

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



**FARKLI SÜTLERDEN YAPILAN KEFİRLERİN BUZDOLABI
SICAKLIĞINDA VE DONDURARAK DEPOLANMASI
ESNASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER**

DOKTORA TEZİ

ERCAN SARICA

BOLU, AĞUSTOS - 2019

T.C.
BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİMDALI



FARKLI SÜTLERDEN YAPILAN KEFİRLERİN BUZDOLABI
SICAKLIĞINDA VE DONDURARAK DEPOLANMASI
ESNASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

DOKTORA TEZİ

ERCAN SARICA

BOLU, AĞUSTOS - 2019

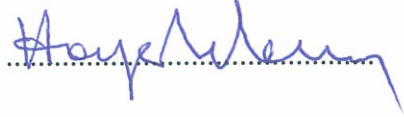
KABUL VE ONAY SAYFASI

Ercan SARICA tarafından hazırlanan “FARKLI SÜTLERDEN YAPILAN KEFİRLERİN BUZDOLABI SICAKLIĞINDA VE DONDURARAK DEPOLANMASI ESNASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER” adlı tez çalışması Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda 05/08/2019 tarihinde Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

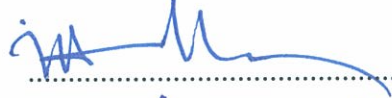
Jüri Üyeleri

İmza

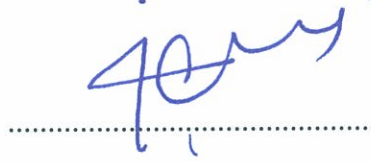
Danışman
Prof. Dr. Hayri COŞKUN
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. İhsan BAKIRCI
Atatürk Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Üye
Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN
Ankara Üniversitesi



Üye
Dr. Öğr. Üyesi İlyas ATALAR
Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi



Prof. Dr. Ömer ÖZYURT

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ercan SARICA





Eşime ve çocuklarıma,

ETİK BEYAN

Abant İzzet Baysal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Ercan SARICA

ÖZET

FARKLI SÜTLERDEN YAPILAN KEFİRLERİN BUZDOLABI SICAKLIĞINDA VE DONDURARAK DEPOLANMASI ESNASINDA MEYDANA GELEN DEĞİŞMELER

DOKTORA TEZİ
ERCAN SARICA

BOLU ABANT İZZET BAYSAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. HAYRİ COŞKUN

BOLU, AĞUSTOS - 2019

Bu çalışma, inek (İK) ve keçi (KK) sütü kullanılarak üretilen kefir örneklerinin gerek buzdolabında ve gerekse dondurarak muhafaza esnasında meydana gelen değişimleri ortaya koymak amacıyla yapılmıştır. İlk aşamada, kefir örnekleri üretilmiş ve buzdolabı sıcaklığında (+4 °C) 35 gün muhafaza edilmiştir. Kefir örneklerinde, depolamanın 1., 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde fiziksel, kimyasal, biyokimyasal, mikrobiyolojik, duyuşal özellikler ile organik asit ve uçucu aroma bileşikleri belirlenmiştir. İkinci aşamada, yine inek ve keçi sütü kullanılarak kefir üretilmiş, örnekler birinci aşamada tespit edilen en iyi muhafaza süresi kadar bekletildikten sonra dondurulmuş (-35 °C'de 24 saat) ve dondurucuda -18 °C'de 45 gün depolanmıştır. Dondurulmuş örneklerde aynı analizler dondurarak depolamanın 0., 15., 30. ve 45. günlerinde yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; buzdolabında muhafaza edilen KK örneklerinde kurumadde ve pH yüksek bulunmuştur. İK örneklerinde viskozite, L* ve b* değerleri yüksek çıkmıştır. KK örneklerinde lipoliz değeri yüksek, proteoliz değerleri düşük çıkmıştır. Her iki örnekte depolama boyunca asitlik, viskozite, lipoliz ve proteoliz değerleri artarken, serum ayrılması değerleri azalmıştır. Depolama boyunca her iki örnekte laktokok, laktobasil, lökonostok, toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB), asetik asit bakteri ve maya sayıları düşmüştür. KK örneklerinde laktik, asetik, sitrik, pirüvik ve oksalik asit miktarı yüksek çıkmıştır. Asetaldehit, diasetil ve asetoin miktarları İK örneklerinde, etanol miktarı KK örneklerinde yüksektir. Depolama boyunca en çok İK örnekleri beğenilmiştir. Duyusal puanlar ve diasetil/asetaldehit oranı İK örneklerinde depolamanın 14. gününde, KK örneklerinde 21. gününde en yüksek çıkmıştır.

Dondurarak muhafaza sırasında İK örneklerinin kurumadde, protein, asitlik viskozite, L*, a* ve b* değerleri daha yüksek çıkmıştır. Lipoliz değerleri KK örneğinde, proteoliz değerleri ise İK örneğinde yüksek çıkmıştır. İncelenen mikroorganizma sayıları depolama boyunca her iki örnekte azalmıştır. Yine de her iki örnekte TMAB sayısı 7 log kob/g'ın üstündedir. Laktik, asetik, sitrik, oksalik asit, asetaldehit ve etanol miktarları KK örneklerinde yüksektir. Diasetil ve asetoin miktarları İK örneklerinde yüksek çıkmıştır. Panelistler en çok İK örneklerini tercih etmişlerdir. Ancak KK örneklerinin duyuşal özellikleri dondurarak muhafazadan olumsuz etkilenmiştir.

ANAHTAR KELİMELELER: Kefir, Raf ömrü, Depolama, Keçi sütü, İnek sütü, Dondurarak depolama

ABSTRACT

CHANGES IN KEFIR MADE FROM DIFFERENT KINDS OF MILK DURING THE STORAGE OF REFRIGERATED AND FROZEN CONDITIONS

PHD THESIS

ERCAN SARICA

**BOLU ABANT IZZET BAYSAL UNIVERSITY GRADUATE SCHOOL OF
NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF FOOD ENGINEERING
(SUPERVISOR: PROF. DR. HAYRİ COŞKUN)**

BOLU, AUGUST 2019

This study was carried out to determine the changes during storage of kefir samples made from cow (İK) and goat (KK) milks in refrigerator and deep-freezer. In first stage, the kefir samples were produced and stored at refrigerator (+4 °C) for 35 days. The chemical, physical, biochemical, microbiological, sensorial properties and also organic acids and flavor components in the kefir samples were determined on 1st, 7th, 14th, 21th, 28th and 35th day of storage period. In the second stage, the production of the kefir samples were repeated by using cow and goat milks. After keeping the samples at refrigerator up to the best storage period revealed at first stage, they were frozen (at -35 °C for 24 h) and kept at -18 °C for 45 days. The same analyses were done on 0th, 15th, 30th and 45th day of frozen storage period. According to the obtained results, dry matter and pH were higher in the samples of KK kept at refrigerator. The values of viscosity, L* and b* were higher in İK samples. The values of lipolysis in KK samples were higher, but the values of proteolysis were lower. During the storage, the values of acidity, viscosity, lipolysis and proteolysis increased in both samples while the values of syneresis decreased. On contrast, the counts of lactococci, lactobacilli, leuconostoc, total mesophilic aerobic bacteria (TMAB), acetic acid bacteria and yeast decreased during the storage period. Amounts of lactic, acetic, citric, pyruvic and oxalic acid were found higher in the samples of KK. The amounts of acetaldehyde, diacetyl and acetoin were higher in İK samples while ethanol value was higher in KK samples. Sensorially, İK samples were mostly preferred by the panelists during the storage. Sensorial scores and diacetyl/acetaldehyde ratio were the highest on the 14th day of the storage for İK samples and on the 21st day for KK samples.

During frozen storage, the values of dry matter, protein, viscosity, L*, a* and b* of İK samples were higher. Lipolysis values were higher in KK samples while proteolysis values were higher in İK samples. The counts of the groups of microorganisms analysed decreased throughout frozen storage period in both samples. Even so, the counts of TMAB was over 7 lof cfu/g. The amounts of lactic, acetic, citric, oxalic acids, and also acetaldehyde and ethanol were higher in KK samples while diacetyl and acetoin values were higher in İK samples. Sensorially, İK samples were mostly preferred by the panelists. However, frozen storage had negative effect on sensorial properties of KK samples.

KEYWORDS: Kefir, Storage, Shelf-life, Goat milk, Cow milk, Frozen storage

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET.....	v
ABSTRACT	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xii
KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ	xiii
TEŞEKKÜR	xv
1. GİRİŞ.....	1
2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI	8
2.1 İnek ve Keçi Sütü.....	8
2.2 Kefirin Tanımı	10
2.3 Kefirin Tarihçesi	12
2.4 Kefir Sütünün Özellikleri.....	13
2.5 Kefir Üretimi.....	14
2.6 Kefir Tanesinin ve Kefir Kültürlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri....	21
2.7 Kefirin Kimyasal Özellikleri.....	24
2.8 Kefirin Fiziksel Özellikleri	28
2.9 Kefirin Biyokimyasal Özellikleri.....	33
2.10 Kefirin Mikrobiyolojik Özellikleri	36
2.11 Kefirin Organik Asit İçerikleri.....	42
2.12 Kefirin Aroma Özellikleri.....	49
2.13 Süt ve Fermente Süt Ürünlerinin Dondurulması	56
3. MATERYAL VE YÖNTEM	62
3.1 Materyal	62
3.2 Kefir Örneklerinin Üretimi	62
3.3 Sütlerde ve Kefirlerde Yapılan Analizler	65
3.3.1 Kimyasal Analizler	65
3.3.1.1 Kurumadde Tayini	65
3.3.1.2 Yağ Tayini.....	66
3.3.1.3 Protein Tayini.....	66
3.3.1.4 Titrasyon Asitliği Tayini	67
3.3.1.5 pH Tayini	67
3.3.2 Fiziksel Analizler.....	68
3.3.2.1 Viskozite Tayini	68
3.3.2.2 Serum Ayrılması	68
3.3.2.3 Renk Analizi.....	68
3.3.3 Biyokimyasal Analizler	69
3.3.3.1 Lipoliz Oranı (ADV).....	69
3.3.3.2 Proteoliz Değeri (Tirozin Miktarı).....	69
3.3.4 Mikrobiyolojik Analizler	71

3.3.4.1	Seri Dilüsyonların Hazırlanması	71
3.3.4.2	Laktokokların Sayımı	71
3.3.4.3	Laktobasillerin Sayımı	71
3.3.4.4	Lökonostokların Sayımı	72
3.3.4.5	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı	72
3.3.4.6	Asetik Asit Bakteri Sayımı	72
3.3.4.7	Maya Sayımı	73
3.3.5	Organik Asitlerin Belirlenmesi	73
3.3.6	Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi	76
3.3.7	Duyusal Analizler	77
3.3.8	İstatistiksel Analizler	78
4.	BULGULAR VE TARTIŞMA	79
4.1	Kefir Örneklerinin Buzdolabı Sıcaklığında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Değişmeler	79
4.1.1	Kefir Örnekleri Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimi	79
4.1.2	Kefir Örneklerinin Kimyasal Özelliklerindeki Değişmeler	80
4.1.2.1	Kurumadde	81
4.1.2.2	Yağ	82
4.1.2.3	Protein	83
4.1.2.4	Titrasyon Asitliği	83
4.1.2.5	pH	85
4.1.3	Kefir Örneklerinin Fiziksel Özelliklerindeki Değişmeler	86
4.1.3.1	Viskozite Değeri	87
4.1.3.2	Serum Ayrılması Değeri	89
4.1.3.3	Renk L* Değeri	90
4.1.3.4	Renk a* Değeri	91
4.1.3.5	Renk b* Değeri	91
4.1.4	Kefir Örneklerinin Biyokimyasal Özelliklerindeki Değişmeler ..	92
4.1.4.1	Lipoliz Değeri	92
4.1.4.2	Proteoliz Değeri	93
4.1.5	Kefir Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişmeler	94
4.1.5.1	Laktokok Sayısı	95
4.1.5.2	Laktobasil Sayısı	96
4.1.5.3	Lökonostok Sayısı	97
4.1.5.4	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı	98
4.1.5.5	Asetik Asit Bakteri Sayısı	99
4.1.5.6	Maya Sayısı	99
4.1.6	Kefir Örneklerinin Organik Asit İçeriklerindeki Değişmeler	101
4.1.6.1	Laktik Asit Değeri	101
4.1.6.2	Asetik Asit Değeri	102
4.1.6.3	Sitrik Asit Değeri	103
4.1.6.4	Pirüvik Asit Değeri	104
4.1.6.5	Orotik Asit Değeri	105
4.1.6.6	Oksalik Asit Değeri	105
4.1.7	Kefir Örneklerinin Aroma Bileşenlerindeki Değişmeler	106
4.1.7.1	Asetaldehit Değeri	107
4.1.7.2	Diasetil Değeri	108
4.1.7.3	Asetoin Değeri	109
4.1.7.4	Etil Alkol Değeri	110

4.1.8	Kefir Örneklerinin Duyusal Özelliklerindeki Değişmeler.....	111
4.1.8.1	Yapı, Kıvam ve Tekstür Puanları.....	111
4.1.8.2	Tat ve Koku Puanları	112
4.1.8.3	Genel Beğeni Puanları.....	113
4.2	Kefir Örneklerinin Dondurarak Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Değişmeler.....	114
4.2.1	Kefir Örnekleri Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimi	114
4.2.2	Kefir Örneklerinin Fermantasyon Sonrası Özellikleri.....	115
4.2.3	Kefir Örneklerinin Kimyasal Özelliklerindeki Değişmeler.....	117
4.2.3.1	Kurumadde.....	117
4.2.3.2	Yağ.....	118
4.2.3.3	Protein	118
4.2.3.4	Titrasyon Asitliği	119
4.2.3.5	pH.....	120
4.2.4	Kefir Örneklerinin Fiziksel Özelliklerindeki Değişmeler	121
4.2.4.1	Viskozite Değeri.....	122
4.2.4.2	Serum Ayrılması Değeri	123
4.2.4.3	Renk L* Değeri.....	124
4.2.4.4	Renk a* Değeri.....	124
4.2.4.5	Renk b* Değeri	125
4.2.5	Kefir Örneklerinin Biyokimyasal Özelliklerindeki Değişmeler	125
4.2.5.1	Lipoliz Değeri	126
4.2.5.2	Proteoliz Değeri	127
4.2.6	Kefir Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişmeler	127
4.2.6.1	Laktokok Sayısı.....	128
4.2.6.2	Laktobasil Sayısı	129
4.2.6.3	Lökonostok Sayısı.....	130
4.2.6.4	Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı.....	131
4.2.6.5	Asetik Asit Bakteri Sayısı	131
4.2.6.6	Maya Sayısı.....	132
4.2.7	Kefir Örneklerinin Organik Asit İçeriklerindeki Değişmeler....	132
4.2.7.1	Laktik Asit Değeri.....	133
4.2.7.2	Asetik Asit Değeri.....	134
4.2.7.3	Sitrik Asit Değeri	134
4.2.7.4	Pirüvik Asit Değeri	135
4.2.7.5	Orotik Asit Değeri.....	136
4.2.7.6	Oksalik Asit Değeri.....	136
4.2.8	Kefir Örneklerinin Aroma Bileşenlerindeki Değişmeler.....	137
4.2.8.1	Asetaldehit Değeri.....	137
4.2.8.2	Diasetil Değeri	138
4.2.8.3	Asetoin Değeri	138
4.2.8.4	Etil Alkol Değeri.....	139
4.2.9	Kefir Örneklerinin Duyusal Özelliklerindeki Değişmeler.....	139
4.2.9.1	Yapı, Kıvam ve Tekstür Puanları.....	140
4.2.9.2	Tat ve Koku Puanları	141
4.2.9.3	Genel Beğeni Puanları.....	142
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	144
6.	KAYNAKLAR.....	148

7. EKLER	163
EK A. Kefir Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Süt ile Kefir Örneklerinin Organik Asit Bileşiklerine Ait Kromatogramlar.....	163
EK B Kefir Örneklerinin Aroma Bileşiklerine Ait Kromatogramlar	164
8. ÖZGEÇMİŞ	165



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle ticari kefir üretim akış şeması.....	15
Şekil 2.2. Geleneksel yöntemle ticari kefir üretimine alternatif bir üretim metoduna ait akış şeması	17
Şekil 2.3. DVS kültür kullanılarak üretilen ticari kefir üretim akış şeması.....	18
Şekil 3.1. Kefir üretimi akış şeması.....	63
Şekil 3.2. Dondurarak depolanan kefirlerin üretimine ait akış şeması....	65
Şekil 3.3. Tirozin standart eğrisi ve tirozin standart konsantrasyonuna göre renk değişimi.....	71
Şekil 3.4. Laktik asit standart eğrisi	74
Şekil 3.5. Asetik asit standart eğrisi	74
Şekil 3.6. Sitrik asit standart eğrisi.....	74
Şekil 3.7. Pirüvik asit standart eğrisi.....	75
Şekil 3.8. Orotik asit standart eğrisi	75
Şekil 3.9. Oksalik asit standart eğrisi	75

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 3.1. Kefirlerin duyuusal analizinde kullanılan form örneği	77
Çizelge 4.1. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örnekleri üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, organik asit içerikleri	79
Çizelge 4.2. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefirlerin kimyasal özellikleri	81
Çizelge 4.3. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin fiziksel özellikleri	87
Çizelge 4.4. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin biyokimyasal özellikleri	92
Çizelge 4.5. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerindeki değişmeler	95
Çizelge 4.6. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin organik asit içeriklerindeki değişmeler	101
Çizelge 4.7. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin aroma bileşenlerinde meydana gelen değişmeler	107
Çizelge 4.8. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin duyuusal özellikleri	111
Çizelge 4.9. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve organik asit özellikleri	115
Çizelge 4.10. Dondurarak depolama öncesi buzdolabı sıcaklığında (+4 °C) muhafaza edilen kefir örneklerinin 1. gün kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyal, organik asit, aroma ve duyuusal özellikleri	116
Çizelge 4.11. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin kimyasal özellikleri	117
Çizelge 4.12. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin fiziksel özellikleri	122
Çizelge 4.13. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin biyokimyasal özellikleri	126
Çizelge 4.14. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerindeki değişmeler	128
Çizelge 4.15. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı organik asit içeriklerindeki değişmeler	133
Çizelge 4.16. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin aroma bileşenlerindeki değişmeler	137
Çizelge 4.17. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin duyuusal özelliklerinde meydana gelen değişmeler	140

KISALTMA VE SEMBOLLER LİSTESİ

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
ADV	: Asitlik Derecesi Değeri (Acid Degree Value)
CO₂	: Karbondioksit
cP	: Centipoise
dk	: Dakika
Eq	: Equivalent (Ekivalent, Eşdeğer)
g	: Gram
H₂SO₄	: Sülfürik Asit
HCl	: Hidroklorik Asit
HPLC	: High Performance Liquid Chromatography (Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi)
Kg	: Kilogram
Kob	: Koloni Oluşturan Birim
KH₂PO₄	: Potasyum Dihidrojen Fosfat
KOH	: Potasyum Hidroksit
L	: Litre
log	: Logaritma
meq	: Miliekivalent
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mm	: Milimetre
mmol	: Milimol
mPa	: Milipascal
N	: Normalite
NaOH	: Sodyum Hidroksit
nm	: Nanometre
ppm	: Parts Per Million (Milyonda Bir Birim)
rpm	: Revolutions Per Minute (Dakikada Devir Sayısı)
s	: Saniye
UHT	: Ultra High Temperature
µg	: Mikrogram
µm	: Mikrometre

μmol : Mikromol
 $^{\circ}\text{C}$: Santigrat Derece
 g : Yer Çekimi İvmesi
 $\%$: Yüzde



TEŞEKKÜR

Doktora eğitimimin her aşamasında bilgi ve önerileri ile bana yol gösteren ve desteğini esirgemeyen danışman hocam Sayın Prof. Dr. Hayri COŞKUN'a, tez izleme komitesinde yer alan çok değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. İhsan BAKIRCI'ya ve Prof. Dr. İbrahim ÇAKIR'a, desteklerinden dolayı araştırma görevlisi arkadaşlarıma ve çalışma kapsamında duyuusal analizlere katılan panelistlere teŐekkürlerimi sunarım.

