.V., Oliveira, J.M., Domingues, L., 2011. Comparative study of the biochemical changes and volatile compound formations during the production of novel whey-based kefir beverages and traditional milk kefir. **Food Chemistry**, 126: 249-253.
- Magalhães, K.T., Dias, D.R., de Melo Pereira, G.V., Oliveira, J.M., Domingues, L., Teixeira, J.A., de Almeida e Silva, J.B., Schwan, R.F., 2011b. Chemical composition and sensory analysis of cheese whey-based beverages using kefir grains as starter culture. **International Journal Food Science and Technology**, 46:871–878.
- Manach, C., Williamson, G., Morand, C., Scalbert, A., Remesy, C., 2005. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans. I. Review of 97 bioavailability studies. **American Journal of Clinical Nutrition**, 81: 230–242.
- Matsuu, M., Shichijo, K., Okaichi, K., Wen, C.Y., Fukuda, E., Nakashima, M., Nakayama, T., Shirahata, S., Tokumaru, S., Sekine, I., 2003. The protective effect of fermented milk kefir on radiation-induced apoptosis in colonic crypt cells of rats. **J. Dairy Res**, (Tokyo) 44(2):111–115.
- McKay, D.L., Blumberg, J.B.A., 2006. Review of the bioactivity and potential health benefits of peppermint tea (*Mentha piperita* L.). **Phytother Res**, 20: 619-633.
- McSweeney, P.L.H., Sousa, M.J., 2000. Biochemical pathways for the production of flavour compounds in cheese during ripening: a review. **Lait**, 80: 293–324.
- McSweeney, P.L.H., 2004. Biochemistry of cheese ripening. **International Journal of Dairy Technology**, 57(2-3): 127-144.
- Middleton, E., Kandaswami, C., Theoharides, T.C., 2000. The effects of plant flavonoids on mammalian cells: implications for inflammation, heart disease and cancer. **Pharmacological Reviews**, 52: 673–751.
- Mikulec, N., Habuš, I., Antunac, N., Vitale, L., Havranek, J., 2010. Influence of peptide and amino acids on the formation of cheese flavour. **Food Technology and Biotechnology**, 60: 219–227.
- Miller, G.D., Jarvis, J.K., Mc-Bean, L.D., 1995. Dairy foods and colon cancer. In **Handbook of Dairy Foods and Nutrition**, 69–88.
- Molimard, P., Spinnler, H.E., 1996. Compounds Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. **Journal of Dairy Science**, 79: 169-184.

- Molina, S., Moran-Valero, M.I., Martin, D., Vázquez, L., Vargas, T., Torres, C. F., Ramirez-de Molina, A., Reglero, G., 2013. Antiproliferative effect of alkylglycerols as vehicles of butyric acid on colon cancer cells. **Chemistry and Physics of Lipids**, 175–176: 50–56.
- Moreno, L., Bello, R., Primo-Yufera, E., Esplugues, J., 2002. Pharmacological properties of the methanol extract from *Mentha suaveolens*. **Ehrh Phytother Res**, 16, 10–13.
- Mukaddem, M., Bouajila, J., Ennajar, M., Lebrihi, A., Mathieu, F., Romdhane, M., 2009. Chemical Composition and Antimicrobial and Antioxidant Activities of *Mentha* (*longifolia* L. and *viridis*) Essential Oils, **Journal of Food Science**, Vol. 74 Nr. 7.
- Nadathur, S.R., Carney, J.R., Gould, S.J., Bakalinsky, A.T., 1996. Palmitic acid is the major fatty acid responsible for significant anti-N-methyl-N9-nitro-N-nitrosoguanidine (MNNG) activity in yogurt. **Mutation Research**, 359: 179–189.
- Norat, T., Riboli, E., 2003. Dairy products and colorectal cancer. A review of possible mechanisms and epidemiological evidence. **European Journal of Clinical Nutrition**, 57: 1–17.
- Ono, B., Arao, Y., Moriyoshi, K., 1992. Mapping of two new codon-specific suppressors in *Saccharomyces cerevisiae*. **Yeast**, 8(8):669–72.
- Ostlie, H.M., Helland, M.H., Narvhus, J.A., 2003. Growth and metabolism of selected strains of probiotic bacteria in milk. **International Journal of Food Microbiology**, 87: 17–27.
- Ötleş, S., Çağındı, O., 2003. Kefir: A probiotic dairy- composition, nutritional and therapeutic aspects. **Pakistan Journal of Nutrition**, 2, 829: 54–59.
- Öner, Z., Karahan, A.G., Çakmakçı, L., 2010: Effects of different milk types and starter cultures on kefir. **Gıda**, 35 (3), 177–182.
- Özer, B., Atasoy, F., 2002. Effect of addition of amino acids, treatment with β -galactosidase and use of heat-shocked cultures on the acetaldehyde level in yoghurt. **International Journal of Dairy Technology**, 55(4):166–170.
- Pala, V., Sieri, S., Berrino, F., Vineis, P., Sacerdote, C., Palli, D., 2011. Yogurt consumption and risk of colorectal cancer in the Italian European prospective investigation into cancer and nutrition cohort. **International Journal Cancer**, 129(11): 2712–2719.
- Pereira, Christine, Li, Duo and Sinclair, Andrew 2001. The α -linolenic acid content of green vegetables commonly available in Australia. **International journal for vitamin and nutrition research**, 71(4): 223–228.
- Pionnier, E., Hugelshofer, D., 2006. Characterisation of key odorant compounds in cream from different origins with distinct flavours. **Flavour Science: Recent Developments and Trends**, 233–236,
- Puupponen-Pimia, R., Nohynek, L., Meier, C., Kahkonen, M., Heinonen, M., Hopia, A., 2001. Antimicrobial properties of phenolic compounds from berries. **Journal of Applied Microbiology**, 90, 494–507.
- Ratnay, F.P., O'Connell, M.J., 2011. **Fermented Milks Kefir**. In: Fukay JW, editor. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 2th ed. Academic Press; San Diego, USA, 518–524.
- Rohloff, J., Dragland, S., Mordal, R., Iversen, T.H., 2005. Effect of harvest time and drying method on biomass production, essential oil yield, and quality of

- peppermint (*Mentha x piperita* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 53: 4143-4148.
- Rubin, H.E., Nerad, T., Vaughan, F. 1982. Lactic Acid Inhibition of *Salmonella typhimurium* in Yogurt. **Journal of Dairy Science**, 65: 165 -197.
- Samman, S., Lyons Wall, P.M., Cook, N.C., 1998. **Flavonoids and coronary heart disease: Dietary perspectives**. In C. A. RiceEvans & L. Packer (Eds.), *Flavonoids in health and disease* (pp. 469–482). New York: Marcel Dekker.
- Sands, D.C., Hankin, L., 1976. Fortification of foods by fermentation with lysine-excreting mutants of lactobacilli. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 24(6): 1104–1106.
- Scavroni, J., Boaro, C.S.F., Marques, M.O.M., Ferreira, L.C., 2005. Yield and composition of the essential oil of *Mentha piperita* L. (Lamiaceae) grown with biosolid. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, 17: 345-352.
- Sieber, R., Btitikgfer, U., Basset, J.O., 1995. Benzoic acid as a natural compound in cultured dairy products and cheese. **International Dairy Journal**, 5: 227-246.
- Shiomi, M., Sasaki, K., Murofushi, M. and Aibara, K., 1982. Antitumor activity in mice of orally administered polysaccharide from kefir grain. **Japanese Journal of Medical Science and Biology**, 35: 75-80.
- Singh, T.K., Drake, M.A., Cadwallader, K.R., 2003. Flavor of Cheddar cheese: A chemical and sensory perspective. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 2: 139–162.
- Snoep, J.L., Teixeira de Mattos, M.J., Starrenburg, M.J.C., Hugenholtz, J., 1992. Isolation, characterization, and physiological role of the pyruvate dehydrogenase complex and α -acetolactate synthase of *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*. **Journal of Bacteriology**, 174: 4838–4841.
- Song ve Lee, 2006. Production of succinic acid by bacterial fermentation. **Enzyme and Microbial Technology**, 39(3): 352-361.
- Starrenburg, M.J., Hugenholtz, J., 1991. Citrate Fermentation by *Lactococcus* and *Leuconostoc* spp. **Applied and Environmental Microbiology**, 57(12):3535–3540.
- Şekerli, Y.E., 2013. **Farklı Sıcaklık Normları ve Yoğurt Kültürleri Uygulanan Sütlerden Üretilen Yoğurtlarda Kimyasal Niteliklerin Belirlenmesi**. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi, 31s, Hatay.
- Tamime, A.Y., Robinson, R.K., 2001. **Yogurt Science and Technology**. New York, USA: CRC Press, 1-478.
- Tamime, A.Y., 2006. **Fermented Milk**. 1st edn. WileyBlackwell, 189.
- Toffalo, R., Schirone, M., Fasoli, G., Perpetuini, G., Patrignani, F., Manetta, A. C., Lanciotti, R., Corsetti, A., Martino, G., Suzzi, G., 2015. Influence of pig rennet on proteolysis, organic acids contentant microbiota of Pecorino di Farindola, a traditional Italian ewe's raw milk cheese. **Food Chemistry**, 175: 121-127.
- Tormo, M., Izco, J.M., 2004. Alternative reversed-phase high-performance liquid chromatography method to analyse organic acids in dairy products. **Journal of Chromatography A**, 1033(2):305-310.
- Truica, G., Teodor, E.D., Radu, G.L., 2013. Organic acids assesments in medicinal plants by capillary electrophoresis. **Revue Roumaine de Chimie**, 58 (9-10): 809-814.