Tez projeme (Proje No: 2016.09.04.1085) verdikleri destekten dolayı Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi'ne teşekkür ederim.

Doktora eğitimim sırasında “2211-Yurt İçi Lisansüstü Burs Programı” kapsamında burs vererek maddi destek sağlayan Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu Bilim İnsanı Destekleme Daire Başkanlığı (TÜBİTAK BİDEB) birimine teşekkür ederim.

Doktora çalıŐmalarım sırasında her daim yanımda olan ve desteğini esirgemeyen eŐim Betül SARICA'ya bilhassa teşekkür ederim.

1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri, içerdikleri çok çeşitli besin maddelerinden dolayı her yaş insanın diyetinde bulunması gereken önemli gıdalardır. Bu nedenle, bu ürünler dünyanın birçok bölgesinde yaşayan insanların ana besin öğeleri arasında yer almaktadır (Fox, 2011). Ulusal Süt Konseyi (2019) verilerine göre, Türkiye’de 2017 yılında yaklaşık 18.76 milyon ton (% 90.6) inek sütü, 69.40 bin ton (% 0.3) manda sütü, 1.35 milyon ton (% 6.5) koyun sütü ve 523.40 bin ton (% 2.5) keçi sütü olmak üzere toplam 20.70 milyon ton süt üretilmiştir. Türkiye’de keçi sütü üretim miktarı 1960’lı yıllardan 2000’li yıllara kadar azalan bir ivme göstermiştir. 2017 yılı verilerine göre, henüz 1960’lı yıllarda üretilen keçi sütü miktarına ulaşılammış olsa da, 2010 yılından itibaren günümüze kadar keçi sütünün yıllık üretim miktarında artan bir ivme mevcuttur. Keçi sütü üretimi, inek ve manda sütünden sonra dünyanın üçüncü en çok üretilen sütü olup, son 10 yılda keçi sütü üretimi iki kattan daha fazla artmıştır (Verruck vd., 2019).

Son yıllarda hem ülkemizde hem de dünya genelinde keçi sütü üretiminde bir artış görülmektedir. Bu artışın sebebi, çiftçilikle geçinen ailelerin kendileri için keçi sütü üretmeleri, birçok gelişmiş ülkelerde özellikle peynir, yoğurt ve dondurma gibi keçi süt ürünlerine ilginin artması, inek sütü alerjisi ve diğer gastrointestinal rahatsızlıkları olan kişilerin keçi sütüne yönelmesi ve keçi sütü tüketimi ile ilişkili olarak uzman kişiler tarafından potansiyel sağlık faydalarının olduğu bildirilmesi en önemli sebeplerdir (Amigo ve Fontecha, 2011). Keçi sütüyle peynir ve yoğurt dışında UHT süt, pastörize süt ve içecekler, koyulaştırılmış süt, dondurma, süt tozu, tatlı ve geleneksel keçi süt ürünleri gibi ticari ürünler üretilmektedir (Lad vd., 2017).

Besleyici, fonksiyonel ve probiyotik özelliklere sahip fermente süt ürünlerine ilgi gün geçtikçe artmaktadır (Tamime ve Robinson, 2007). Tüketici bilincinin ve sağlıklı gıdalara eğilimin artması sonucunda fermente süt ürünleri yelpazesi daha da genişlemeye başlamıştır (Ender vd., 2006).

Fermantasyon, gıda muhafazasında kullanılan en eski ve en ekonomik yöntemlerden biridir (Altay vd., 2013). Sütün fermantasyonunun temel amacı raf ömrünü uzatmaktır (Surono ve Hosono, 2011). Bunun yanı sıra fermantasyon, sütteki

protein ve karbonhidratların sindirilebilirliğini ve minerallerin biyoyararlılığını artırır, çeşitli yeni ürün üretilmesi ve ürünün organoleptik özelliklerini geliştirilmesi gibi birçok avantaj sağlamaktadır (Surono ve Hosono, 2011; Altay vd., 2013). Dünya üzerinde yaklaşık 400 geleneksel ve endüstriyel fermente süt ürünü olduğu düşünülmektedir. Bu ürünler, metabolik ürünlerine göre laktik fermantasyon, maya-laktik fermantasyon ve küf-laktik fermantasyon şeklinde 3 grup altında toplanmıştır (Uniacke-Lowe, 2011). Birinci grup, sadece laktik asit fermantasyonu sonucu üretilen yoğurt, asidofiluslu süt gibi ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünlerde kültür olarak mezofilik ve/veya termofilik laktik asit bakterisi (LAB) suşları kullanılmaktadır. İkinci grup hem alkol hem de laktik asit fermantasyonunun gerçekleşmesi sonucu üretilen kefir, kıyma gibi ürünlerden oluşmaktadır. Bu ürünlerde kültür olarak laktik asit bakterileri ve mayalar kullanılmaktadır. Üçüncü grup hem laktik asit bakterileri hem de küf gelişimi sonucu oluşan viili gibi ürünlerden oluşmaktadır (Surono ve Hosono, 2011).

Kefir, kefir taneleri ile fermente edilen ve sütün laktik asit ve maya fermantasyonu sonucu kendinden gazlı ve ferahlatıcı bir içecek olmasının yanı sıra (Fanworth, 2005), en eski fermente süt içeceklerinden biridir (Wszolek vd., 2006). Moğolistan ve Kafkasya dağları arasındaki merkez Asya orijinli bu ürün (Wszolek vd., 2006), Rusya'da, Kafkasya'da ve Orta Asya ülkelerinde uzun yıllar boyunca üretilip tüketilmiştir. Ayrıca bu ülkelerde çeşitli hastalıkların tedavisi için bir ilaç olarak da değerlendirilmiştir (Kesenkaş vd., 2011a). Kefirin sağlığa olan faydalarından dolayı insanların kefire olan ilgisi dünya genelinde her geçen gün artmaktadır (Garofalo vd., 2015). Hatta, kefir için, '21. yüzyılın yoğurdu' şeklinde tanımlamalar yapılmıştır (Wszolek vd., 2006).

Kefirin diğer fermente süt ürünlerinden farklı olmasını sağlayan özelliği, kefir tanesinin kapalı matriks sisteminde bulunan çeşitli mikroflora varlığından kaynaklanmaktadır (Ahmed vd., 2013). Kefir tanesi, laktik asit bakterilerini (*Lactobacillus*, *Lactococcus*, *Streptococcus*, *Enterococcus*, *Leuconostoc*), mayaları (*Kluyveromyces*, *Saccharomyces* ve *Torula*) ve asetik asit bakterilerini (*Acetobacter*) içeren doğal starter bir kültürdür (Vieira vd., 2015). Kefir, geleneksel olarak, kefir tanelerinin süte inoküle edilip oda sıcaklığında bir günlük fermantasyonuyla üretilmektedir. Kefir tanelerinin mikroorganizma kompozisyonunun yaklaşık % 65-

80'ini laktobasiller, % 10-15'ini mayalar ve % 5-25'ini laktokok ve lökonostok türleri oluşturmaktadır. Kefirin mikroorganizma kompozisyonunun yaklaşık % 80'i laktokok ve lökonostok türleri, % 10-15'i mayalar ve % 5-10'u laktobasiller oluşturmaktadır (Rattray ve O'Connell, 2011).

Günümüzdeki kefir üretiminde geleneksel kefir tanesinin yanı sıra, kefir tanesiyle üretilen kefir ana kültürü ve dondurarak kurutulmuş ticari kefir starter kültürü de kefir mayası olarak kullanılmaktadır (Bensmira ve Jiang, 2012). Bazı araştırmacılar, gerçek kefir üretebilmek için kefir tanelerinin kullanılmasının gerekli olduğunu iddia etmektedirler. Ancak her kefir tanesinin mikroflorasının farklı olması ve bu sebeple üretilen kefirlerin tat, aroma ve tekstürlerinde önemli değişkenlik görülmektedir. Ayrıca kefirin raf ömrünün kısa olması, kefir tanesinin birçok defa kullanılması ile zamanla mikrobiyal kontaminasyonların oluşma riski ve fermantasyon sonrası tanelerin üretilen kefirde ayrılması gerektiği için endüstriyel kefir üretiminde kefir tanesinin kullanımı uygun değildir (Dinç, 2008). Geleneksel yöntemle üretilen kefirin depolanması sırasında, pH düştükçe laktik asit fermantasyonu yavaşlamakta ve hatta durma noktasına gelmektedir. Ancak, etil alkol ve karbondioksit üretimine sebep olan maya fermantasyonu devam etmektedir. Bu nedenle geleneksel yöntemle üretilen kefirlerde, depolama sırasında ikincil maya fermantasyonu sonucu aromada görülen tat ve koku kusurları, ambalajda bombaj ve sızıntı oluşması endüstriyel üretimi sınırlandırmaktadır. Ticari kefir ürünleri, geleneksel kefire benzer aroma veren, ancak bombaj ve sızıntı oluşturmayacak şekilde sınırlı sayıda, bakteri ve mayaların bir karışımını içeren saf starter kültürlerin kullanılmasıyla üretilmektedir (O'Brien vd., 2016). Endüstriyel kefir üretiminde en yaygın yöntem ise ticari konsantre liyofilize kefir starter kültürün (DVS, direct-vat-set, direkt kazan kültürü) kullanılmasıdır (Yaman, 2011). Starter kültür kullanımı kefir üretimini kolaylaştırmakta, standart ve kontrollü bir üretim yapmayı sağlamaktadır (Beshkova vd., 2003).

Kefirin birçok özelliği ile kalitesini, kefir tanesi ya da kültürün kalitesi, inokülasyon oranı, inkübasyon süresi ve sıcaklığı, sanitasyon koşulları ve depolama sıcaklığı etkilemektedir (Güzel-Seydim vd., 2010). Sütün çeşidi ve miktarı da kefirin duyuşsal ve tekstürel özellikleri açısından önemlidir (Altay vd., 2013).

Kefir sütten üretildiğinden dolayı süt yağı, laktozu, amino asidi, proteini, fosforu, kalsiyumu, diğer mineral maddeler ile vitaminleri yapısında

bulundurmaktadır (Ahmed vd., 2013). Kefir, içerdiği vitamin, mineral ve esansiyel aminoasitler ile vücudun çeşitli faaliyetlerinin idame edilmesinde rol oynamaktadır (Terzi, 2007).

Kefir, ana probiyotik kaynağı olarak sınıflandırılabilir (Ahmed vd., 2013). Probiyotikler, canlı mikroorganizmalar olup sağlığa olumlu yönde katkı sağlamaktadırlar (Güzel-Seydim vd., 2011). Kefirde bulunan mikroorganizmalar sütün proteinlerini peptonlara ve aminoasitlere, laktozun bir kısmını laktik aside ve etil alkole kadar dönüştürdüğü için kefirin sindirimi kolaydır. Bu nedenle kefir prematüre doğan bebekler tarafından iyi tolere edilmekte olup, canlı ağırlık artışına katkı sağlamaktadır (Terzi, 2007). Fermente süt ürünlerinde bulunan kalsiyum ve bazı mineral maddelerin daha iyi absorbe edildiği bildirilmiştir. Ayrıca kefirin fermantasyonu sırasında probiyotik bakterilerin metabolik faaliyetleri sonucu folik asit, niasin, biotin, pantotenik asit, B₁, B₆ ve B₁₂ gibi B grubu ile K vitaminleri sentezledikleri ve bu nedenle sütle kıyaslandığında kefirin bu bileşikler açısından daha zengin olduğu belirtilmektedir (MEB, 2007). Kefirin iştah açıcı ve ferahlatıcı özellikleri de bulunmaktadır (MEB, 2007; Ürkek vd., 2011). Fermente süt proteinleri, laktik asit bakterileri gibi proteolitik mikroorganizmaların hidroliziyle ortaya çıkan biyoaktif peptitlerin en önemli kaynağı olarak kabul edilmektedir (Adiloğlu vd., 2013). Kefirde bulunan triptofan esansiyel amino asidinin sinir sistemini rahatlatıcı etkisi olduğu belirtilmektedir (Terzi, 2007). Ayrıca kefirin bir ekzopolisakkarit bileşiği olan kefiran, insan sağlığı ve beslenmesi için önemli bir maddedir. Özellikle Sovyet ülkelerinde kefir, bazı hastalıklar için profilaktik olarak kullanılmıştır (Ahmed vd., 2013).

Kefirin hem *in vivo* hem de *in vitro* çalışmalarda bağışıklık sistemini güçlendirdiği bildirilmiştir. Kefir, laktoz intoleransa sahip bireyler için daha da önemlidir. Kefir tüketilmesi ile beta galaktosidaz aktivitesi artmakta ve bunun sonucu olarak da laktozun sindirimi ve bağırsakta absorpsiyonu artmaktadır. Kefirin fermantasyon ve depolama sırasında laktoz ve proteinde meydana gelen değişimler ve açığa çıkan CO₂ kefirin sindirimini kolaylaştırmaktadır. Kefirin düzenli tüketilmesiyle bağırsak florasınının güçlendiği ve bazı bağırsak rahatsızlıklarına iyi geldiği bildirilmiştir (Terzi, 2007). Kefirin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu, tüketicinin sağlığını olumlu yönde etkilediği bildirilmiştir (Ürkek vd., 2011). Kefir tanesindeki

mikroorganizmalar, zayıf organik asit, antibiyotik ve birçok bakterisit tipi üretme kapasitesine sahiptir (Ahmed vd., 2013). Kefir ve kefirde izole edilen laktik asit bakterilerinin birçok Gram pozitif ve Gram negatif bakterilere ve funguslara karşı antimikrobiyal aktivitesi olduğu bildirilmiştir (Altay vd., 2013). Kefirin antitümör etkiye sahip olduğu, kefir tüketimiyle tümör boyutunda küçülmeler ve antitümör aktivitesinde artışlar belirlenmiştir (Ürkek vd., 2011). Kefirin, alerjik reaksiyon gösteren bireyler için olumlu sonuçlar gösterdiği, yüksek kolesterolü kontrol altına aldığı ve tansiyon düşürücü etkisinin olduğu ileri sürülmektedir. Özellikle de keçi sütünden yapılan kefirlerin tansiyon düşürücü etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Kefirin ayrıca antioksidan aktiviteye sahip olduğu bildirilmiştir (Ürkek vd., 2011). İnek ve keçi sütünden yapılan kefirin, yapımında kullanılan süttten daha yüksek DPPH radikali, süperoksit radikali, linoleik asit peroksidasyonu indirgeme aktivitesi ve indirgeme gücü aktivitesi göstermiştir (Taşkın ve Bağdatlıoğlu, 2011). Kefir, laktoz intoleransına yardımcı olur ve antiinflamatuvar (iltahap sökücü) / bağışıklık düzenleme etkisine ve hipokolesteromik etkiye sahiptir (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefirin, anti alerjik, anti astım ve anti diyabetik etkilere sahip olduğuna inanılmaktadır (Kim vd., 2018). Kefirin mide ve pankreas gibi bazı organların salgılarını artırdığı gibi sinirsel rahatsızlıklara, iştahsızlığa ve uykusuzluğa karşı iyi geldiği de bilinmektedir. Ülkemizde kefirin tedavi edici özelliği üzerine yapılan bir araştırma sonucunda 25-65 yaş arasındaki 100 kişide 6-9 aylık kefir tüketimi sonrası bağırsak bozukluklarında % 100, uykusuzlukta % 60-70, sinirsel depresyonlarda % 50-80, yüksek tansiyonda % 30-50 oranında düzelme saptanmıştır. Kefir kullananların % 70'inin kullandıkları diğer ilaçları bıraktıkları açıklanmıştır (Esmek ve Güzeler, 2015).

Fermantasyon sonunda kefirde birçok organik asit ve aroma maddesi oluşmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2000b). Kefirdeki ana fermantasyon ürünleri laktik asit, etanol ve karbondioksittir. Diğer minör fermantasyon ürünleri ise diasetil, asetaldehit, serbest amino asitler ve asetoindir (Ratray ve O'Connell, 2011). Organik asitler fermente süt ürünlerinin tat-aroma özellikleri için çok önemlidir. Organik asitler, ürünlerin duyuşsal karakteristiklerini yani tüketiciler tarafından kabul edilebilirliklerini etkilemektedir. Ayrıca organik asitler doğal koruyucu olarak bilinmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000b).

Yılın belli aylarında keçi ve koyun sütü ile bunlardan elde edilen ürünlere ulaşmak oldukça zordur. Bu süt ve süt ürünlerinin yıl boyunca ulaşılmasına sorununun olası çözümlerinden birisi de yeterli miktarda ürünün dondurularak depolanmasıdır (Katsiari vd., 2002; Kljajevic vd., 2016). Üretimin yüksek olduğu ilkbahar ve yaz aylarında sütün dondurularak muhafaza edilmesi, üretimin az olduğu sonbahar ve kış aylarında üretimin dengelenmesi için bir fırsattır (Yaman ve Coşkun, 2015). Uygun dondurma işlemi ile şekil, tekstür, renk ve aromada büyük değişikliğe neden olmaksızın gıdanın muhafazasını sağlamak mümkündür. Dondurma işleminden sonra, donmuş ürünün en iyi depolama sıcaklığı -18 °C veya altındaki sıcaklıklardır. Ancak -30 °C'den daha düşük sıcaklıklarda depolama yapmak maliyet açısından uygun değildir (Nip, 2007).

Üretiminin her mevsim bol olması nedeniyle, inek sütünün veya ondan üretilen herhangi bir ürünün dondurulması veya dondurularak depolanması pek düşünülmez. Ancak, keçi sütü üretimi daha çok mevsimseldir. Dolayısıyla keçi sütünün olmadığı veya yetersiz olduğu dönemlerde keçi sütü veya ondan üretilen bazı ürünlerin dondurulması ve dondurularak depolanması gündeme gelmektedir. Özellikle inek sütü proteinlerine alerjisi olan veya otistik çocuklar için keçi sütü ve ondan üretilen kefirin dondurulması ve dondurularak saklanması, böylece her mevsim ürün mevcudiyetinin sağlanması alternatif bir çözüm olarak dikkate alınmaktadır. Diğer yandan kefirin üretimden sonra buzdolabında saklanması esnasında kimyasal ve biyokimyasal değişimler devam etmekte ve bunun neticesinde duyu özelliklerinde arzu edilmeyen değişimler meydana gelebilmektedir. Yoğurt ve ayrana göre kefirin fiyatının daha yüksek olduğu bir gerçektir. Bundan dolayı kefirin bozulmadan muhafaza edilmesi önemli hale gelmektedir. Bu bakımdan kefirin buzdolabında saklama süresi içerisinde tüketilememesi durumunda, dondurularak saklanması koşullarının ve dondurularak saklamada meydana gelebilecek olası değişimlerin ortaya konması da ayrı bir önem taşımaktadır.

Gıda alanında çalışan bilim insanlarının, toplumun her kesimi için gıda üretim teknolojilerinin geliştirilmesini sağlamak üzere bilgi üretmek temel görevleri arasındadır. Yapılan literatür taramasında kefir üzerinde pek çok çalışma yapıldığı tespit edilmiştir. Yapılan bu çalışmalara ait bilgiler ilgili bölümde verilmiştir. Diğer yandan süt ve ürünlerinin dondurulması ve dondurularak saklanması üzerinde sınırlı

sayıda da olsa çalışmalar mevcuttur. Ancak kefir gibi özellikli bir ürünün dondurulması, dondurarak muhafazası ve bu süreçte üründe meydana gelen değişikliklerin etraflıca ele alındığı bir çalışmaya rastlanmamıştır. Bu amaçla; öncelikle inek ve keçi sütünden kefir üretilerek buzdolabı sıcaklığında 35 gün muhafaza edilmiş ve bu süreç zarfında kefirin birçok özelliği dikkate alınarak en ideal tüketim zamanı tespit edilmiştir. Daha sonraki üretimde, üretilen kefir örnekleri en ideal tüketim süresine eriştiğinde -35 C'de dondurulmuş ve -18 C'de 45 gün muhafaza edilmiştir. Gerek buzdolabı sıcaklığında muhafaza esnasında ve gerekse dondurarak saklama esnasında inek ve keçi sütlerinden elde edilen kefir örneklerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyal ve duysal özellikleri ile organik asit ve uçucu aroma bileşenleri incelenmiştir. Elde edilen verilere dayanarak en iyi buzdolabı muhafaza süresi ile en iyi dondurarak muhafaza süresi belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1 İnek ve Keçi Sütü

Süt, memeli hayvanların yavrularının ihtiyaç duyduğu tüm besin maddelerini ihtiva eden temel gıda maddesidir. Sütte bulunan laktoz, süt yağı, kazein, laktoglobulin ve laktoalbumin bileşenleri süte özgü olup, sadece sütte bulunmaktadır (Metin, 2009).

Sütün bileşimi, süt çeşidine göre değişmektedir. İnek sütünün kurumaddesi % 10.5-14.5, yağ oranı % 2.5-6.0, protein oranı % 2.9-5.0, laktoz oranı % 3.6-5.5, mineral madde oranı % 0.6-0.9 arasında değişmektedir (Metin, 2009). Keçi sütünün kurumaddesi % 10.0-21.5, yağ oranı % 2.5-7.8, protein oranı % 2.5-5.1, laktoz oranı % 3.6-6.3, mineral madde oranı % 0.7-0.9 arasında değişmektedir (Amigo ve Fontecha, 2011).

İnek sütünün özgül ağırlığı 1.023-1.039, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği % 0.15-0.18, pH değeri 6.65-6.71 ve donma noktası 0.530-0.570 (-) °C aralığında değişirken, keçi sütünün özgül ağırlığı 1.029-1.039, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği % 0.14-0.23, pH değeri 6.50-6.80 ve donma noktası 0.540-0.573 (-) °C aralığında değiştiği bildirilmiştir. Keçi sütünün viskozite değeri inek sütüne oranla daha fazladır. İnek ve keçi sütünün viskozite değeri sırayla 2.0 ve 2.12 cP olarak bulunmuştur (Amigo ve Fontecha, 2011).

Asitlik derecesi değeri (ADV), serbest yağ asitlerinin bir ölçüsüdür. Normal bir çığ sütün asitlik derecesi 0.7'den küçük olmalıdır. Sütün asitlik derecesi 0.7-1.1 arasındaysa süt hafif hidrolize, 1.2-1.4 arasındaysa süt hidrolize ve 1.4'ü geçtiyse süt aşırı hidrolize olarak yorumlanmaktadır (White, 2011). İnek ve keçi süt yağlarının asit değerleri arasında fark olmadığı ve sırasıyla 0.48 ve 0.47 olduğu belirlenmiştir (Park vd., 2007). Yaman ve Coşkun (2015), pastörize keçi sütünün ADV değerini 0.45 meq KOH/kg yağ olarak bulmuştur.

Birçok süt ürününün fizikokimyasal özellikleri, süt proteinlerinin özelliklerine bağlıdır. Süt proteinleri, fermente süt ürünlerinde yapıyı iyileştirmekte, sıklığı arttırmakta ve aromayı etkilemektedir (Huma vd., 2018). İnek sütü, keçi sütüne göre daha fazla toplam kazein içeriğine sahiptir. Keçi sütü ise, inek sütüne oranla daha fazla

oranda protein olmayan azota sahiptir (Park, 2017). Serum proteinleri açısından inek ve keçi sütü arasında önemli bir fark yoktur (Park, 2017; Lad vd., 2017). Keçi sütündeki kazein miselleri, inek sütündekilere göre daha fazla kalsiyum ve fosfor içerirler, ancak keçi sütündeki kazein misellerinin ısı stabilitesi daha düşüktür (Lad vd., 2017). Ayrıca keçi sütü misellerinin ortalama çapı inek sütünün misel çapına göre oldukça büyüktür. Keçi sütü misellerinin inek sütü misellerine göre mineralizasyon seviyesi daha yüksekken, su tutma derecesi daha düşüktür. İnek sütünde, toplam kazeinin % 38'ini α_{s1} -kazein, % 12'sini α_{s2} -kazein, % 36'sını β -kazein ve % 14'ünü κ -kazein oluşturmaktadır. Keçi sütünde ise, toplam kazeinin % 5.6'sını α_{s1} -kazein, % 19.2'sini α_{s2} -kazein, % 54.8'ini β -kazein ve % 20.4'ünü κ -kazein oluşturmaktadır (Park, 2017). Keçi sütünün inek sütüne göre daha az oranda α_{s1} -kazein ve daha yüksek oranda β -kazein ve protein olmayan azot içermesinden dolayı mayalama süresi daha kısa sürmektedir (Arslanbaş ve Bodur, 2010). Düşük kazein içeriği, α_s -kazein oranı ve misel çapı gibi diğer özellikler keçi yoğurdunun zayıf tekstüründen sorumludur (Park, 2017). Ayrıca aynı oranda kazein miseline sahip inek ve keçi sütünden elde edilen pıhtı karşılaştırıldığında, keçi sütünden elde edilen pıhtı daha yumuşak kalabilmektedir (Coşkun ve Öndül, 2004). İnek sütü alerjisinde önemli sorumluluğu olan α_{s1} -kazeinin keçi sütünde oldukça az bulunması nedeniyle, keçi sütüne ilgi artmaktadır (Lad vd., 2017). Keçi sütünün tamponlama kapasitesi inek sütüne göre daha yüksektir. Bu durum mide ülserinin tedavisi açısından da faydalıdır (Park, 2017).

Keçi süt yağı, inek süt yağına göre daha fazla kısa ve orta zincirli yağ asitlerine sahiptir (Park, 2017). İnek ve keçi süt yağlarının ortalama yağ globül çapları sırasıyla 2.50-4.55 ve 1.50-3.49 μm arasında değişmektedir. Keçi sütünde 1.5 μm çapından daha küçük yağ globüllerinin oranı % 28, inek sütünde ise bu oran % 10 şeklindedir (Park, 2017; Lad vd., 2017). Küçük çaplı yağ globüllerinin daha fazla olması, keçi sütünde yağın daha iyi yayılmasını sağlamakta ve daha homojen bir yapı kazanmaktadır (Park, 2017). İnek sütünden farklı olarak keçi sütünde aglütinin içermemesi nedeniyle kaymak bağlama olayı daha az görülmektedir (Coşkun ve Öndül, 2004). Bu nedenle keçi sütü, 'kendinden homojenize süt' olarak anılmaktadır (Lad vd., 2017). Ayrıca yağın yüzey alanı arttığı için lipaz enziminin etkinliği daha fazladır (Park, 2017). Hem yağ asitleri kompozisyonu hem de yağ globül çapı nedeniyle keçi sütü yağının sindirimi inek sütü yağına göre daha kolaydır (Coşkun ve Öndül, 2004; Lad vd., 2017).

Keçiler yemden gelen tüm β -karoteni A vitaminine dönüştürdükleri için, inek sütüne göre keçi sütünün A vitamini miktarı daha fazladır. Bu durum keçi sütünün inek sütüne göre daha beyaz olmasına neden olmaktadır. Sarıca vd. (2019) inek sütünün L*, a* ve b* değerlerini sırasıyla 80.25, (-) 3.09 ve 6.69, Yanmış ve Coşkun (2018) keçi sütünün renk değerlerini sırasıyla 81.32, (-) 2.96 ve 5.98 bulurken, Güler ve Park (2009) ise 85.20, (-) 3.38 ve 7.76 olarak bulmuştur.

Keçi sütü A vitamini yanı sıra D ve E vitamini, tiamin, riboflavin ve niasin gibi vitaminler ile potasyum, kalsiyum, klor, fosfor, selenyum, çinko ve bakır gibi mineralleri inek sütüne oranla daha fazla bulundurmaktadır (Lad vd., 2017). İnek sütünde ise folik asit, biyotin, B12 vitamini ile sodyum miktarı keçi sütüne göre daha fazladır (Park, 2017). Keçi sütü esansiyel vitaminleri ve mineralleri içermesinden dolayı tüm yaş grupları için ideal bir gıdadır (Lad vd., 2017). Ancak, folik asit ve B12 vitamini eksik olmasından dolayı uzun süre keçi sütüyle beslenen bireyde 'keçi sütü anemisi' görülebilmektedir (Ulusoy, 2015). Keçi sütü, inek sütüne göre daha fazla oligosakkarit içermektedir. Oligosakkaritler bağırsakta prebiyotik olarak davrandığından, sindirim sisteminin sağlığını iyileştirmektedir (Lad vd., 2017).

2.2 Kefirin Tanımı

Kefir; anavatanı Kafkasya olan, laktik asit ve alkol fermantasyonu ile üretilen, hafif alkollü, asidik, hoş ve ferahlatıcı bir tada sahip, viskoz ve köpüklü, geleneksel bir süt ürünüdür (Ratray ve O'Connell, 2011; Ürkek vd., 2011). Kefir kelimesinin bazı kaynaklarda Türkçe 'hoş tat, keyif veren, coşturan, mest eden' anlamındaki 'kef' kelimesinden türediği bildirilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2000a; Terzi, 2007). Klupsch, kefir kelimesinin Kafkasya orijinli "en iyi yapıldı" anlamına gelen "keyf" kelimesinden türediğini bildirmiştir (Yaygın, 1994). Ötleş ve Çağındı (2003) ise kefir kelimesi, 'keyif veren' anlamında Türkçe "keyif" sözcüğünden türemiş olduğunu bildirmişlerdir. Türk Dil Kurumunun Büyük Türkçe Sözlüğü (2019)'nde, 'kef' kelimesinin keyif ve köpük anlamına geldiği bildirilmiştir. Aynı sözlükte 'keyif' kelimesi vücut esenliği, sağlık ve canlılık olarak açıklanmıştır. Ayrıca 'keyf' kelimesi rahat anlamında, 'kefi' kelimesi ise köpük anlamında açıklanmıştır. Kefirin, farklı bölgelerde kefyur, kephir, kefer, kiaphur, knapon, kepi ve kippi olarak adlandırıldığı da bilinmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011). Ancak, kefir kelimesinin hem İngilizce'de

hem de birçok dilde karşılığı 'kefir' olmasından dolayı dünya genelinde kefir olarak bilinmektedir.

Kefir, kefir tanelerinin süte inoküle edilip oda sıcaklığında bir günlük fermantasyon sonucu üretilmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefir tanesi, kefire işlenecek süte laktik asit ve alkol fermantasyonu oluşturacak bakteri ve mayaların bir karışımı olup geleneksel yöntemde starter kültür olarak kullanılmaktadır (Ergüllü ve Üçüncü, 1983; Surono ve Hosono, 2011). Kefir taneleri, beyazımsı ya da sarımsı renkte, karnabaharı andırır görünümde ve düzensiz şekilli yarı sert taneciklerdir. Kefir tanelerinin çapı 1 ile 20 mm arasında değişmektedir. Kefir taneleri, kefir üretiminde kullandıkça ya da aktiveleştirme yaptıkça büyürler (Ergüllü ve Üçüncü, 1983; Terzi, 2007; Güzel-Seydim vd., 2010). Kefir tanesi esas olarak polisakkaritlerden oluşmuştur. Polisakkarit yapı içinde bir miktar yağ ve kazein mevcuttur. Kefir tanesi içinde bulunan mikroorganizmalar simbiyoz halde yaşamaktadırlar. Süt içerisine bırakılan kefir tanesi immobilize bir sistemle süte mikroorganizma vermektedir (Kınık vd., 1998). Fermantasyon sonrası oluşan yeni kefir taneleriyle birlikte kefir tanesinin biyokütlesinde yaklaşık % 5-7 oranında artış olmaktadır (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefir fermantasyonu sırasında, yeni kefir taneleri, önceki kefir tanelerinden ayrılmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2010). Kefir taneleri, fiziksel ayırma için yapısal olarak yeterince güçlü olup fermantasyon sonrası fermente süttten geri alınmaktadır (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefir tanesinin elastik yapıda olması istenirken, yumuşak ve yapışkan olması istenmemektedir. Kefir taneleri temiz ve dikkatli bir şekilde muhafaza edildiğinde uzun süre tekrar tekrar kullanılabilir (Karagözlü ve Dumanoglu, 2011). Kefir tanesinin temel bileşenlerini mikrofloranın yanı sıra süt proteini, lipitler ve ekzopolisakkaritler (EPS) oluşturmaktadır (Ratray ve O'Connell, 2011).

Kefir taneleri süte ilave edildiğinde, mikroorganizmalar tanelerden ayrılmaktadır. Bu organizmalar, fizikokimyasal değişikliklere neden olan asit ve diğer aroma bileşiklerini üretmeye devam etmektedirler. Böylece kefir, kendinden karbonatlı, ferahlatıcı, kendine özgü aroması olan fermente bir süt içeceği haline gelmektedir. Laktik asit, asetaldehit, asetoin, hafif alkol ve diğer fermente aroma ürünleri kefirin kendine özgü bir aromaya sahip olmasını sağlamaktadır (Güzel-

Seydim vd., 2010). İyi kaliteli bir kefir köpüklü ve içilebilir kıvamda olmalıdır (Güzel-Seydim vd., 2011).

2.3 Kefirin Tarihçesi

Kefirin ilk olarak, Karadeniz ile Hazar denizi arasında kalan Rusya'daki Kuzey Kafkasya dağlık bölgesinde bulunan kabileler tarafından üretildiği düşünülmektedir. İlk kefir tanesinin ya da ilk kefir üretiminin zamanı ile ilgili net bir bilgi yoktur (Güzel-Seydim vd., 2010). Kafkasya'da yaşayan toplumların, deri tulumlarda taşıdıkları taze sütün zaman zaman köpüklü bir içeceğe mayalandığını keşfetmişlerdir (Irigoyen vd., 2005). Daha sonra tulumdan fermente süt alındıkça, yerine taze süt ilave edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2010).

Kafkasya'da kefir tanesini üretmek için, keçi tulumlarının içerisine bir miktar dana ya da koyun şirdeni konularak beklenilmektedir. Süt pıhtılaştıkça, tulum yeniden doldurularak yeni bir işleme geçilmektedir. Birkaç hafta sonra tulumun iç yüzeylerinde yavaş yavaş süngerimsi bir kabuk tabakası oluşmaktadır. Bu kabuk tabakası önce bölünerek, sonra ise kurutularak küçük tomurcuk şeklinde kefir taneleri elde edilmektedir (Varnacı, 1980). Geleneksel olarak kefir üretiminde, sütün fermantasyonu keçi ya da koyun tulumunda, kil çömleklerde ya da odun kaplarda gerçekleştirilmiştir (Rattray ve O'Connell, 2011). Kefirin üretim yöntemi uzun süre sır gibi saklanmıştır. Daha sonra Rus bir bilim adamının kefirini incelemesi ve yoğurdun aksine çok daha fazla yararlı bakterinin kefirde bulunduğunu keşfetmesiyle kefir üretimi ve tüketimi artmıştır (MEB, 2007). Rusya'da yayınlanan kefir ile ilgili kitabın Almanca'ya çevrilmesiyle, kefir Avrupa'da tanınmaya başlanmıştır (Yaygın, 1994). Böylece kefir, eski Sovyetler Birliği'nden çıkarak İskandinav ülkelerine, Avrupa'ya ve Amerika'ya kadar yayılmıştır (MEB, 2007).

Endüstriyel düzeyde ilk kefir üretimi 1930'lu yıllarda Rusya'da başlamıştır. Süt, cam şişelerde inoküle edilmiş ve pıhtı oluşuncaya kadar bir termostat içinde tutulmuştur. Fermantasyon sonrası soğutulan ürün set tip özelliktedir. Rusya'da bir araştırma enstitüsü, 1950'li yılların sonunda bugünkü anlamda kefir üretim yöntemini geliştirmiştir (Yıldız, 2009). Ancak yoğurdun aksine, kefir tüketim alışkanlığı, Avrupa'dan dünyanın geri kalan kısmına yayılması yavaş olmuştur. Geçtiğimiz yıllarda, endüstriyel kefir üretimindeki yavaş artışla birlikte kefir konusunda

yayınlanan araştırma çalışmalarının sayısı da artmıştır. Aromalı ve aromasız kefir ürünleri, artık Avrupa ve ABD'deki marketlerin raflarında yerini almış durumdadır (Güzel-Seydim vd., 2010).

Türkiye'de kefir üretimi evlerde geleneksel yöntemlerle başlamış olup, şu anda birçok süt firması tarafından ticari olarak üretilmektedir (Yaman, 2011). İlk kez 1980'li yılların ortasında, kısa süreli, ambalajlı olarak üretilmiştir. Kefir üretimi ülkemizde inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir. Yerel bir Ezine firması tarafından 2004 yılında piyasaya sürülmesiyle kefir, diğer süt ürünleri üreten firmaların da dikkatini çekmiştir (Karagözlü ve Dumanoglu, 2011). Günümüzde birçok firma tarafından değişik hacimlerde, sade, light, laktozsuz ve çeşitli meyveli tatlarda kefir üretimi yapılmaktadır.

2.4 Kefir Sütünün Özellikleri

Kefir üretiminde çiğ sütün kalitesi çok önemlidir. Kefir sütü zengin bileşime, düşük bakteri ve somatik hücre sayısına sahip olmalıdır. Ancak, antibiyotik ve dezenfektan gibi inhibitör madde ve patojen içermemelidir (Kesenkaş vd., 2017). Kefir yapımında esas olarak inek sütü kullanılmakla birlikte (Beshkova vd., 2003; García Fontán vd., 2006; Kök-Taş vd., 2013), keçi sütü (Wszolek vd., 2001; Purnomo ve Muslimin, 2012; Cais-Sokolińska vd., 2015; Yılmaz-Ersan vd., 2016; Şimşek vd., 2017; Kaczyński vd., 2018), koyun sütü (Wszolek vd., 2001; Cais-Sokolińska vd., 2008; Cais-Sokolińska vd., 2015), deve sütü (Kavas, 2015), manda sütü (Tomar, 2015), peyniraltı suyu (Ersoy ve Uysal, 2003; Magalhães vd., 2011), yayık altı suyu (Ersoy ve Uysal, 2003), hindistancevizi sütü (Ismaiel vd., 2011), pirinç sütü (Nurliyani vd., 2015a), soya sütü (Kesenkaş vd., 2011b; Ismaiel vd., 2011; Santos vd., 2019), yulaf sütü (Dinkçi vd., 2015) ya da fıstık sütü (Bensmira ve Jiang, 2012) de kullanılmıştır.