- Tsai, M.L., Wu, C.T., Lin, T.F., Huang, Y.C., Yang, C.H., 2013. Chemical Composition and Biological Properties of Essential Oils of Two Mint Species. **Tropical Journal of Pharmaceutical Research**, 12 (4): 577-582.
- TSE, 2006. Yoğurt. TS1330. Ankara, Turkey: **Turkish Standard Institution**.
- Umeda, C., Sonoyama, K., Yamaguchi, N., Saito, R., Akashi, K., Motoshima, H. and Kawabata, J., 2005. Oral administration of freeze-dried kefir reduces intestinal permeation of and oral sensitization to ovalbumin in mice. **Bioscience Biotechnolgy Biochemistry**, 69(1):249–251.
- Urbach, G., 1995. Contribution of lactic acid bacteria to flavor compound formation in dairy products. **International Dairy Journal**, 5: 877–903.
- Van der werf Boot, 2000. Metabolism of carveol and dihydrocarveol in *Rhodococcus erythropolis* DCL14, **Microbiology**, 146: 1129–1141.
- Veiga da Cunha, M., Foster, M.A., 1992. Sugar-glycerol cofermentations in lactobacilli: the fate of lactate. **Journal of Bacteriology**, 174(3):1013-1019.
- Vieira, C. P., Alvares, T.S., Gomes, L.S., Torres, A. G., V. M. F. Paschoalin, V. M. F., Conte-Junior, C.A., 2015. Kefir Grains Change Fatty Acid Profile of Milk during Fermentation and Storage. **Plos One**, 10(10): 1-18.
- Vujicic, I.F., Vulic, M., Konyves, T., 1992. Assimilation of cholesterol in milk by kefir cultures. **Biotechnology Letters**, 14: 847-850.
- Yadav, H., Jain, S., Sinha, P.R., 2007. Production of free fatty acids and conjugated linoleic acid in probiotic dahicontaining *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* during fermentation and storage. **International Dairy Journal**, 17: 1006–1010.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M., Geurts, T. J., 2006. **Dairy Science and Technology**. Taylor and Francis Group, Boca Raton, London, New York.
- Winter, G., Todd, C.D., Trovato, M., Forlani, G., Funck, D., 2015. Physiological implications of arginine metabolism in plants. **Front Plant Sci**, 6: 534.
- Zuniga, M., Fernandez, M., 2006. Amino Acid Catabolic Pathways of Lactic Acid Bacteria. **Critical Reviews in Microbiology**, 32: 155–183.
- Zourari, A., Accolas, J.P., Desmazeaud, M.J., 1992. Metabolism and biochemical characteristics of yogurt bacteria. A review. **Lait**, 72: 1-34.

ÖZGEÇMİŞ

Araştırmacı, 1992 yılında Antakya’da doğdu. İlkokul, Ortaokul ve Lise eğitimini Antakya’da tamamladı. 2010 yılında Mustafa Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği bölümünü kazandı ve 2014 yılında mezun oldu. Araştırmacı 2015 yılı bahar yarıyılında ise Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim dalında yüksek lisansa başladı.