Kefir, yağsız, yarım yağlı veya tam yağlı süttten üretilebilmektedir. Kefir üretiminde kullanılan sütün genellikle ortalama % 3< süt yağı ve % 8-8.5 yağsız kurumadde içeriğine sahip olması istenmektedir (Libudzisz ve Stepaniak, 2011).

2.5 Kefir Üretimi

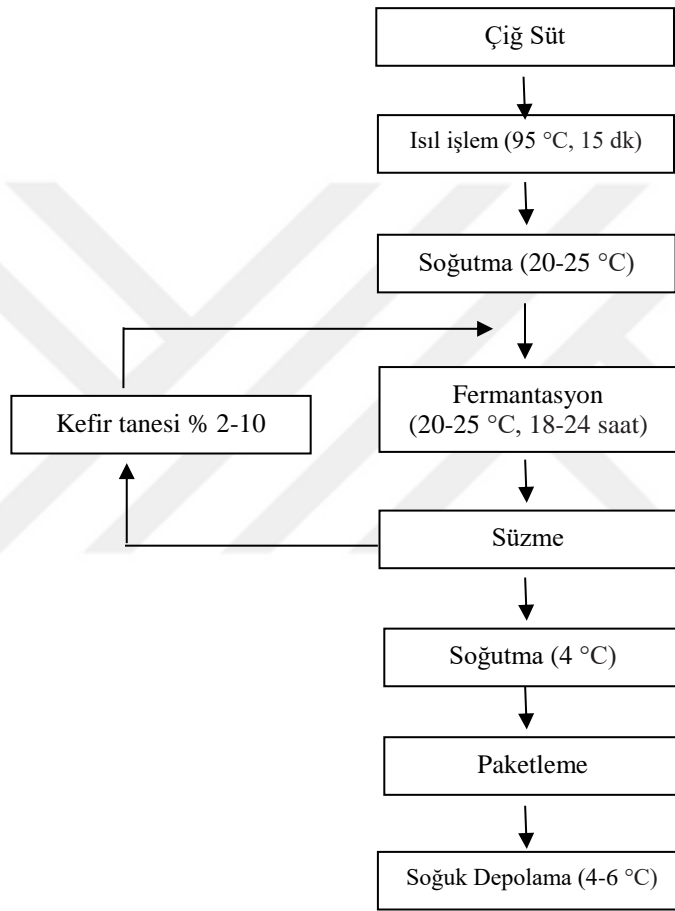
Kefir üretiminde geleneksel ve endüstriyel üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemle evlerde kefir yapımında, ilk önce süt yaklaşık 5 dakika kaynatılıp oda sıcaklığına (~25 °C) kadar soğutulmaktadır. Soğuyan sütün üzerinde oluşan kaymak tabakası alındıktan sonra 1 litre süte 15-20 gram olacak şekilde kefir tanesi ilave edilip, 22-25 °C'de fermantasyona bırakılmaktadır. Yaklaşık 18-24 saat sonra sütün fermantasyonu sonlandırılmaktadır. Kefir tanesi süzgeç yardımıyla ayrılıp buzdolabında muhafaza edilmektedir (Yıldız, 2009; Terzi, 2007).

Endüstriyel olarak kefir üretiminde 3 farklı yöntem kullanılmaktadır. Bazı işletmeler halen geleneksel yöntemle kefir üretmekte olup starter kültür olarak kefir tanelerinden yararlanmaya devam etmektedirler. Bazı işletmeler ise kefir tanesiyle üretilen kefir ana kültürü starter kültür olarak kullanmaktadırlar. Ancak işletmeler starter kültür olarak genellikle ticari starter kültürü tercih etmektedirler (Yaman, 2011).

Kefirin işletmelerde geleneksel yöntem ile üretimi evdeki üretimden biraz farklılık göstermektedir (Şekil 2.1). İşletmelerde çiğ sütün kaynatılması yerine 85-95 °C'de 2-20 dakika pastörize edilmektedir. Pastörize edilen süt, 20-25 °C'ye kadar soğutulmakta ve süte % 2-10 oranında kültür inoküle edilmektedir (Terzi, 2007; Altay vd., 2013). İnkübasyondan sonra kefir tanesi steril süzgeç yardımıyla kefirde ayırılmaktadır. Kefir tanesi steril distile su ile yıkanıp tekrar kullanılmak üzere buzdolabında muhafaza edilmektedir. Fermantasyon sonrası kefir tanelerinden ayrılan kefir soğutulup paketlenmektedir (Altay vd., 2013; Kesenkaş vd., 2017).

Kefir tanesi ile kefir üretimi büyük ölçekli üretim için uygun değildir. Çünkü kefir tanesi süte ilave edildiğinde heterojen bir dağılım göstermektedir. Kefir tanesinin bir kısmı dibе çökerken bir kısmı sütün yüzeyinde yüzer konumdadır (Kim vd., 2018). Kefir tanesinden üretilen kefir, kefir tanesinin mikroflorasının çeşitliliğinden dolayı değişkenlik gösterebilmektedir. Ayrıca bu yöntemle üretilen kefirlerin tat, aroma ve tekstürlerinde de önemli değişkenlik görülebilmektedir (Dinç, 2008). Her işletmede üretilen kefirin içerdiği laktik asit, etil alkol ve aroma bileşenlerinin oranı farklı olabilmektedir (Yıldız, 2009). Bir de kefirin endüstriyel üretiminde kefir tanesinin kullanımı, fermantasyon sonrası tanelerin ayrılması gerektiğinden zordur (Güzel-Seydim vd., 2010). Daha da önemlisi kefir tanesinin kullanımı yoluyla üretilen kefirin

hazırlık aşamasında, kefir tanesinin birçok defa kullanılması ile zamanla mikrobiyal kontaminasyonların oluşma riski oldukça yüksektir. Ayrıca karbondioksit gazı oluşumu ile mayamsı tat ve koku, kefirin raf ömrünü kısaltmaktadır (Kim vd., 2018). Tekniğine uygun üretilen kefirin dahi raf ömrü kısa olmaktadır, uygulama hatalarına bağlı olarak kefirin raf ömrünün daha da kısalabileceği belirtilmektedir (Dinç, 2008). Bu nedenlerle kefir tanesinden ticari olarak standart bir kefir üretimi yapmak çok zordur (Öner vd., 2010).

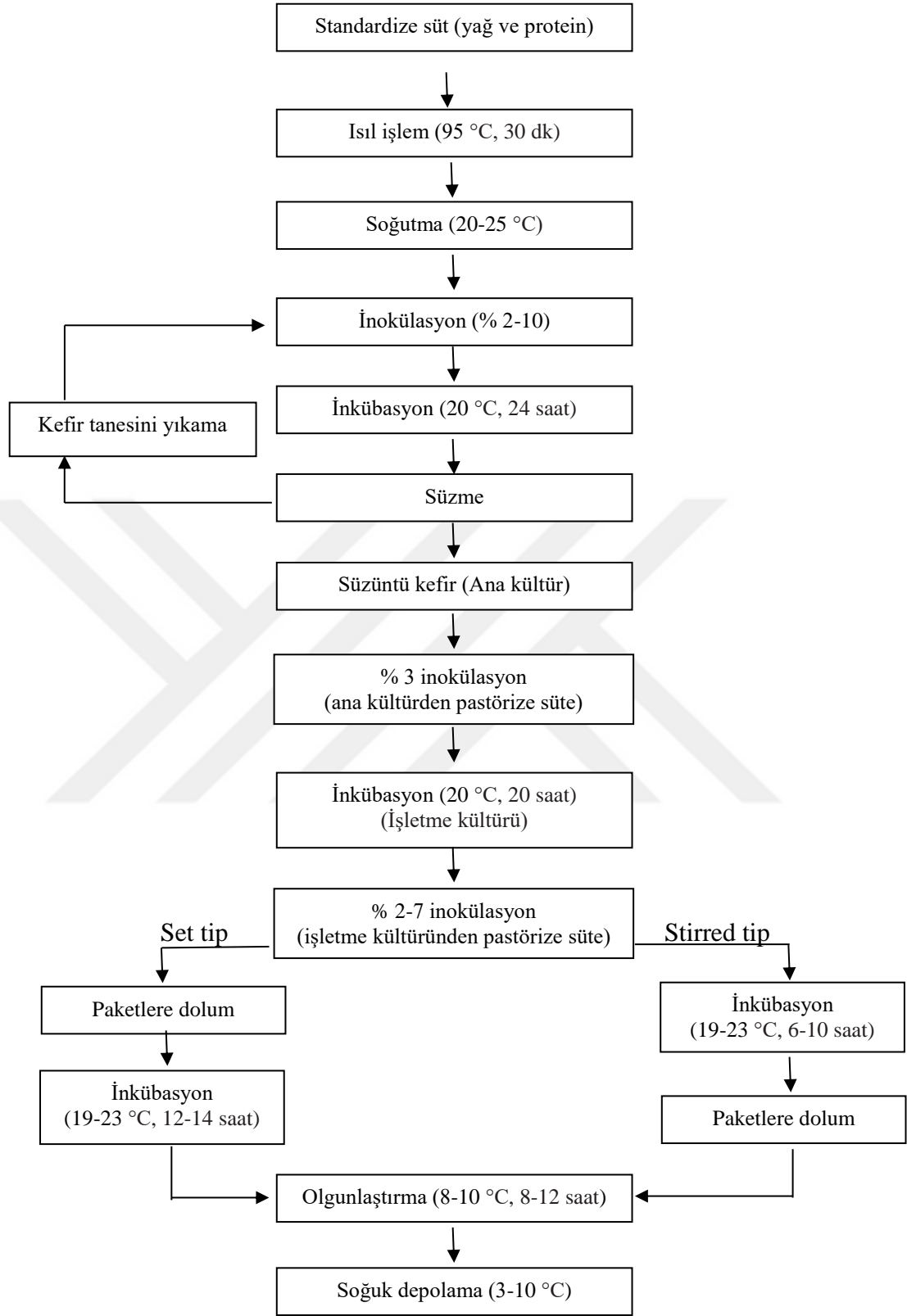


Şekil 2.1. Geleneksel yöntemle ticari kefir üretim akış şeması (Kesenkaş vd., 2017)

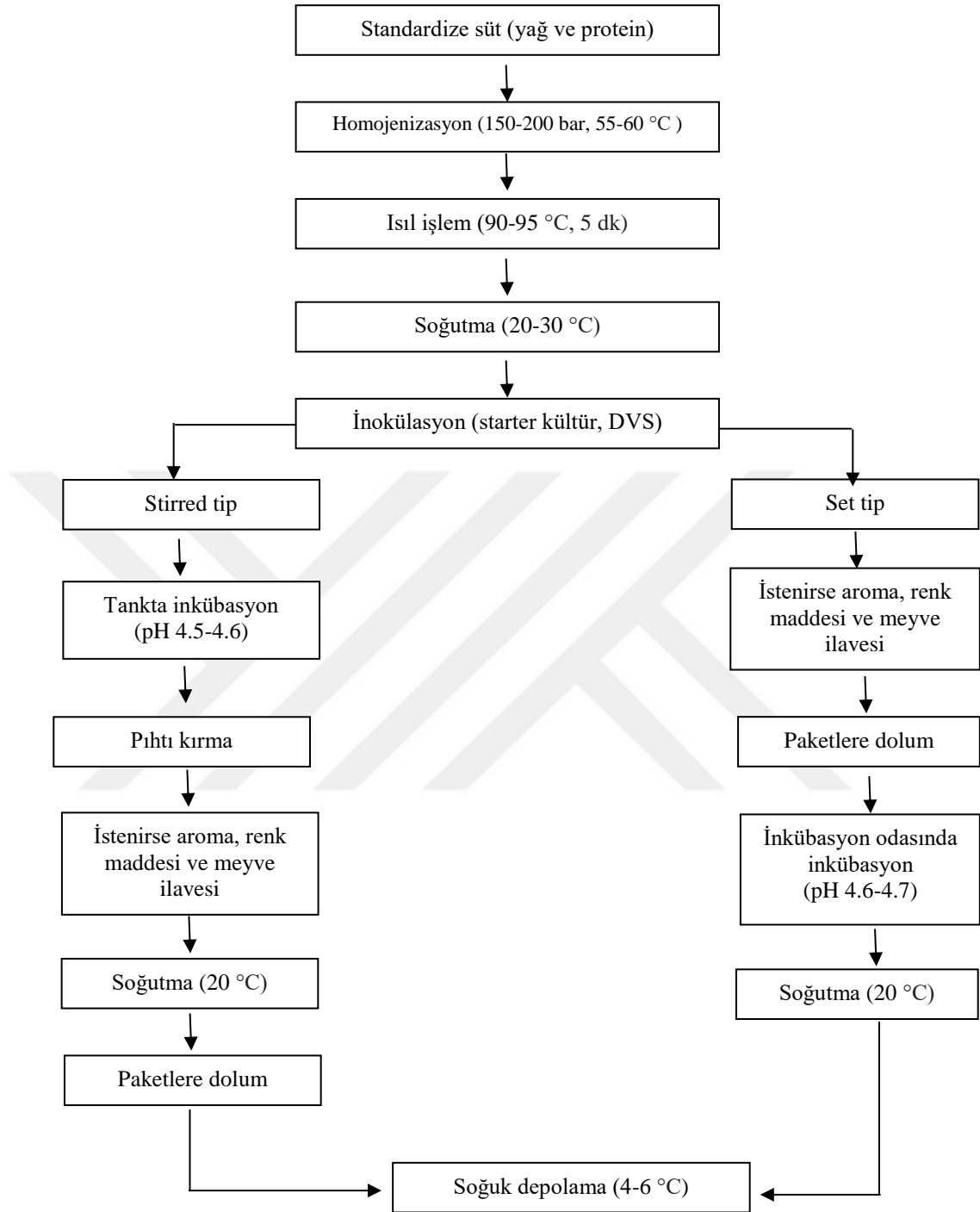
Geleneksel yöntemle ticari kefir üretimine alternatif bir üretim yöntemi geliştirilmiştir (Şekil 2.2). Yapılan bazı laboratuvar çalışmalarında kefir tanesi ayrılmış kefirin, kefir üretiminde starter kültür olarak kullanılabileceği tespit edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2010). Bu üretim yönteminde ilk önce pastörize edilmiş süte kefir tanesi ilave edilip inkübe edilmektedir. Daha sonra kefir taneleri fermente edilmiş süttten alınmakta ve süzölmüş fermente süt (kefir), ana kültür olarak kullanılmaktadır. Pastörize edilmiş süte bu ana kültürden ilave edilip inkübe edilmekte ve işletme

kültürü üretilmektedir. Bazı kaynaklarda, bu aşamada ana kültür üretilmeden direkt işletme kültürü üretildiği de bildirilmektedir. İşletme kültürü de pastörize edilmiş sütlere ilave edilmektedir. Set tip kefir üretiminde sütler önce paketlenip sonra inkübasyona bırakılmaktadır. Stirred tip kefir üretiminde ise önce inkübe edilip sonra paketlenmektedir. Paketler daha sonra olgunlaştırılmakta ve soğuk depoya alınmaktadır. Kefir tanesiyle kefir üretiminde, olgunlaştırma aşaması olmaktadır. Olgunlaştırma aşamasının amacı kefirdeki bakteri ve mayaların tam büyümesine izin vermek için yapılmaktadır. Bu aşamanın yapılmaması halinde, arzu edilen aroma gelişiminin yetersiz olduğu belirtilmektedir (Rattray ve O'Connell, 2011). Bu metodun kullanılmasıyla mikrobiyal popülasyon özellikle de maya sayısında kısmen azalma gerçekleşse de, bu metodun kefir tanesiyle üretilen kefire göre bir avantajı, azalan maya popülasyonu son ürünlerdeki şişme oranını sınırlandırabilmesidir (Güzel-Seydim vd., 2010).

Standart ve kaliteli bir ürün üretmek için en makul görüş, belirli suşlardan oluşan starter kültür kullanmaktır (García Fontán vd., 2006). Bu nedenle endüstriyel kefir üretiminde en yaygın yöntem ticari konsantre liyofilize kefir starter kültürün (DVS) kullanılmasıdır (Yaman, 2011). Şekil 2.3.'te de gösterildiği gibi, bu yöntemde standardize edilen süt, 55-65 °C'ye ısıtılmakta ve 15 MPa da homojenize edilmektedir (Rattray ve O'Connell, 2011; Wszolek vd., 2006). Son ürünün viskozitesini iyileştirmek için serum proteinlerini denatüre etmek amacıyla 85-95 °C'de 5-30 dakika yüksek ısı işlem uygulanmaktadır (Surono ve Hosono, 2011; Garofalo vd., 2015). Pastörize edilen süt inkübasyon sıcaklığına soğutulmakta ve ticari kültür süte inoküle edilmektedir. Ticari kültürden işletme kültürü hazırlanabildiği gibi, inokülasyon oranı 300/500/1000 L süt için bir saşelik DVS dondurularak kurutulmuş kefir starter kültür de kullanılmaktadır (Wszolek vd., 2006). Set tip kefir üretiminde eğer istenirse, bu aşamada meyve, aroma ve renk maddesi ilave edilebilmektedir. Daha sonra sütler paketlenmekte ve inkübasyona bırakılmaktadır. Stirred tip kefir üretiliyorsa kültür ilavesinden sonra süt, tankta inkübe edilmekte ve pıhtısı kırılmaktadır. Bu aşamada ilave edilmek istenirse meyve, renk ve aroma maddesi ilave edilmektedir. Son aşamada ürünler paketlenmekte ve soğuk depoya alınmaktadır (Rattray ve O'Connell, 2011).



Şekil 2.2. Geleneksel yöntemle ticari kefir üretimine alternatif bir üretim metoduna ait akış şeması (Ratray ve O'Connell, 2011)



Şekil 2.3. DVS kültür kullanılarak üretilen ticari kefir üretim akış şeması (Rattray ve O'Connell, 2011)

Kefir fermantasyonu için inkübasyon sıcaklığı 18-32 °C arasında değişirken, genellikle 20-25°C arası tercih edilmektedir (Garofalo vd., 2015). İnkübasyon süresi, inoküle edilmiş sütün pH'sı 4.6-4.7'ye gelinceye kadar 8-24 saat sürebilmektedir, ancak genellikle 16-18 saat yeterli gelmektedir (Garofalo vd., 2015; Wszolek vd.,

2006). Sütte probiyotik bakterilerin gelişimi yoğurt bakterilerin gelişimine göre daha yavaştır. Fermantasyon süresi, yoğurt starter kültürleriyle yoğurt yapmak için yaklaşık 4 saat sürerken, ortamda sadece probiyotik bakteriler varken 24 saat sürebilmektedir (Shah, 20016). Taze kefir olgunlaştırmak ve böylece pıhtı stabilitesini ve viskozitesini iyileştirmek için, kefirin fermantasyon süresi birkaç saat daha uzatılabilmektedir (Suroño ve Hosono, 2011). Bazı ülkelerde ise kefir 10 °C'nin altına soğutulmakta ve 15-20 saat olgunlaştırılmaktadır (Wszolek vd., 2006).

Set tipi kefir, asidik, süte benzer bir tat ve hafif mayamsı aromaya sahiptir. Fakat aşırı köpürme gözlemlenmez ve bazı görünür CO₂ kabarcıkları ile pıhtının tekstürü düzgün olarak karakterize edilmektedir. Stirred tip kefir benzer organoleptik özelliklere sahiptir. Fakat ürünün üretimi sırasında pıhtı kırıldığı için fermente ürünün viskozitesi daha düşük olabilmektedir. Bu durumu önlemek için de süt yağsız kurumadde ile zenginleştirilebilmektedir (Wszolek vd., 2006).