EKLER

Ek 1. Kefir örneklerine ait duyuşal değerlendirme formu

Ad :

Tarih:

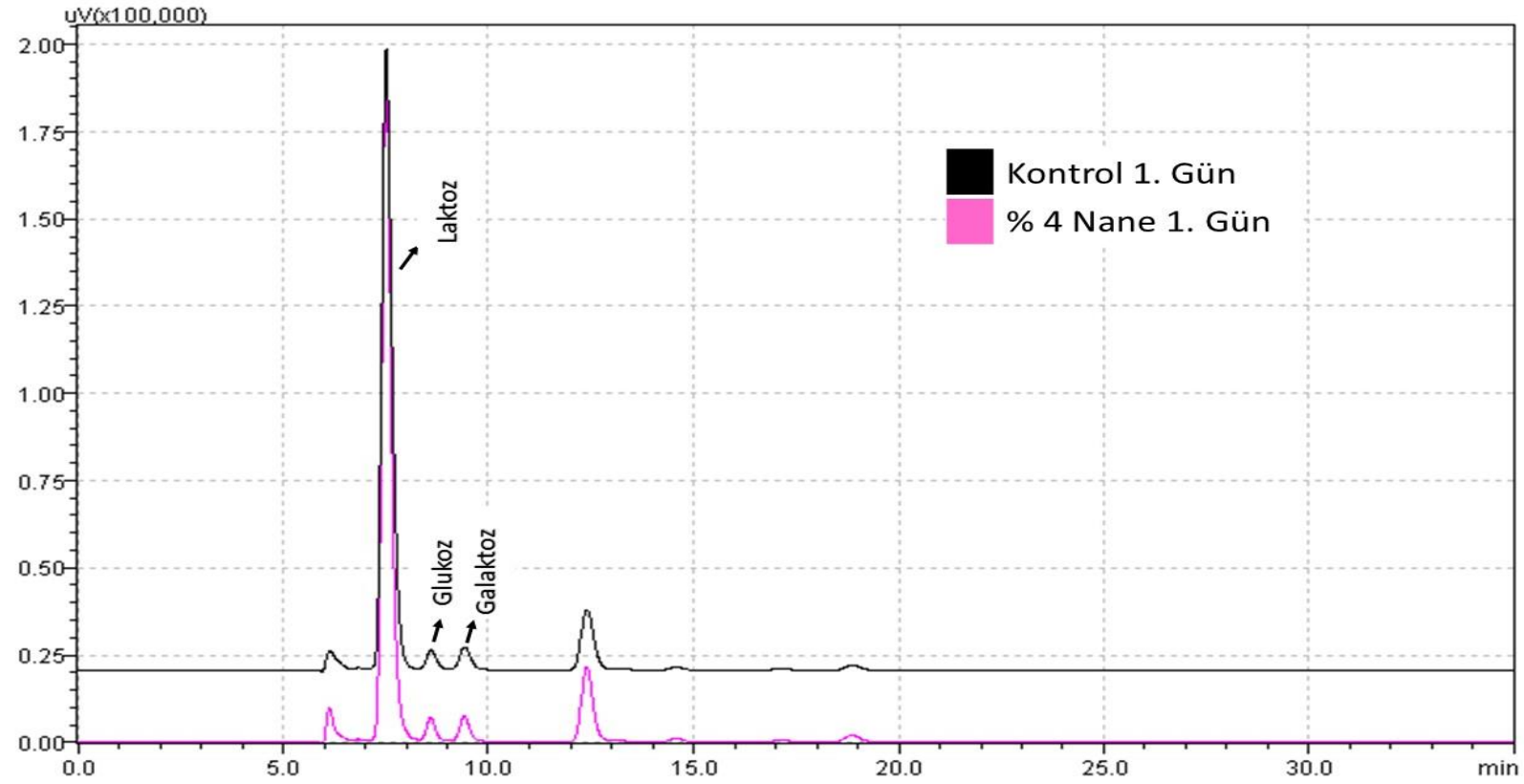
Soyad:

Genel Nitelikler				
	Tat	Koku	Yapı ve tekstür (Kıvam)	Görünüş (Serum ayrılması, pütürlü)
5: Çok İyi				
4: İyi				
3: Orta				
2: Zayıf				
1: Çok Kötü				

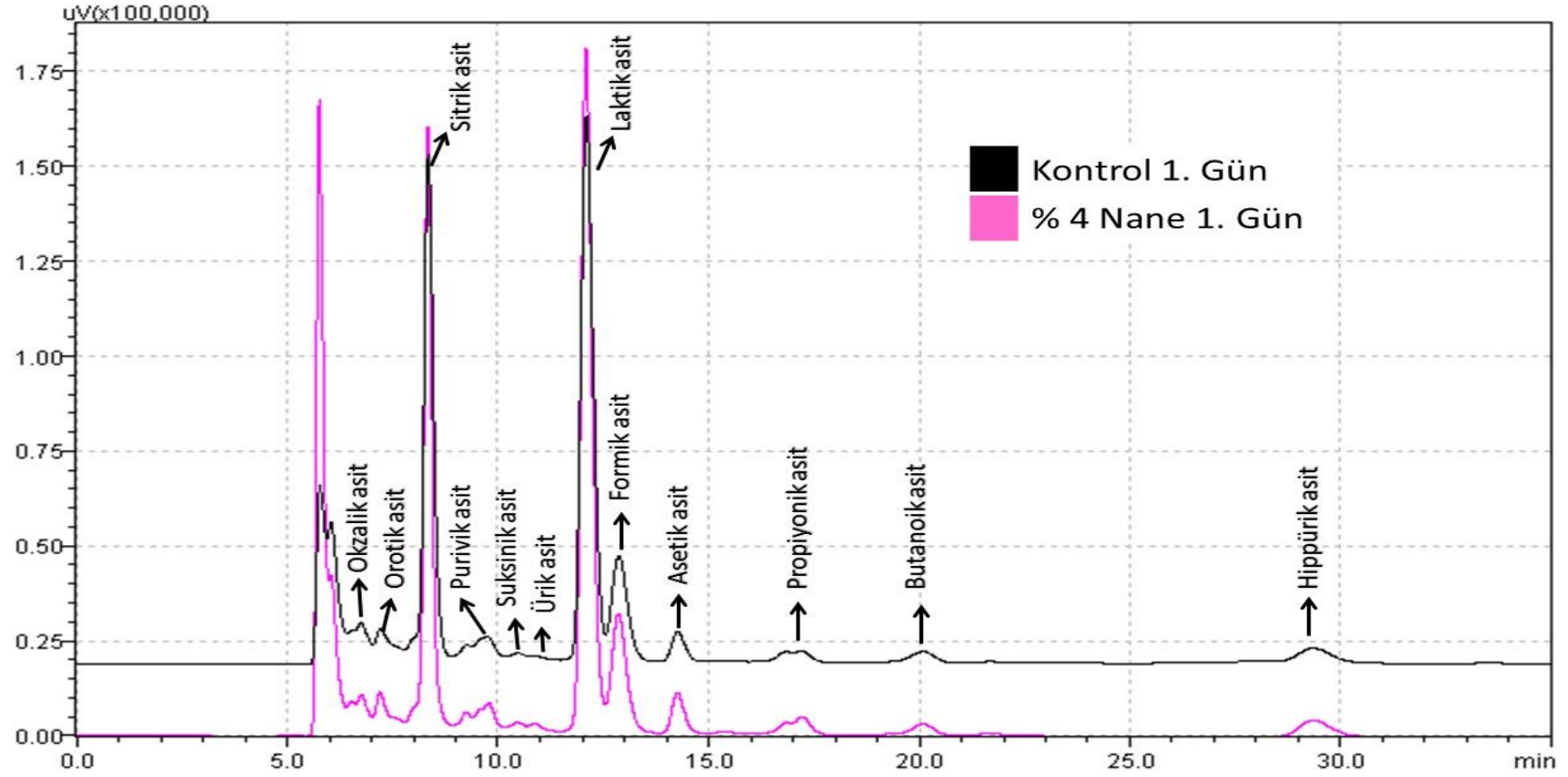
Ürünün genel kabul edilebilirliğini değerlendiriniz		
9		Çok iyi
8		
7		İyi
6		
5		Orta
4		
3		Zayıf
2		
1		Çok kötü