Ticari starter kültür kullanımı kefirin ticari üretimini basitleştirmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011). Starter kültür, kefir taneleri referans alınarak hazırlanmaktadır (Suroño ve Hosono, 2011). Bu kültürler, kefir tanesine göre nispeten sınırlı miktarda mikroorganizma içermektedirler (Kezer, 2013). Böylece bakteri ve maya türlerinin dikkatli seçimi sayesinde, kabul edilebilir bir kefir aroması ile olumlu özelliklerin muhafaza edildiği bir ürün üretmek mümkün olmaktadır (Ratray ve O'Connell, 2011). Liyofilize kültürlerde mayalar çok fazla bulunmamaktadır. Bunun sebebi ise, ambalajlı ürünlerde mayaların fermantasyonuna bağlı olarak açığa çıkan CO₂ kaynaklı görüntü kusurlarını önlemektir (Suroño ve Hosono, 2011). Bu yöntemle yapılan kefirin raf ömrü, kefir tanesinden üretilen ve raf ömrü 3-12 gün olan kefirin aksine, 28 güne kadar çıkmaktadır (Ratray ve O'Connell, 2011). Fakat kefirin paketlenme ve dağıtım ile ilgili problemler, kefirin tüketimini sınırlandırmaktadır. Depolama, dağıtım ve raf ömrü sırasında soğuk zincir kırılırsa, kefirdeki mayalar alkol ve karbondioksit üretmeye devam etmektedirler (Suroño ve Hosono, 2011).

Kefir ile ilgili yapılan çalışmalarda, kefir sütüne uygulanan ısı işlem normunun değiştiği görülmektedir. Kaczyński vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada kefir sütüne 85 °C'de 5 dakika ısı işlem uygulanmıştır. Bazı araştırmacılar çalışmalarında 85 °C 15 dk (Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Şatır, 2011), 85 °C 25 dk (Purnomo ve Muslimin, 2012), 85 °C 30 dk (Şimşek vd., 2017), 90 °C 5 dk (Tratnik vd., 2006; Ebner

vd., 2015), 90 °C 10 dk (Wszolek vd., 2001; Yıldız, 2009; Kesenkaş vd., 2011b; Yılmaz-Ersan vd., 2016), 90 °C 15 dk (Kezer, 2013; Kavas, 2015; Gul vd., 2015; Gul vd., 2018), 85-90 °C 20 dk (Ersoy ve Uysal, 2003), 95 °C 5 dk (Cais-Sokolińska vd., 2008), 90-93 °C 15 dk (García Fontán vd., 2006) ve 95 °C 15 dk (Öner vd., 2010) gibi çok yüksek ısı işlem normları uygulamıştır.

Araştırmacılar yaptıkları çalışmalarda farklı starter kültürler kullanmışlardır. Starter kültür olarak sadece kefir tanesinin kullanıldığı birçok çalışma mevcuttur (Güzel-Seydim vd., 2000a; Irigoyen vd., 2005; Purnomo ve Muslimin, 2012; Kavas, 2015; Yılmaz-Ersan vd., 2016). Bunun yanı sıra starter kültür olarak, kefir tanesinden elde edilen kefir ana kültür ile kefir tanesinin kullanıldığı ve ikisinin karşılaştırıldığı çalışmalar da vardır (Kim vd., 2018). Tratnik vd. (2006) ile Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) ise yaptıkları çalışmada starter kültür olarak sadece kefir tanesinden elde edilen kefir ana kültürü kullanmışlardır. Bazı araştırmacılar ise, üretimde sadece ticari starter kültür kullanmışlardır (García Fontán vd., 2006; Cais-Sokolińska vd., 2008; Kezer, 2013; Şimşek vd., 2017). Bazı araştırmacılar da, çalışmalarında starter kültür olarak hem kefir tanesi hem de ticari kültür kullanmış ve arasındaki farkı ortaya koymuşlardır (Ersoy ve Uysal, 2003; Kesenkaş vd., 2011b; Gul vd., 2015; Gul vd., 2018).

Kefirin fermantasyon sıcaklığı genellikle 25 °C olarak tercih edilmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a; Irigoyen vd., 2005; Tratnik vd., 2006; Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Kesenkaş vd., 2011b; Öner vd., 2010; Ebner vd., 2015; Leite vd., 2013; Kavas, 2015; Yılmaz-Ersan vd., 2016; Kim vd., 2018). Ancak bu sıcaklıktan daha düşük sıcaklıkta, 20-24 °C arasında, fermantasyon yapan araştırmacılar da vardır (Wszolek vd., 2001; García Fontán vd., 2006; Yıldız, 2009; Grønnevik vd., 2011; Purnomo ve Muslimin, 2012; Gul vd., 2015; Şimşek vd., 2017; Kaczyński vd., 2018). Bazı araştırmacılar ise kefirlerini daha yüksek sıcaklıkta, 26 °C'de fermente etmişlerdir (Cais-Sokolińska vd., 2008).

Kimi araştırmacılar kefir üretiminde fermantasyonu belli bir pH noktasında sonlandırmıştır. Yapılan çalışmalarda, fermantasyon genellikle pH 4.6'da sonlandırılmaktadır (Ersoy ve Uysal, 2003; Cais-Sokolińska vd., 2008; Yıldız, 2009; Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Kezer, 2013). Ancak fermantasyonun pH 4.5 (Kim vd., 2018) ve pH 4.4 (Wszolek vd., 2001; Kaczyński vd., 2018)'de de sonlandırılan çalışmalar vardır. Fermantasyonun pH 4.7 (Kesenkaş vd., 2011b) ve 4.8 olmak üzere

(Ebner vd., 2015) daha yüksek pH değerlerinde bitirenler de vardır. Fermantasyonun süreye göre sonlandırıldığı çalışmalar da mevcuttur. Buna göre; Irigoyen vd., (2005), Leite vd., (2013) ve Şimşek vd. (2017) yaptıkları çalışmalarda kefir 24 saat fermente ederken; Yılmaz-Ersan vd. (2016) 20 saat, Tratnik vd. (2006) 19 saat, Kavas (2015) ve Gul vd. (2015) ise 18 saat fermente etmişlerdir.

2.6 Kefir Tanesinin ve Kefir Kültürlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri

Kefir tanesinin toplam mikroorganizma sayısı; *Lactobacillus* türleri 10^8-10^9 kob/g, *Lactococcus* ve *Leuconostoc* türleri 10^8-10^9 kob/g ve maya sayısı 10^6-10^8 kob/g olarak tahmin edilmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefir tanesi ile kefirde bulunan laktik asit bakterileri, maya ve diğer floranın çeşitli türlerinin oranı oldukça değişken olup, bu oran inokülasyon oranına, kefir tanesinin kökenine, fermantasyon süresi ve sıcaklığına, olgunlaşma derecesine ve süt çeşidine bağlıdır (Ratray ve O'Connell, 2011; Leite vd., 2013; Altay vd., 2013). Substrat olarak farklı süt çeşitlerinin sahip olduğu karbonhidrat, yağ ve protein içerikleri mikrobiyotayı etkilemektedir (Altay vd., 2013). Kefirin ise toplam mikroorganizma sayısı; *Lactobacillus* türleri 10^7-10^8 kob/g, *Lactococcus* ve *Leuconostoc* türleri 10^8-10^9 kob/g ve maya sayısı 10^5-10^6 kob/g olarak tahmin edilmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011).

Dünya Sağlık Örgütü (World Health Organization, WHO) ve Birleşmiş Milletler Gıda ve Tarım Örgütü (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO) tarafından hazırlanan Kodeks Alimentarius (Codex Alimentarius) ve bu kodeks ile aynı özellikleri isteyen Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği'ne göre kefir; fermantasyonda spesifik olarak *Lactobacillus kefiri*, *Leuconostoc*, *Lactococcus* ve *Acetobacter* cinslerinin değişik suşları ile laktozu fermente eden (*Kluyveromyces marxianus*) ve etmeyen mayaları (*Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces cerevisiae* ve *Saccharomyces exiguus*) içeren starter kültürler ya da kefir tanelerinin kullanıldığı fermente süt ürünü olarak tanımlanmaktadır (Codex Alimentarius, 2011; Fermente Süt Ürünleri Tebliği, 2009).

Kefir tanelerinin mikroflorası değişken olabilmektedir (Dertli ve Çon, 2017). Kefir tanesinin mikroflorası birçok araştırmacı için merak konusu olmuştur. Çeşitli kefir tanelerinden ve kefirlerden *Lactobacillus (Lb.) kefiranofaciens*, *Lb. kefiri*, *Lb.*

delbrueckii subsp. *lactis*, *Lb. delbrueckii* subsp. *delbrueckii*, *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *Lb. brevis*, *Lb. casei*, *Lb. casei* subsp. *pseudoplanitarum*, *Lb. helveticus*, *Lb. acidophilus*, *Lb. curtavus*, *Lb. apis*, *Lb. sunkii*, *Lb. ultunensis*, *Lb. fermentum*, *Lb. viridescens*, *Lb. gasseri*, *Lb. kefirgranum*, *Lb. parakefir*, *Lb. lactis* subsp. *lactis*, *Lb. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis*, *Lb. paracasei*, *Lb. buchneri*, *Lb. parabuchneri*, *Lb. otakiensis*, *Lb. fructivorans*, *Lb. hilgardii*, *Lb. crispatus*, *Lb. cellobiosus*, *Lactococcus (Lc.) lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* sitrat (+), *Lc. raffinolactis*, *Leuconostoc (Ln.) mesenteroides*, *Ln. paramesenteroides*, *Ln. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Ln. mesenteroides* subsp. *dextranicum*, *Ln. cremoris*, *Acetobacter aceti*, *Acetobacter rasens*, *Acetobacter lovaniensis*, *Acetobacter pasteurianus*, *Acinetobacter rhizosphaerae*, *Acinetobacter calcoaceticus*, *Streptococcus (Str.) thermophilus*, *Str. durans*, *Str. mesenteroides*, *Str. avium*, *Pseudomonas azotoformans*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas otitidis*, *Enterobacter amnigenus*, *Enterobacter hormaechei*, *Enterobacter lactis*, *Enterobacter soli*, *Enterococcus faecalis*, *Enterococcus faecium*, *Propionibacterium acnes*, *Pediococcus acidilactici*, *Pediococcus dextranicus*, *Pediococcus pentosaceus* gibi birçok bakteri izole edilmiştir. Çeşitli kefir tanelerinden ve kefirlerden *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces kefir*, *Saccharomyces lipolytica*, *Saccharomyces exiguus*, *Saccharomyces turicensis*, *Saccharomyces delbrueckii*, *Saccharomyces unisporus*, *Saccharomyces humaticus*, *Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Kazachstania aerobia*, *Kazachstania unispora*, *Lachancea meyersii*, *Candida lambica*, *Candida krusei*, *Candida holmii*, *Candida friedricchi*, *Candida parapsilosis*, *Candida zeylanoides*, *Candida kefir*, *Candida pseudotropicalis*, *Candida maris*, *Candida inconspicua*, *Candida albicans*, *Candida valida*, *Candida tenuis*, *Geotrichum candidum*, *Cryptococcus humicolus*, *Alternaria* spp., *Aspergillus* spp. *Aspergillus amstelodami*, *Dipodascus geotrichum*, *Dipodascaceae* spp., *Issatchenkia orientalis*, *Malassezia* spp. *Torulopsis kefir*, *Torulopsis holmii*, *Torulopsis delbrueckii*, *Pichia fermentans*, *Rhodotorula diarenensis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, *Trichosporon* spp., *Mucor circinelloides*, *Yarrowia lipolytica*, *Crptococcus victoriae*, *Zygosaccharomyces* spp. gibi birçok maya izole edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2000a; Witthuhn vd., 2005; Terzi, 2007; Güzel-Seydim vd., 2010; Akuzawa vd., 2011; Güzel-Seydim vd., 2011; Rattray ve O'Connell, 2011; Suroño ve Hosono, 2011; Ahmed vd., 2013; Leite vd., 2013; Dertli ve Çon, 2017).

Günümüzde, starter kültür şirketleri (Chr. Hansen A/S ve Danisco Biolacta Sp. z.o.o.) kefir starter kültürlerini geliştirmek için büyük gayret harcamaktadırlar. Kefir için tipik aromaya katkı sağlamak üzere maya suşlarının seçimi önemlidir. Çünkü aşırı CO₂ üretimi paketleme materyalinin patlamasına neden olabilmektedir. Ayrıca etanolün yüksek seviyesi bazı ülkelerde kabul edilmemektedir (Wszolek vd., 2006). Chr. Hansen şirketi son zamanlarda farklı maya türleri içeren 3 farklı dondurularak kurutulmuş kefir starter kültürü geliştirmiştir. Bu kültürler, işletme kültürü yapmadan direkt olarak kullanılabilir. Geliştirilmiş kültürler, LAF-3 (laktozu fermente edemeyen *Debaryomyces hansenii* içerir), LAF-4 (laktozu fermente eden *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* içerir) ve LAF-7 (laktozu fermente edemeyen *Candida colliculosa* içerir)'den oluşmaktadır. Bu kültürler ayrıca mezofilik laktik asit bakterilerinin bir karışımını ve EPS üreten *Str. thermophilus* da içermektedir. Danisco Biolacta Spółka şirketi ise farklı DVS dondurularak kurutulmuş kefir kültürleri geliştirmiştir. Bunların birincisi M-tipi kültürler, ana kültür ve işletme kültürünün üretimi için 2 kez çoğaltılmaktadır. İkincisi S-D kültürü, işletme kültürü üretmek için kullanılmaktadır. Üçüncüsü D-kültürü (DVS), kefir üretimi için işlenmiş süte direkt olarak ilave edilmektedir. Danisco Biolacta firmasının DC1 kefir kültüründe *Lactococcus* türleri, *Lactobacillus* türleri, *Leuconostoc* türleri, *Streptococcus thermophilus*, bazı mayaları ve dondurulmuş kefir tanelerini içermektedir (Gul vd., 2015). Ticari bir firmanın DVS kefir kültürü ise; *Lc. lactis*, *Lc. cremoris*, *Lc. diacetylactis*, *Leuconostoc* türleri, *Lb. kefir*, *Candida kefir* ve *Saccharomyces unisporus* türlerini içerdiği bildirilmiştir (Öner vd., 2010). 'Kefir Culture type C' (Institute Rossell Inc., Montreal, Canada) dondurularak kurutulmuş bir ticari kefir kültürü olup, İspanya ve diğer ülkelerde ticari kefir üretiminde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Bu starter kültürü oluşturan mikroorganizmaların karışım oranları bilinmese de içerdiği mikroorganizmalar *Lc. lactis* subsp. *lactis*, *Lc. lactis* subsp. *cremoris*, *Lc. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Ln. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Lb. plantarum*, *Lb. casei* ve *Kluyveromyces marxianus* subsp. *fragilis* (*Torula kefir*)'dir (García Fontán vd., 2006). Bu kültürler sütte geliştiği zaman kefir tanesi oluşmamaktadır. Kültür üreticileri, ticari olarak üretilen kefirin özelliklerini iyileştirmek için DVI/DVS kültürlerin içine ek probiyotik suşlar (*Lb. acidophilus* ve *Bifidobacterium* türleri) ilave edebilmektedirler (Wszolek vd., 2006).

2.7 Kefirin Kimyasal Özellikleri

Kefirlerin kimyasal kompozisyonu, sütün çeşidine ve bileşenine, kullanılan starter kültüre, kefir üretim prosesine göre değişmektedir (Ahmed vd., 2013). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde, kefirin ürün özellikleri olarak ağırlıkça en az % 2.7 süt proteini ve en az % 0.60 laktik asit içermesi gerektiği belirtilmiştir. Genel olarak kefirin fermantasyon sonrası pH değeri 4.2-4.6, laktik asit cinsinden titrasyon asitliği % 0.68-0.90 arasında olduğu rapor edilmiştir (Libudzisz ve Stepaniak, 2011).

Kavas (2015), inek ve deve sütünden üretilen kefirlerin kıyaslandığı bir çalışmada, inek sütüne % 2.5 oranında kefir tanesi ilave etmiş ve bu sütü 25 °C'de 18 saat fermente etmiştir. Çalışmada, fermantasyon sonrası kefirin toplam kurumadde değeri % 10.70, yağ değeri % 3.30, protein değeri % 3.09, titrasyon asitliği değeri % 0.81 ve pH değeri 4.55 olarak bulunmuştur. Ayrıca kefirin üretim aşamasında herhangi bir standardizasyon işlemi yapılmadığı halde kefirin toplam kurumadde, yağ ve protein oranı üretiminde kullanılan sütün kurumadde (% 12.80), yağ (% 3.50) ve protein (% 3.21) oranından düşük olduğu bulunmuştur.

Kaczyński vd. (2018) tarafından keçi kefirindeki kolesterol oksidasyon ürünlerinin belirlendiği çalışmada, keçi sütünden üretilen kefirin toplam kurumadde değeri % 11.90, protein değeri % 3.19, yağ değeri % 3.37, titrasyon asitliği değeri % 0.70 ve pH değeri 4.43 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada analiz edilen kefirin ortalama kurumadde değerleri ile kefirin üretiminde kullanılan sütün kurumadde değerleri benzer bulunmuştur.

Şatır (2011), kefir fermantasyonunun keçi sütünün bazı fonksiyonel özelliklerine etkisini belirlemeye çalıştığı çalışmasında, Saanen ve Kıl olmak üzere 2 farklı ırk ve entansif ve ekstansif olmak üzere 2 farklı yöntemle beslenen keçilerden elde edilen keçi sütlerinden ve inek sütünden kefir üretmiştir. Keçi sütlerinden üretilen kefirlerin kurumadde değerleri % 12.09-13.43, yağ değerleri % 3.63-5.62, protein değeri % 3.69-5.24 ve titrasyon asitliği % 0.71-0.85 arasında değişirken, inek sütünden üretilen kefirin kurumadde değeri % 11.33, yağ değerleri % 3.46, protein değeri % 3.54 ve titrasyon asitliği % 0.80 olarak bulunmuştur.

Öner vd. (2010) inek, koyun ve keçi sütünden kefir tanesi ve ticari kefir kültürü kullanarak ürettikleri kefirleri 15 gün depolayıp bazı özelliklerini incelemişlerdir. İnek ve keçi sütünden üretilen kefirlerin depolama sırasında kurumadde değerleri sırasıyla % 10.85-11.15 ve % 13.02-13.99 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca ticari kültür ile üretilen inek ve keçi kefirlerinin depolama sırasındaki pH değeri sırasıyla 4.30-4.48 ve 4.23-4.44 arasında değişirken; kefir tanesiyle üretilen inek ve keçi kefirlerinin depolama sırasındaki pH değeri sırasıyla 4.10-4.50 ve 3.60-4.50 arasında değiştiği bulunmuştur. Kefir üretiminde kullanılan süt çeşidi, kültür çeşidi ve depolama süresinin kefirin pH ve toplam kurumadde değerini etkilediği belirtilmiştir.

Şen (2015) tarafından 2 farklı kefir tanesi ve 2 farklı starter kültür kullanılarak süt ve peynir altı suyundan üretilen kefirlerin kurumadde değerleri % 10.54-10.93, protein değeri % 3.64-4.22, yağ değeri % 2.68-2.88 arasında değiştiği belirtilmiştir. Fermantasyon sonrası kefirin elde edildiği süte göre protein oranının arttığı, yağ ve kurumadde oranının azaldığı bulunmuştur. Depolama sırasında örneklerin pH değeri 4.33-4.77, titrasyon asitliği ise % 0.65-0.86 arasında değiştiği bulunmuştur. Bu çalışmada kullanılan starter kültürün pH ve titrasyon asitliği üzerinde etkili olduğu bildirilmiştir.