Ürün hakkındaki yorumlarınızı yazınız

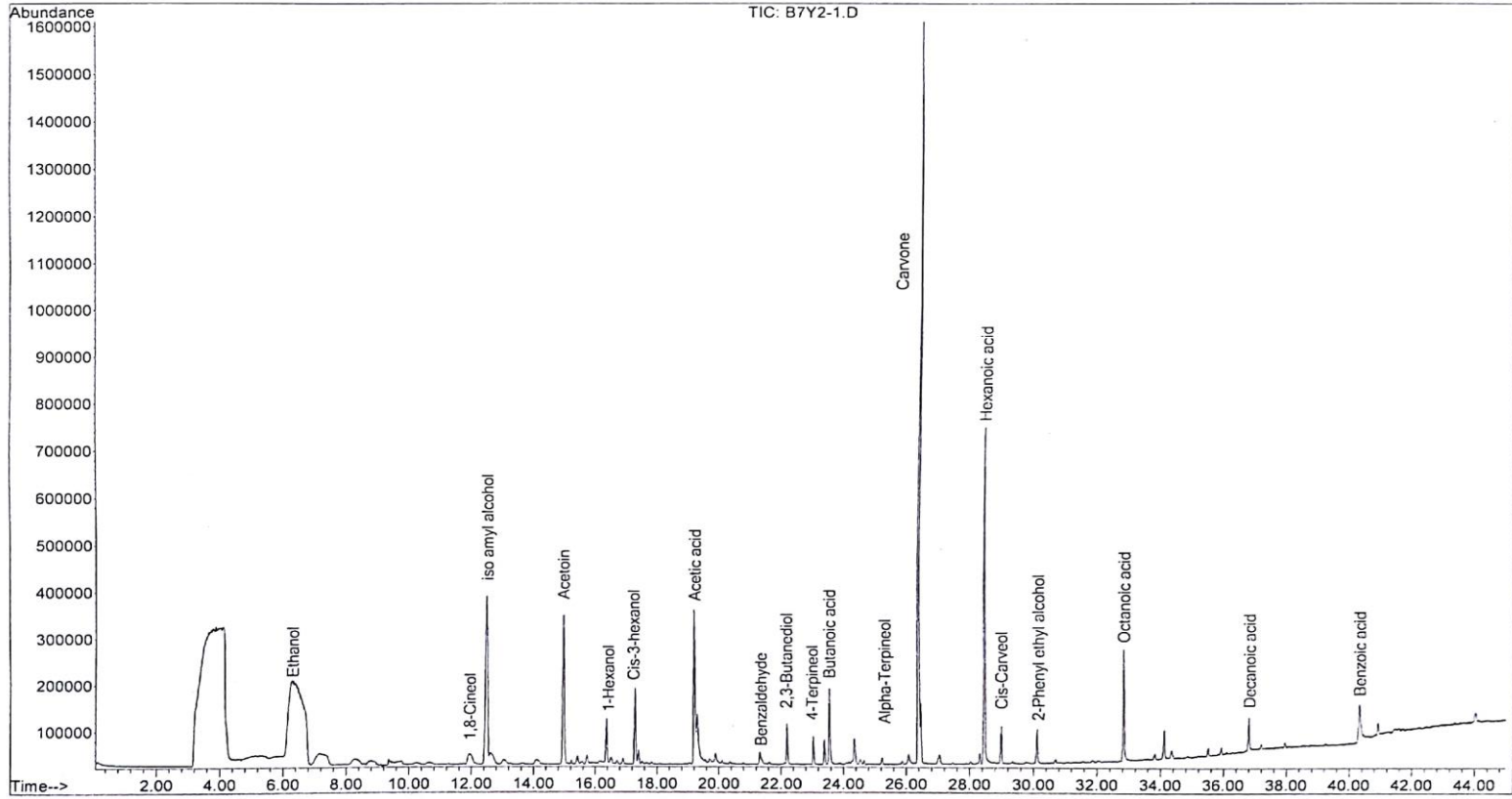
Ek 2. Kefirlerde karbonhidratlara ait kromatogram



Ek 3. Kefirlerde organik asitlere ait kromatogram



Ek 4. Kefirlerde uçucu bileşenlere ait kromatogram



Ek 5. Kefirlerde serbest yağ asitlerine ait kromatogram