Irigoyen vd. (2005), % 1 ve % 5 olmak üzere iki farklı inokülasyon oranıyla tam yağlı inek sütünden kefir üretmiş ve bu kefirleri 28 gün süresince buzdolabı sıcaklığında depolamıştır. Kefirlerin depolama süresince kurumadde ve yağ değerlerindeki değişim önemli bulunurken, pH değerindeki değişim ise önemsiz bulunmuştur. Kefirlerin depolama süresince kurumadde değerleri % 11.3-11.7 arasında değişmiştir. Fermantasyonun kefir üretiminde kullanılan sütün kurumadde içeriğini etkilemediği bildirilmiştir. Ayrıca inokülasyonda kullanılan kefir tanesi oranının da örneklerin kurumadde oranını etkilemediği bulunmuştur. Kefirin depolama süresince % yağ oranındaki ani azalmayı lipolitik aktiviteye sahip küf gelişimiyle ilişkili olabileceği bildirilmiştir.

Dinkçi vd. (2015), inek sütü ile yulaf sütünü farklı oranlarda karıştırıp kefir tanesi ile fermente etmiş ve 21 günlük depolama süresince kefirlerin fizikokimyasal, mikrobiyal ve duyuşal özelliklerini araştırmışlardır. Sadece inek sütüyle üretilen kefirin toplam kurumadde değeri % 11.02, yağ oranı % 2.83 ve protein oranı % 3.48 olarak bulunmuştur. İnek sütünden üretilen kefirin pH değerini depolama süresinin

etkilediğini, titrasyon asitliğini depolama süresinin etkilemediği bulunmuştur. Kefirin pH değeri depolamanın ilk günü 4.48, 7. günü 4.21, 14. günü 4.20 ve 21. günü 4.28 olarak bulunmuştur. Titrasyon asitliği ise depolama süresince % 0.84-0.88 arasında değişmiştir.

Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) tarafından yapılan ve 2 farklı yağ ikame maddesinin etkisini araştırdıkları çalışmada yağsız ve tam yağlı süttten üretilen kefirin sırasıyla 1. gün kurumadde değerleri 86.4 ve 109.1 g/kg, laktik asit değeri 7.7 ve 7.0 g/L, pH değeri 4.32 ve 4.29 olarak bulunmuştur. Ayrıca depolama süresince kefirlerin kurumadde ve pH değerinin azaldığı, titrasyon asitliği değerinin arttığı, ancak bu üç özellik içinde görülen değişiklik istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur.

Yıldız (2009), farklı yağ oranlarına sahip kefir sütlerinden kefir tanesi ve kefir tanesine ilave starter kültürün yardımıyla kefir üretmiş ve bazı özelliklerini incelemiştir. Bu kefirlerden % 3 yağlı kefirlerin kurumadde oranı % 11.12-11.42 ve protein oranının % 3.01-3.09 arasında değiştiği bulunmuştur. Bu çalışmada sadece kefir tanesiyle üretilen kefirlerin pH değeri 4.25-4.59 ve titrasyon asitliği % 0.73-0.99 arasında değiştiği belirtilmiştir.

Dinç (2008), Ankara'da marketlerde satılan 4 farklı firmaya ait 70 sade, 40 meyveli ve 10 light olmak üzere toplam 120 kefir örneği toplayıp mikrobiyolojik ve kimyasal yönden incelemiştir. Analiz edilen sade örneklerin kurumadde değeri % 8.16-12.72, yağ oranı % 1.50-3.60, protein oranı % 2.64-4.61, titrasyon asitliği % 0.60-0.92 ve pH 4.10-4.50 arasında değiştiği bulunmuştur.

Muir vd. (1999), Polonya'da satılan 3 geleneksel ve 3 ticari kültür ile üretilmiş kefirleri satın alıp analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre, kefirlerin kurumadde oranı % 9.35-13.05, protein oranı % 3.22-4.85 ve yağ oranı % 1.64-4.00 arasında değiştiği bulunmuştur.

Aşçı-Arslan (2015), farklı üretim parametreleri kullanılarak ürettikleri kefirleri, buzdolabı sıcaklığında 30 gün süresince depolamıştır. Bu çalışmada, starter kültür çeşidi, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının kefir örneklerinin pH değerleri üzerinde etkili olduğu, ancak inkübasyon sıcaklığı ve ısı işlem normunun ise etkili olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca starter kültür çeşidi, inkübasyon sıcaklığı, inkübasyon sonlandırma pH'sı ve depolama zamanının kefir örneklerinin titrasyon

asitliği değerleri üzerinde etkili olduğu, ancak ısıl işlem normunun ise etkili olmadığı bildirilmiştir. Ayrıca ticari kùltùr ile ùretilen kefirlerin kefir tanesiyle ùretilen kefirlerle gùre pH değerleri daha dùřùkken, titrasyon asitliği değerleri daha yùksek olduğu belirlenmiştir.

Keçi sùtùne % 3 kefir tanesi ilave edip oda sıcaklığında 18 saat fermente eden Nurliyani vd. (2015a), kefirin pH ve titrasyon asitliği değerleri olarak sırasıyla 1. gùn 4.82, % 0.87 ve 7. gùn 4.68, % 0.99 olarak bulmuşlardır. Fermantasyon sonrası òrneđin kurumadde değerleri ise % 12.26 olarak bulunmuştur.

Tomar (2015), farklı yağ oranlarına sahip (% 0.5, 1.5 ve 3) inek ve manda sùtùnden kefir tanesi ve kefir kùltùrù ile kefir ùretmiřtir. Yağ oranı % 3 olan inek sùtùne kefir tanesi ilavesiyle ùretilen kefir òrneklerinin depolama sırasında kurumadde oranı % 10.87-11.08, protein % 3.32-3.44, pH değerleri 4.52-4.62, titrasyon asitliği % 0.77-0.85 arasında değişirken; kefir kùltùrùyle ùretilen kefir òrneklerinin kurumadde oranı % 10.91-11.11, protein % 3.38-3.47, pH değerleri 4.58-4.70, titrasyon asitliği % 0.68-0.77 arasında değişmiştir.

Yağ ikame maddesinin kullanılabilirliğini araştıran Kezer (2009), kefirlerin yağ oranı % 2 olacak şekilde inek ve keçi sùtù karışımlarına (1:1) 2 farklı yağ ikame maddesi ve kontrol grubu olarak sùt yağı ilave edilmiştir. Kefirlerin ùretiminde DC1 ticari starter kùltùr kullanılmıştır. Bu çalışmada 28 gùnlük depolama sırasında kefirlerin protein oranında azalma gùrùlmüřtür. Kontrol grubu kefirin pH değerleri depolamanın 1. gùnù 4.37 olarak belirlenmiştir. Depolamanın 7. gùnù ani bir azalma olmuş 4.29 değerine dùřmüřtür. Depolamanın 7. gùnùnden itibaren depolama sonuna kadar pH değerleri 4.25-4.29 arasında değişmiştir. Titrasyon asitliği ise depolama boyunca artmış ve % 0.78-0.86 arasında değişmiştir. DC1 kùltùrùyle yapılan başka bir çalışmada, 30 gùnlük depolama sùresince kefirin pH değerleri 4.22-4.27 arasında değiştiği bulunmuştur (Tonguç, 2012).

Karaçalı (2017) tarafından % 15 oranında soya sùtù ilave edilmiş inek sùtùne kefir kùltùrù (DC1) ve kefir kùltùrùne ilave 2 farklı probiyotik kùltùr olmak üzere 3 farklı kefir içeçeği ile sadece inek sùtùnden ùretilen (kontrol grubu) kefir ùretilmiř ve 28 gùnlük depolama sırasında bazı özellikleri kıyaslanmıştır. Kontrol grubu kefirin 18 saatlik fermantasyon sonrası depolamanın ilk ve son gùnù kurumadde değerleri % 10.72

ve 10.51, yağ % 2.43 ve 2.38, protein % 3.12 ve 3.15, pH değeri 4.63 ve 4.69, titrasyon asitliği % 0.61 ve 0.75 olarak belirlenmiştir.

Cais-Sokolińska vd. (2008), 2 farklı ticari kefir kültürüyle (DA ve DC) koyun sütünden kefir üretip, 21 günlük depolama boyunca ürettikleri kefirin fiziksel, kimyasal, biyokimyasal ve duyuşsal özelliklerindeki değışiklikleri incelemişlerdir. Depolama süresinin, her iki kültür ile üretilen kefirin pH ve titrasyon asitliği üzerinde etkili olduğu bulunmuştur. DA kültürüyle üretilen kefirin pH değeri depolama süresince istatistiksel olarak önemli bir azalış gözlemlenmiştir. Ancak DC kültürüyle üretilen kefirin pH değeri, depolamanın ilk gününe göre 7. gününde önemli bir azalış olmuş, 7. ile 14. gün arasında sabit kalmış ve 21. gün ise tekrar önemli bir azalma gözlemlenmiştir. DA kültürüyle üretilen kefirin titrasyon asitliği değeri depolamanın ilk gününe göre 7. gününde önemli bir artış olmuş, 7. ile 14. gün arasındaki değışim önemsiz bulunmuş, 21. gün ise tekrardan önemli bir artış gerçekteşmiştir. DC kültürüyle üretilen kefirin titrasyon asitliğindeki değışim ise 7. güne kadar önemsiz bulunurken, 7. günden sonra önemli bir artış bulunmuştur. Kullanılan starter kültür, starter kültürü oluşturan mikroorganizma çeşidi ve oranı ile üretilen kefirin mikroorganizma çeşidi ve oranı, kefirin depolama süresince pH ve titrasyon asitliği değışimini etkilemektedir.

2.8 Kefirin Fiziksel Özellikleri

Fermente süt ürünlerinde serum ayrılması, depolama sırasındaki protein partiküllerinin kümeleşmesi ve yerçekiminden dolayı dibe çökmesi nedeniyle meydana gelmektedir. Ayrıca stabilizör, toplam kurumadde, süt ve kültür çeşidi gibi diğer faktörler de serum ayrılmasını etkileyebilmektedir (Montanuci vd., 2012). Fermente süt ürünlerinin üretiminde kullanılan sütün kurumadde, yağ ve protein oranının yüksek olması serum ayrılmasını düşürmektedir (Ranadheera vd., 2012). Protein ve denatüre serum proteinlerinin miktarı, kazein oranı ve içeriği, denatüre serum proteinleri ile kapa kazein arasındaki interaksiyon gibi birçok faktör viskoziteyi ve kazein misellerindeki su tutma kapasitesini etkileyebildiği bildirilmiştir (Kavas, 2015). Kefirde bulunan mikroorganizmalar ekstraselüler polisakkarit (EPS), özellikle de kefiran üretebilmektedirler (Montanuci vd., 2012). Kefiran, asitliği gelişen sütte oluşan jelin, jel oluşumunu, reolojisini ve viskoelastik karakteristiğini geliştirmektedir

(Ahmed vd., 2013). EPS, viskoziteyi ve su tutma miktarını arttırabilmektedir (Montanuci vd., 2012).

Tomar (2015), % 3 yağlı inek sütünden kefir tanesiyle ürettiği kefirin depolama sırasında viskozite değerini 356-469 mPa.s, L* değerini 87.93-88.13, a* değerini (-) 3.78-(-) 3.03, b* değerini 13.53-14.62 arasında bulurken; kefir kültürüyle ürettiği kefirin viskozite değerini 342-452 mPa.s, L* değerini 88.17-88.29, a* değerini (-) 3.61-(-) 3.02, b* değerini 13.21-14.48 arasında bulmuştur. Çalışmada; depolama süresi arttıkça bu örneklerin viskozite değerinin azaldığı, süt çeşidinin viskozite üzerinde önemli bir etkisi olduğu saptanmıştır. Her iki kefir örneğinde 21 günlük depolama süresinin ilk ve son günü L* değerinde önemli bir değişiklik olmadığı, a* değerinde eksi yönde artış olduğu ve b* değerinde artış olduğu bulunmuştur. İnek sütünden yapılan kefirlerin manda sütünden yapılan kefiirlere göre b* değerinin yüksek olduğu, L* değeri ile a* değerinin düşük olduğu (eksi yönde yüksek) tespit edilmiştir.

Gul vd. (2018), inek ve manda sütünden kefir tanesi ve starter kültür ile ürettikleri kefirler örneklerinin bazı fiziksel özelliklerini karşılaştırmışlardır. İnek sütünden starter kültür ve kefir tanesiyle üretilen kefir örneklerinin sırasıyla su tutma kapasitesi % 65.79 ve % 42.61, L* değeri 91.80 ve 91.93, a* değeri (-) 0.87 ve (-) 1.01, b* değeri 10.15 ve 10.61, viskozite değeri 185 ve 161 mPa.s olarak bulunurken; manda sütünden starter kültür ve kefir tanesiyle üretilen kefirin sırasıyla su tutma kapasitesi % 77.35 ve % 58.56, L* değeri 92.98 ve 92.22, a* değeri (-) 1.71 ve (-) 1.49, b* değeri 6.47 ve 6.56, viskozite değeri 443 ve 355 mPa.s olarak bulunmuştur.

Kavas (2015), inek ve deve sütünden ürettiği kefir örneklerinde süt çeşidinin viskoziteyi etkilediğini rapor etmiştir. Çalışmada % 2.5 kefir tanesi ilave edilen inek sütü kefir örneklerinin viskozite değeri 111.5 cP bulunurken, % 2.5, % 5, % 7.5 ve % 10 kefir tanesi ilave edilen deve sütü kefir örneklerinin viskozite değeri 5.2-9.3 cP arasında bulunmuştur. Ayrıca ilave edilen kefir tanesinin oranı arttıkça viskozite değerinin de arttığı rapor edilmiştir.

Keçi sütünün kefir üretiminde kullanım olanağını araştıran Güneşer ve Karagül-Yüceer (2010), % 1.5 yağlı inek sütü, keçi sütü, inek-keçi karışımı (1:1; 3:1) olmak üzere 4 farklı sütü pastörize ettikten sonra DC1 kültürü ile fermente etmişlerdir. Kefirler arasında en düşük viskoziteye (17.40 cP) % 100 keçi sütünden yapılan kefir

örneklerinde rastlanırken, diğer örneklerin viskozite değeri 31.07-34.25 cP arasında değişmiştir.

Tratnik vd. (2006) inek ve keçi sütünü, kontrol örneği yanı sıra, % 2 oranında yağsız süt tozu, peyniraltı protein konsantresi ve inülin ile zenginleştirip kefire işlemişler ve 10 gün depolamışlardır. Depolama sırasında kontrol inek sütünden elde edilen kefir örneklerinin viskozite değeri 75.1-101.1 mPa.s arasında değiştiği, kontrol keçi sütünden üretilen kefirin viskozite değeri 42.2-53.8 mPa.s arasında değiştiği bildirilmiştir.

Martín-Diana vd. (2003) tarafından keçi sütünden üretilen set tipi kefirin geliştirilmesine yönelik bir çalışma yapılmıştır. İnek ve keçi sütü süt tozu ile zenginleştirilmesinin yanı sıra keçi sütüne % 3 ve % 5 peyniraltı protein konsantratu ile zenginleştirilmiş ve kefir üretilmiştir. Elde edilen 4 farklı kefir arasında en düşük viskoziteye ve en yüksek serum ayrılmasına sahip kefir süt tozu ilaveli keçi sütünden elde edilen kefir olurken; en yüksek viskozite ve en düşük serum ayrılması % 5 peyniraltı protein konsantratu ile zenginleştirilen keçi kefiridir. İnek sütünden ve keçi sütünden elde edilen set tipi kefirin sırasıyla viskozite değerleri 2325 ve 1786 cP ve süzme yöntemiyle serum ayrılması 570 ve 635 g/kg olarak bulunmuştur.

Şimşek vd. (2017) tarafından düşük yağlı keçi sütü kefirinin sindirimi ile ilgili in vitro bir çalışma, keçi sütünden yağsız keçi süt tozu üretilmiştir. Yağsız keçi süt tozunun (% 12) yanı sıra yağsız keçi süt tozuna % 4 oranında normal, kısa zincirli ve uzun zincirli inülin ilave edilmiş ve 4 farklı bileşenden kefir üretilmiştir. Araştırmacılar normal, kısa zincirli, uzun zincirli inülin ilave ettiği ve inülin ilave etmeden ürettikleri kefir örneklerinin viskozite değeri sırasıyla 100.8, 95.6, 94.5 ve 87.9 mPa.s olarak belirlenmiştir.

Farklı inokülasyon oranlarının (1, 10, 20, 50 ve 100g/L) kefirin bazı özellikleri üzerine etkisini inceleyen Garrote vd. (1998), kefirin viskozite değerlerini sırasıyla 9.5, 29.4, 24.0, 27.0 ve 12.7 mPa.s olarak bulmuşlardır.

Irigoyen vd. (2005), kefir sütüne % 1 kefir tanesi ilave ederek ürettikleri kefirlerin viskozite değerlerini 179-425 mPa.s arasında, % 5 kefir tanesi ilave ederek ürettikleri kefirlerin viskozite değerlerini 296-501 mPa.s arasında bulmuşlardır.

Ayrıca depolama süresince viskozitenin sürekli değişkenlik gösterdiği ve depolama süresinin viskozite üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Kefire ilave edilen balın kefirin reolojik etkisini araştıran Doğan (2011), 5 g kefir tanesi ile 800 mL tam yağlı pastörize sütü karıştırıp fermente etmiştir. Kontrol grubu kefir örneklerinin viskozite değeri 17.7 mPa.s olarak belirlenmiştir. Ayrıca kefirin L, a ve b değerleri sırasıyla 73.18, (-) 1.35 ve 3.77 olarak belirlenmiştir.

Dinkçi vd. (2015), inek sütünden kefir tanesiyle ürettikleri kefir örneklerinin depolama süresince mezür yöntemiyle serum ayrılması miktarını 28.75-35.50 mL/100 mL arasında bulmuşlardır. Kefir örneklerinin viskozite değerleri ise 402-501 mPa.s arasında bulunmuştur. Kefir örneklerinin viskozitesinin en yüksek değeri depolamanın 1. günü, en düşük değeri depolamanın 7. günü tespit edilmiştir. Depolama süresinin, kefir örneklerinde serum ayrılmasını etkilemediği, ancak viskozite değerleri üzerinde önemli etkisi olduğu saptanmıştır.

Kök-Taş vd. (2013), yapmış oldukları bir çalışmada, kefir örneklerinin 21 günlük depolama süresi boyunca viskozite değerlerini 172-316 mPa.s arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Araştırmacılar depolama sırasında kefir örneklerinin viskozite değerlerinin değişkenlik gösterdiğini ancak istatistiksel olarak önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir.

İki farklı kefir tanesi ve ticari kültür ile üretilen kefir örneklerinin, filtre kağıdı ile süzme yöntemiyle serum ayrılması değerleri 7.87-8.63 mL/25g arasında, viskozite değerleri 75.80-149.45 cP arasında bulunmuştur. Kefir üretiminde kullanılan starter kültür çeşidinin serum ayrılmasını etkilemediği ancak viskoziteyi etkilediği belirtilmiştir (Şen, 2015).

Yağlı ve yağsız süt ile hazırlanan kefirlerin bazı özellikleri üzerine starter kültür ve inülin ilavesinin etkisini araştıran bir çalışmada, depolama sırasında kefir tanesi ve starter kültür ile yağlı süttten üretilen kefir örneklerinin serum ayrılması miktarı sırasıyla 26.5-31.7 mL/100g ve 22.2-24.0 mL/100g arasında değiştiği tespit edilmiştir (Montanuci vd., 2012).

Kezer (2009) 2 farklı yağ ikame maddesinin kefirde kullanılabilirliğini araştırdığı çalışmada, kefir örneklerinin depolama sırasında viskozite değerlerini

396.0-775.5 cP arasında bulmuştur. Ayrıca depolama süresince viskozite değerlerinin inişli-çıkışlı bir seyir izlediği, depolamanın viskozite üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Yıldız (2009), farklı yağ oranlarına sahip kefir örneklerinin viskozite değerlerinin depolama süresince (23 gün) değişkenlik gösterdiğini bildirmiştir. Depolama boyunca % 3 yağlı kontrol grubu kefir örneklerinin viskozite değerlerini 36-57 cP arasında rapor etmiştir.

Aşçı-Arslan (2015), farklı üretim parametreleri kullanarak ürettiği kefir örneklerinin viskozite değerlerini depolamanın 1. gününde 46.0-194.4 mPa.s arasında, depolamanın 30. gününde 65.3-260.9 mPa.s arasında değiştiğini bulmuştur. Kullanılan starter kültür, inkübasyon sıcaklığı, sonlandırma pH'sı, ısıtma işlemi ve depolama zamanının örneklerin viskozite değeri üzerinde istatistiksel olarak önemli etkisi olduğu tespit edilmiştir. Starter kültür ile üretilen kefirlerin genel olarak kefir tanesiyle üretilen kefirlerden, inkübasyon sıcaklığı 25 °C olan kefirlerin inkübasyon sıcaklığı 20 °C olan kefiirlere göre, pH sonlandırma değeri 4.4 olan kefirlerin pH sonlandırma değeri 4.8 olan kefiirlere göre, ısıtma işlemi 90 °C 10 dk olan kefirlerin ısıtma işlemi 90 °C 5 dk olan kefiirlere göre ortalama viskozite değeri daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresinin örneklerin viskozite değerini arttırdığı gözlemlenmiştir. Çalışmada, kefir örneklerinin mezür yöntemiyle serum ayrılması değerleri depolamanın ilk günü % 39.8'e kadar, depolamanın son günü ise % 60'a kadar çıktığı ve örneklerin serum ayrılması üzerinde ısıtma işlemi hariç diğer parametrelerin etkisinin önemli olduğu belirlenmiştir.

Kaptan vd. (1990), farklı inkübasyon sıcaklığının kefirin bazı özellikleri üzerine etkisini araştırdıkları çalışmalarında, inkübasyon sıcaklığının viskozite ve serum ayrılması üzerinde istatistiksel olarak önemli bir etkisi olmadığını bulmuşlardır. İnkübasyon sonrası süzme yöntemiyle serum ayrılması değerlerini 9.50-9.75 mL/25 g arasında, viskozite değerlerini de 200-325 cP arasında kaydetmişlerdir.

Karaçalı (2017) tarafından yapılan bir çalışmada, inek sütünden DC1 kültürüyle üretilen kefir örneklerinin 28 günlük depolanmaları sırasında viskozite değerleri 833.6-961.5 cP arasında ve santrifüj yöntemiyle serum ayrılması değerleri % 59.0-62.6 arasında bulunmuştur. Depolama süresinin kefirin viskozite ve serum

ayrılmasını etkilemediği rapor edilmiştir. Ayrıca inek sütüne % 15 oranında soya sütü ilavesinin viskoziteyi arttırdığı ve serum ayrılmasını azalttığı tespit edilmiştir.

Bensmira ve Jiang (2012); yer fıstığı ve yağsız sütün farklı oranları (100:0, 90:10, 80:20, 70:30 ve 60:40) kullanılarak, farklı inkübasyon süresi (18, 22, 26, 30 saat) ve sıcaklığında (20, 24, 28 ve 32 °C) üretilen kefir örneklerinin bazı reolojik özelliklerini incelemişlerdir. Çalışmada, fermantasyon süresinin artmasıyla kefirde EPS miktarının arttığı ve bu nedenle kefirin su tutma kapasitesinin de arttığı gözlemlenmiştir. Ayrıca fermantasyon süresinin uzamasıyla pH değerinin düştüğü, pH değerindeki azalmanın serum ayrılmasına karşı kazein partiküllerinin direncini arttırdığı rapor edilmiştir. İlaveten, fermantasyon sıcaklığının artması su tutma kapasitesinin düşmesine neden olduğu ve serum ayrılmasını da arttırdığı kaydedilmiştir. Diğer yandan % 100 yer fıstığından hazırlanan kefirin su tutma kapasitesinin daha yüksek olduğu bulunmuştur. Araştırmacılar bu sonucu yüksek yağ ve protein içeriğine bağlamışlardır.

2.9 Kefirin Biyokimyasal Özellikleri

Laktik asit bakterileri, gelişme ve çoğalabilmeleri için farklı amino asitlerin de içinde olduğu birçok besin ögesine ihtiyaç duymaktadırlar. Süt sadece iz miktarda serbest amino aside sahiptir. Dolayısıyla laktik asit bakterileri yeterli miktarda amino asit elde edebilmek için proteolitik sistemlere muhtaçtır (Grønnevik vd., 2011). Kefirde, bazı laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve mayaların salgıladıkları proteolitik enzimlerle proteinler, peptonlara, peptitlere ve serbest amino asitlere kadar parçalanırlar. Proteinlerin pepton ve amino asitlere parçalanması sınırlı ölçüde olup, yavaş proteoliz olmaktadır (Tomar, 2015). Kefirde proteolitik aktivite, laktokokların varlığından dolayı meydana gelmektedir (Ahmed vd., 2013). Aynı süttten yapılan kefir ve yoğurtun proteoliz derecesine bakıldığında protein hidroliz derecesi en yüksek olan ürünün kefir olduğu bildirilmiştir (Wszolek vd., 2006).

Proteolitik aktivitenin direkt bir ölçümü olan tirozin miktarının belirlenmesi, spektrofotometrik bir ölçüm olup süt proteinlerinin proteolizi sonucu açığa çıkan α -amino gruplarını tespit etmektedir. Fermente süt ürünlerinin tirozin içeriğindeki artış depolama süresine, kültür tipine ve protein yapısına bağlıdır. Fermente süt ürünlerinin tirozin içeriği 0.5 mg/mL değerine ulaşırsa acılık meydana gelmektedir (Kesenkaş vd.,

2011b). Bakteri türü ve suşu, pH değeri ve depolama süresi proteoliz üzerine etkili faktörlerdendir (Yıldız, 2009). Serbest amino asitler alkollere, aldehitlere, uçucu asitlere, esterlere ve sülfür içeren bileşiklere dönüşmektedir (Wszolek vd., 2006).

Yıldız (2009), farklı yağ oranlarına sahip kefir sütlerinden 5 farklı starter kültürün yardımıyla kefir üretmiş ve bazı özelliklerini incelemiştir. Elde edilen kefirlerde depolama sırasında oluşan tirozin miktarları 0.305-0.657 mg/5 g arasında bulunmuştur. Çalışmada, kefir örneklerinde tirozin içeriğinin 23 günlük depolama süresi boyunca arttığı gözlenmiş ve en yüksek tirozin içeriği probiyotik ve mezofilik kültür ilaveli kefirlerde bulunmuştur.

Alpkent ve Küçükçetin (2000), UHT süten kefir tanesiyle ürettikleri kefir örneklerini, 1, 5 ve 10 °C olmak üzere üç farklı sıcaklıkta 21 gün boyunca depolamışlardır. Depolama sırasında, kefir örneklerinin tirozin miktarı 0.18-0.65 mg/5 mL arasında değiştiği saptanmıştır.

Tomar (2015), farklı yağ oranlarına sahip (% 0.5, 1.5 ve 3) inek ve manda sütünden kefir tanesi ve kefir kültürü ile kefir üretip bazı özelliklerini incelemiştir. İnek ve manda sütünden elde edilen kefirlerin depolama sırasında tirozin içeriği sırasıyla 10.52-16.60 µg/g ve 4.86-10.14 µg/g arasında değişmiştir. Kefir tanesi ve kültürüyle üretilen % 3 yağlı kefirin 21 günlük depolama süresi boyunca tirozin miktarının sırasıyla 10.52-12.32 µg/g ve 12.48-14.68 µg/g arasında gerçekleştiği rapor edilmiştir. Çalışmada ayrıca, starter kültür ile üretilen örneklerin kefir tanesiyle üretilen örneklere göre daha fazla tirozin içeriğine sahip olduğu tespit edilmiştir. İlâveten, manda sütünden üretilen kefirlerin tirozin içeriği depolama süresince arttığı, inek sütünden üretilen kefirlerde ise tirozin içeriği depolamanın 14. gününe kadar artıp 21. gününde azaldığı tespit edilmiştir.

Dinkçi vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada; kefirlerin proteolitik aktivitesini OPA yöntemiyle (340 nm dalga boyunda absorbans ölçümü) belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, inek sütünden yapılan kefir örneklerinin proteolitik aktivitesi 21 günlük depolama süresi boyunca 0.427 ile 0.644 arasında değişmiştir. Depolama süresi arttıkça proteolitik aktivitenin arttığı tespit edilmiştir.

Aşcı-Arslan (2015), farklı üretim parametreleri kullanılarak ürettikleri kefir örneklerinin proteolitik aktivite değerlerinde depolama süresince artış olduğunu

saptamıştır. Araştırmacı, ayrıca starter kültür çeşidinin, inkübasyon sıcaklığının ve ısı işlem normunun proteolitik aktivite üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, ancak inkübasyon sonlandırma pH'sının örneklerin proteolitik aktivite değeri üzerinde etkisinin olmadığı bildirmiştir. Kefir örneklerinde 30 günlük depolama süresi boyunca proteolitik aktivite değerlerinin 0.16-0.38 (340 nm absorbans değeri) arasında değiştiği tespit edilmiştir.

Kesenkaş vd. (2011b) tarafından yapılan çalışmada, kefir örneklerinde tirozin içeriğinin 0.004-0.016 mg/g arasında değişim gösterdiği tespit edilmiştir. Depolama süresince analiz edilen 9 örneğin tirozin miktarının arttığı ve % 100 inek sütünden üretilen kefir tanesi ve kültürü ile üretilen kefirlerin tirozin içeriği sırasıyla 0.004-0.010 ve 0.003-0.009 mg/g arasında değişim gösterdiği ortaya konmuştur.

Fermente süt ürünlerinde tat ve koku üzerinde önemli bir etkiye sahip diğer bir bileşen grubu da serbest yağ asitleridir (Cais-Sokolińska vd., 2008). Süt ve süt ürünlerinde görülen lipoliz, süt yağının doğal ya da mikrobiyal kaynaklı enzimatik olarak hidrolizasyonu olup trigliseridlerin parçalanmasına ve serbest yağ asidi miktarının artmasına sebep olmaktadır (Atamer vd., 1985). Kefirde lipoliz nedeniyle oluşan serbest yağ asitleri, metil keton, alkol, lakton ve ester gibi bileşiklerin oluşumunda ön madde görevi görürler (Wszolek vd., 2006). Süt ve süt ürünlerinde bazen zayıf bir lipoliz belirgin tat oluşmasına neden olabilirken, bazen kuvvetli bir lipoliz meydana gelmesine rağmen belirgin bir tat oluşmamaktadır. Bu durum serbest hale geçen yağ asitlerinin bütirik, kaproik, kaprilik ve kaprik gibi kısa ve orta zincirli ama çok keskin, ransid tat ve arzu edilmeyen kokuya sahip olması ya da yüksek moleküllü ama tatça zayıf ve nötr olan yağ asitlerinin serbest hale geçmesiyle ilişkilidir. Sütte ve süt ürünlerinin birçoğunda serbest yağ asitlerinin oluşumu arzu edilmemektedir. Ürünlerde belirlenen serbest yağ asitleri sadece lipolizden kaynaklı olmayıp diğer süt bileşenlerinin parçalanmasıyla da açığa çıkmaktadır (Kılıç, 2014). Serbest yağ asitleri, amino asitlerin dekarboksilasyon, transaminasyon ve oksidatif deaminasyon yanı sıra laktozun dönüştürülmesi sırasında da oluşabilmektedir. Fermente sütler, fermantasyon öncesine göre 5 ile 10 kat daha fazla serbest yağ asidi içerebilmektedir (Cais-Sokolińska vd., 2008).

Lipolitik aktiviteyi ölçmek için birçok metot vardır. Süt ve süt ürünlerinde lipoliz derecesini belirlemek için çok yaygın ve basit bir yöntem olarak kullanılan

titrasyon yönteminde, üründen serbest yağ asidi ya da yağ ekstrakte edilmekte ve alkolde hazırlanan alkali çözeltisi ile titrasyon yapılmaktadır. Serbest yağ asidi miktarının belirlenmesinde kullanılan yöntemlerden biri üründen solvent ekstraksiyon metodu ile serbest yağ asidi değerini elde etmek olup birimi mmol/L ya da meq/L şeklinde ifade edilir. Diğeri ise ADV (acid degree value) olarak da bilinen yağ ekstraksiyon metodudur ve birimi de meq/100 g yağdır. Çiğ sütün lipoliz değerinin 0.25-0.40 meq/100 g arasında normal kabul edildiği ve bu değer 1.20 meq/100 g'ın üzerine çıkması halinde ransidite (acılık) hissedileceği ifade edilmiştir (Deeth, 2011; Kilcawley, 2010). Diğeri yöntemde eşik değerin 2 mmol/L yağ asidi olduğu beyan edilmektedir (Gök ve Garipoğlu, 2010).

Sütün işlenmesi sırasında mekanik, termal ve enzimatik işlemler gibi bazı işlemler serbest yağ asidi miktarının artmasını teşvik edebilmektedir. Mekanik işlemlere pompalama, karıştırma ve homojenizasyon; termal işlemlere, soğutma ve ısıtma; enzimatik işlemlere lipoliz örnek olarak verilebilir. Sütte serbest yağ asidinin birikmesi başlıca 3 kaynaktan ileri gelmektedir. Bunlar, doğrudan kandan süte geçen, meme bezlerinde süt salgı hücrelerinde esterleşmeyenler ve enzim etkisiyle serbest kalan yağ asitleridir (Nurliyani vd., 2015a).

Cais-Sokolińska vd. (2008) yaptıkları bir çalışmada; kefir örneklerinin 21 günlük depolama süresi boyunca serbest yağ asidi miktarlarında önemli artışlar tespit etmişlerdir. Wszolek vd. (2001), inek sütünden yapılan kefirlerde serbest yağ asidi miktarını 1.84 µg Eq/g ve keçi sütünden yapılan kefirlerde ise 1.76 µg Eq/g şeklinde bulmuştur. Ayrıca farklı türlerden elde edilen sütlerin kefirin serbest yağ asidi miktarı üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

2.10 Kefirin Mikrobiyolojik Özellikleri

Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde, kefirin ürün özellikleri olarak en az 10^7 kob/g toplam spesifik mikroorganizma ve en az 10^4 kob/g maya içermesi gerektiği belirtilmiştir.

Kesenkaş vd. (2011a), yaptıkları bir çalışmada, kefir yapımında kullandıkları kefir tanesi ve kefir kültürünün mikrobiyal popülasyonunu incelemişlerdir. Araştırmacılar, kefir tanesi ve kültüründe sırasıyla 10.30 ve 9.66 log kob/mL

laktobasil, 8.29 ve 8.29 log kob/mL laktokok, 6.12 ve 5.21 log kob/mL asetik asit bakterileri ve 5.18 ve 4.17 log kob/mL maya bulmuşlardır.

Aşcı-Arslan (2015), farklı üretim parametreleri ile ürettiği kefir örneklerinin buzdolabında 30 gün muhafazası sırasında toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısını 7.5-9.8 log kob/g, laktobasil sayısını 7.2-9.7 log kob/g, laktokok sayısını 7.4-9.8 log kob/g, asetik asit bakteri sayısını 7.2-9.8 log kob/g, lökonostok bakteri sayısını 6.9-9.8 log kob/g ve maya sayısını 1.3-7.0 log kob/g arasında bulmuştur. Araştırmacı, depolama süresinin kefir örneklerinin mikroorganizma grupları üzerinde etkisinin önemli olduğunu bildirmiştir. Ayrıca ticari kefir starter kültürüyle üretilen kefirlerin kefir tanesiyle üretilen örneklere göre TMAB, laktobasil, laktokok, asetik asit bakteri ve lökonostok sayılarının daha yüksek, maya sayısının ise daha düşük olduğu belirlenmiştir.

Grønnevik vd. (2011) yaptıkları bir çalışmada, fermantasyon sonrası örneklerin ortalama laktobasil ve laktokok sayısını 8 log kob/mL civarında tespit etmişlerdir. Depolamanın 4. haftasında örneklerin laktobasil ve laktokok sayısı fermantasyon sonrasına göre sırasıyla 2 ve 3 log birim olarak önemli bir şekilde azaldığı, 4. haftadan sonra ise önemli bir değişim olmadığı tespit edilmiştir. Lökonostok sayısı fermantasyon sonrası 7 log kob/mL, depolama sonrası ise 5.6 log kob/mL olarak belirlenmiştir. Kefirlerin maya sayısı fermantasyon sonrası 3.3 log kob/mL, depolamanın 3. haftasında 4 log kob/mL ve 8 haftalık depolama sonunda 5 log kob/mL değerine ulaştığı rapor edilmiştir.

Leite vd. (2013), yağsız UHT süte % 3 oranında kefir tanesi ilave edip 25 °C'de 24 saat fermente etmişler ve ürettikleri kefirleri 4 °C'de 28 gün boyunca depolamışlardır. Araştırmacılar, kefir örneklerinde, laktik asit bakteri sayısını fermantasyonun 18. saatinde yaklaşık 10 log birime ulaştığını ve depolama süresince 10 log civarında olduğunu kaydetmişlerdir. İlaveten, asetik asit bakteri sayısı fermantasyonun 24. saatinde 7.8 log birim ve depolama sonunda 7.2 log birim olarak kaydedilmiştir. Çalışmada maya sayısı fermantasyonun 12. saatinde 6 log'a ulaşmış ve depolama sonuna kadar 6 log civarında kalmıştır.

García Fontán vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tam yağlı inek sütüne ticari bir kefir kültürü ilave edilerek 168 saat boyunca inkübe edilmiştir.

Araştırmacılar kefir rneklerinin TMAB sayısını fermantasyonun ilk 24 saatinde yaklaşık 8 log civarında, 168. saate kadar sabit ve 168. saatte nispeten hafif artış gözlemlemişlerdir. Laktokok sayısının fermantasyonun 24. saatinde yaklaşık 8 log civarında olduğu ve 168. saattinde tamamen canlılıklarını yitirdikleri tespit edilmiştir. Lökonostok sayısının ise fermantasyonun 48. saatine kadar artış gösterdiği ve daha sonra ise sabit kaldığı gözlenmiştir. Öte yandan laktobasil sayısı fermantasyonun 24. saatinde 8 log'un altında gerçekleştiği, 168. saatte 8 log'un biraz üzerine çıktığı ifade edilmiştir. Çalışmada incelenen maya sayısı fermantasyonun 24. saatinde 1 log'un altında olduğu, 168. saatte 3 log civarına çıktığı rapor edilmiştir.

Şen (2015), 2 farklı tane kefir kaynağı ve 2 farklı starter kültür kullanarak kefir üretmiş ve 21 gün boyunca buzdolabı sıcaklığında depolayarak kefir örneklerinin bazı mikrobiyal özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı, depolama boyunca kefir tanesiyle ürettiği kefirlerin laktokok sayısının 8.19-8.99 log kob/mL, laktobasil sayısının 4.54-6.98 log kob/mL, maya sayısının 4.58-5.57 log kob/mL arasında değiştiğini; liyofilize kültürle ürettiği kefirlerin ise laktokok sayısının 1.62-8.62 log kob/mL, laktobasil sayısının 6.85-8.42 log kob/mL, maya sayısının 1.08-1.83 log kob/mL arasında değiştiğini saptamıştır.

Irigoyen vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, % 1 ve % 5 olmak üzere 2 farklı inokülasyon oranıyla tam yağlı UHT süttten kefir üretmiş ve 28 gün boyunca depolamışlardır. Araştırmacılar, çalışmada kefir örneklerinin laktobasil sayısını, depolama sırasında yaklaşık 8 log'dan 6-6.5 log'a düştüğünü ve laktokok sayısında da depolama sonunda yaklaşık 2-2.5 log'luk bir azalma olduğunu tespit etmişlerdir. Depolama sırasında kefir örneklerinin asetik asit bakteri sayısında ve % 5 tane kültürü ile inoküle edilen kefir örneklerinin maya sayısında depolama süresince önemli bir değişim olmadığını, % 1 tane kültür ile inoküle edilen kefir örneklerinde ise yaklaşık 1 log'luk azalma olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca, çalışmada % 1 kefir tanesi inoküle edilen kefir örneklerinin % 5 kefir tanesi ile inoküle edilen kefir örneklerine göre daha yüksek laktokok ve laktobasil sayısı, daha düşük maya ve asetik asit bakteri sayısı içerdiğini gözlemiştir.

Dinkçi vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, inek süttünden üretilen kefir örneklerinde 21 günlük depolama süresince örneklerin laktokok ve laktobasil sayısını 6 log, maya sayısını ise 5 log civarında belirlemişlerdir. Ayrıca depolama süresinin

inek sütünden üretilen kefir örneklerinin laktokok, laktobasil ve maya sayısı üzerinde etkili olmadığını rapor etmişlerdir.

Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) tarafından yapılan bir çalışmada, kefir örneklerinin laktobasil sayısını depolamanın 1. günü 9.1-9.4 log kob/mL ve 7. günü 9.7-9.9 log kob/mL, laktokok sayısını depolamanın 1. günü 9.3-9.8 log kob/mL ve 7. günü 9.5-9.9 log kob/mL ve maya sayısını depolamanın 1. günü 5.3-5.6 log kob/mL ve 7. günü 5.2-5.5 log kob/mL olarak tespit etmişlerdir.

Kaczyński vd. (2018), keçi sütünden ürettikleri kefir örneklerinin mezofilik laktik asit bakteri sayısını depolamanın ilk günü 6.60 log kob/mL, 2. haftası 6.40 log kob/mL ve 4. haftası 5.50 log kob/mL şeklinde kaydetmiştir. Maya sayısını ise depolamanın ilk günü 4.88 log kob/mL, 2. haftası 4.53 log kob/mL ve 4. haftası 3.90 log kob/mL olarak belirlemiştir.

Wszolek vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, Polonya ve İskoçya olmak üzere iki farklı bölgede inek, keçi ve koyun sütünden kefir tanesi ve iki farklı kefir kültürü olmak üzere üç farklı kültür ile kefir üretilmiş ve 12 gün buzdolabı sıcaklığında depolanmıştır. Çalışmada kefir üretiminde kullanılan kültür çeşidinin kefirlerin mikroflora sayısı üzerinde etkili olduğu bulunmuştur.

Şatır (2011) kefir tanesinden elde ettiği kefir ana kültürünü, starter kültür olarak kullandığı çalışmasında, 2 farklı ırk ve 2 farklı beslenmeye sahip keçilerden elde edilen keçi sütlerinden ve inek sütünden kefir üretilip bazı mikrobiyal özelliklerini incelemiştir. Elde edilen sonuçlara göre keçi kefirlerinin laktobasil sayısı 9.95-10.43 log kob/mL, laktokok sayısı 9.58-9.85 log kob/mL ve maya sayısı 5.31-5.63 log kob/mL arasında değişirken; inek sütünden yapılan kefirin laktobasil sayısı 9.40 log kob/mL, laktokok sayısı 8.94 log kob/mL ve maya sayısı 5.29 log kob/mL olarak bulunmuştur. Süt çeşidinin laktobasil ve laktokok sayısı üzerinde etkili olduğu ancak maya sayısında önemli bir etkiye sahip olmadığı tespit edilmiştir. İki farklı şekilde beslenen Saanen keçilerinin sütlerinden elde edilen kefirlerin laktobasil, laktokok ve maya sayısı arasında önemli bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Öner vd. (2010) tarafından inek, koyun ve keçi sütünden kefir tanesi ve ticari kefir kültürü kullanarak ürettikleri kefirlerde laktokok, laktobasil ve maya sayısının 15 günlük depolama süresince değişimi incelenmiştir. İnek sütünden kefir tanesi ile

üretilen kefirin depolamanın ilk ve son günü laktokok sayısı 8.18 ve 8.23 log kob/g, laktobasil sayısı 8.15 ve 8.51 log kob/g, maya sayısı 4.70 ve 5.34 log kob/g; ticari kültür ile üretilen kefirin depolamanın ilk ve son günü laktokok sayısı 7.27 ve 7.56 log kob/g, laktobasil sayısı 7.62 ve 7.53 log kob/g, maya sayısı 6.66 ve 6.37 log kob/g olarak bulunmuştur. Keçi sütünden kefir tanesi ile üretilen kefirin depolamanın ilk ve son günü laktokok sayısı 8.19 ve 6.04 log kob/g, laktobasil sayısı 8.09 ve 7.48 log kob/g, maya sayısı 4.85 ve 5.06 log kob/g; ticari kültür ile üretilen kefirin depolamanın ilk ve son günü laktokok sayısı 7.18 ve 8.27 log kob/g, laktobasil sayısı 7.75 ve 7.79 log kob/g, maya sayısı 6.40 ve 6.18 log kob/g olarak bulunmuştur.

Nurliyani vd. (2015a) yaptıkları bir çalışmada, keçi sütüne % 3 oranında kefir tanesi ilave etmiş ve oda sıcaklığında 18 saat fermente etmişlerdir. Örneklerde depolamanın 1. günü toplam bakteri sayısı 8.97 log kob/mL, toplam laktik asit bakteri sayısı 8.22 log kob/mL ve toplam maya sayısı 8.01 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Ankara'da marketlerde satılan kefir örneklerinin mikrobiyolojik özellikleri Dinç (2008) tarafından analiz edilmiştir. Marketlerde satılan 70 sade kefir örneğinin TMAB sayısının 6.14-9.80 log kob/mL, laktobasil sayısının 6.07-9.68 log kob/mL ve maya sayısının 2.30-5.62 log kob/mL arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Gul vd. (2015), kefir kültürü (DC1) ile inek sütünden ürettikleri kefirlerin 21 günlük depolama sonunda depolamanın ilk gününe göre laktobasil sayısında azalış, laktokok ve maya sayısında artış görmüşlerdir. Örneklerin lökonostok sayısı ise depolama sırasında yaklaşık 6 log civarında değişmiştir. Kefir örneklerinde depolamanın 1. günü maya sayısı 2.99 log kob/mL olarak belirlenmiş ve maya sayısının laktik asit bakterilerin ürettiği bazı asitlerden olumsuz etkilendiği bildirilmiştir.

Yapılan bir çalışmada kefirlerden dondurma üretimi gerçekleştirilmiştir (Al, 2018). Çalışmada, dondurma üretiminde kullanılan kefirin TMAB sayısı 9.34 log kob/g, laktobasil sayısı 9.33 log kob/g, laktokok sayısı 9.35, asetik asit bakteri sayısı 9.26 log kob/g, lökonostok sayısı 6.97 log kob/g ve maya sayısı 2.51 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Yıldız (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, % 3 yağlı süte % 5 oranında kefir tanesi ilave edilerek üretilen kefir örneklerinin 23 günlük depolama sırasındaki

TMAB sayısı 7.54-9.14 log kob/mL, laktokok sayısı 6.18-8.25 log kob/mL, laktobasil sayısı 6.76-7.76 log kob/mL, lökonostok sayısı 7.58-8.46 log kob/mL ve maya sayısı 7.36-8.42 log kob/mL arasında değiştiği rapor edilmiştir.

Davras (2018), kefir tanesi ve kefir starter kültürü ile ürettiği kefirlerin immünolojik özelliklerini incelemiştir. Bu çalışmada kefir tanesiyle üretilen kefirin laktobasil sayısı 10.54 log kob/mL, laktokok sayısı 10.62 log kob/mL ve maya sayısı 5.69 log kob/mL olarak bulunurken; kefir starter kültürü ile üretilen kefirin laktobasil sayısı 8.40 log kob/mL, laktokok sayısı 8.76 log kob/mL ve maya sayısı 2.50 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Temiz ve Kezer (2015) tarafından kefirde yağ ikame maddelerinin kullanılabilirliğini araştırdıkları çalışmada, kefirlerin retiminde DC1 ticari starter kültürü kullanılmıştır. Araştırmacılar, 28 günlük depolama sırasında, depolamanın ilk ve son günü kefirlerin ortalama laktokok sayısını 9.26 ve 8.09 log kob/mL, laktobasil sayısını 8.54 ve 8.09 log kob/mL, toplam bakteri sayısını 9.44 ve 8.10 log kob/mL, maya sayısını 2.90 ve 4.74 log kob/mL olarak belirlemişlerdir. Depolama süresinin kefir örneklerinin adı geçen mikroorganizma grubu sayıları üzerine etkisinin önemli olduğu belirtilmiştir.

Tomar (2015), % 3 yağlı süt ve kefir tanesiyle ürettiği kefir örneklerinde, 21 günlük depolamanın ilk ve son günü laktobasil sayısını 7.56 ve 7.32 log kob/mL, laktokok sayısını 7.62 ve 7.62 log kob/mL, lökonostok sayısını 4.68 ve 5.21 log kob/mL, maya sayısını 4.68 ve 5.14 log kob/mL bulurken; kefir kültürüyle üretilen kefirin laktobasil sayısını 8.04 ve 8.28 log kob/mL, laktokok sayısını 8.36 ve 8.43 log kob/mL, lökonostok sayısını 6.35 ve 6.16 log kob/mL, maya sayısını 2.13 ve 3.86 log kob/mL bulmuştur.

Karaçalı (2017) yaptığı bir çalışmada; inek sütüne % 0.25 oranında DC1 kültürü ilave ederek kefir üretmiştir. Kefir örneklerinde fermentasyon öncesi, fermentasyon sonrası ve depolamanın 28. günü sırasıyla TMAB sayısı 6.21, 9.01 ve 8.04 log kob/mL, laktobasil sayısı 5.84, 7.03 ve 7.43 log kob/mL, laktokok sayısı 6.16, 9.02 ve 7.78 log kob/mL ve maya sayısı 2.94, 3.08 ve 3.05 log kob/mL olarak tespit edilmiştir.

Kök-Taş vd. (2013) kefir tanesinden ve kefir ana kültüründen normal atmosfer ile % 10 CO₂ atmosferli ortamda kefir üretmiş ve 21 günlük depolama süresince kefirlerin mikrobiyal özelliklerini incelemişlerdir. Kefirlerin depolama sırasında laktobasil sayısı 8.03-9.31 log kob/mL, laktokok sayısı 8.04-9.38 log kob/mL ve maya sayısı 4.71-5.56 log kob/mL arasında bulunmuştur.

Çıray (2017), Mart-Haziran 2016 tarihleri arasında İstanbul'da piyasada satılan 45 adet sade, 35 adet meyveli ve 20 adet light ticari kefirlerin mikrobiyal kalitesini incelemiştir. Sade kefirlerin laktokok sayısı 7.53-9.95 log kob/mL, laktobasil sayısı 6.30-8.94 log kob/mL ve maya sayısı 2.32-5.40 log kob/mL arasında tespit edilmiştir. Ayrıca analiz edilen kefirlerin ortalama maya sayısı 4 log'un altında olduğu tespit edilmiştir.

Kesenkaş vd. (2011b) inek sütü, soya sütü ve her ikisinin farklı oranlardaki karışımından elde ettikleri sütlere, % 3 oranında kefir kültürü (Danisco-Biolacta) ya da kefir tanesi ilave ederek ürettikleri kefirlerin 28 günlük depolanması sırasında bazı özelliklerini incelemişlerdir. Kefirlerin laktobasil sayısı depolamanın ilk günü 5.3-5.7 log kob/mL arasında değişirken, depolama sonunda ise 5.0-5.4 log kob/mL arasında değiştiği rapor edilmiştir. Kefirlerin laktokok sayısı depolamanın ilk günü yaklaşık 10 log kob/mL civarındayken, depolamanın 14. gününden sonra ciddi bir azalma görüldüğü ve depolamanın son günü 5.0-6.5 log kob/mL arasında değiştiği bildirilmiştir. Kefirlerin maya sayısı depolamanın ilk günü 2-2.5 log kob/mL arasında tespit edilmiştir. Maya sayısı depolamanın 7. gününe kadar artış göstermiş ve depolama sonuna kadar (2.5-3.5 log kob/mL) önemli bir değişiklik olmadığı saptanmıştır. Kefir tanesiyle üretilen kefirlerin maya sayısı (~3.20 log kob/mL), kefir kültürüyle üretilen kefirin maya sayısından (~2.70 log kob/mL) daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

2.11 Kefirin Organik Asit İçerikleri

Fermantasyon sonunda kefirde birçok organik asit ve aroma maddesi oluşmaktadır. Organik asitler fermente süt ürünlerinin tat-aroma özellikleri için çok önemlidir. Organik asitler, ürünlerin duyuusal karakteristiklerini, yani tüketiciler tarafından kabul edilebilirliklerini etkilemektedir. Ayrıca organik asitler doğal koruyucu olarak bilinmektedirler (Güzel-Seydim vd., 2000b).

Organik asitler, biyokimyasal metabolik işlemler ve/veya bakteriyal metabolizma sonucu süt ürünlerinde oluşabilmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a). Laktik asit bakterilerinin karbonhidrat metabolizması homofermantatif ve heterofermantatif olarak ikiye ayrılmaktadır. Homofermantatif metabolik yolda, laktik asit bakterilerinin salgıladıkları laktaz (β -galaktosidaz) enzimi sayesinde laktoz, glikoz ve galaktoza indirgenmektedirler (Tomar, 2015). Oluşan glikoz, Embden-Meyerhoff-Parnas (EMP) metabolik yoluyla pirüvata metabolize olmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2000a). Pirüvat, birçok sentez ve parçalanma yollarının başlangıç maddesi olması sebebiyle oldukça önemli bir ara üründür. Laktat dehidrogenaz enziminin aracılığıyla pirüvat, laktik aside dönüşmektedir (Kılıç, 2014). Bu EMP metabolik yoluyla, 1 molekül glikozdan 2 mol laktik asit oluşmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2000a). Homofermantatif laktik asit bakterilerine, *Lactobacillus* türlerinden *Lb. delbrueckii* ssp. *bulgaricus*, *Lb. helveticus*, *Lb. kefiranofaciens*, *Lb. kefirgranum* ve *Lb. acidophilus*, *Lactococcus* türlerinden *Lc. lactis* ssp. *lactis* ve *Lc. lactis* ssp. *cremoris* ve *Str. thermophilus* örnek olarak verilebilir (Ratray ve O'Connell, 2011).

Heterofermantatif metabolik yolda ise laktozun parçalanmasıyla oluşan glikoz ve galaktozdan laktik asit, asetik asit, karbondioksit ve etil alkol gibi farklı son ürünler oluşmaktadır. Örneğin heterofermantatif laktobasil olan *Lb. brevis*'te asetil-P asetik asitte çevrilirken, *Ln. mesenteroides* ssp. *mesenteroides*'te etil alkole dönüştürülmektedir (Kılıç, 2014). Heterofermantatif bakteriler, homofermantatif bakterilere göre asetoin, diasetil, asetaldehit, aseton gibi tat ve aroma maddelerinin üretimi açısından çok daha fazla önemlidir (Tomar, 2015). Heterofermantatif laktik asit bakterilerine, *Lactobacillus* türlerinden *Lb. kefir*, *Lb. parakefir*, *Lb. fermentum*, ve *Lb. brevis* örnek olarak verilebilir. Heterofermantatif *Lactococcus* ve sitratı fermente eden bakterilere, *Lc. lactis*'in sitrat pozitif suşları, *Ln. mesenteroides* ssp. *cremoris*, *Ln. mesenteroides* ssp. *mesenteroides* örnek olarak verilebilir (Ratray ve O'Connell, 2011).

Sütün fermantasyonu sonucu oluşan ana metabolit olan laktik asit, ekşi ve ferahlatıcı tadın oluşmasına katkı sağlar (Cais-Sokolińska vd., 2008). Laktik asit, kefirin sevilerek tüketilmesi ve ferahlatıcı niteliği yanında antibakteriyel etkisiyle önemli bir görevi vardır (Kınık vd., 1998). Laktozun laktik asit bakterileri tarafından indirgenmesi sonucu D (-) ve L (+) laktik asit oluşmaktadır. Ancak kefirde baskın

olarak L (+) laktik asit bulunmaktadır (Tomar, 2015). Fermente sütlerde laktik asidin aşırı konsantrasyonu, ürünün hoş tadını bozmaktadır (Cais-Sokolińska vd., 2008).

Sitrik asidin sütteki miktarı az olsa da etkinliği fazla olan önemli bir organik asittir (Kılıç, 2014). İnek sütünde sitrik asit miktarının 900-2900 mg/L arasında değiştiği, ortalama miktarının ise 1700 mg/L olduğu bildirilmiştir. Keçi sütünde ise sitrik asit miktarı 400-1400 mg/L arasında değiştiği bildirilmiştir (Beresford, 2011). Laktik asit bakterileri, sütte bulunan sitrik asit ile yan ürün olan pirvatı kullanarak karbondioksit, asetaldehit, diasetil, asetoin, 2.3 bütandiol ve asetat oluşturabilirler (Beresford, 2011). Örneğin *Lc. lactis*'in sitrat pozitif suları tarafından sitratın kullanımıyla diasetil, asetaldehit, etanol ve asetat üretimiyle sonuçlanmaktadır. *Ln. mesenteroides* ssp. *cremoris* veya *Ln. mesenteroides* ssp. *mesenteroides* tarafından sitratın kullanımıyla diasetil, etanol, ve asetat üretilmektedir (Ratray ve O'Connell 2011). Karışık mezofilik starterin kullanıldığı fermente süt ürünlerinde sitratın % 90'dan fazlası hatta tamamı starter bakteriler tarafından metabolize edilebilmektedir (Beresford, 2011; Grnnevik vd., 2011). Ancak fermantasyonda termofilik laktik asit bakterilerinin kullanıldığı yoğurt gibi fermente süt ürünlerinde, sütteki sitratın tamamı değişime uğramadan fermente üründe kalabilmektedir (Beresford, 2011).

Asetik asit, sitrat metabolizmasının bir ara ürünüdür. Ayrıca etanolün oksidasyonu ile üretilmekte ve heterofermantatif laktik asit bakterileri ve asetik asit bakterileri tarafından kullanılan heterofermantatif laktoz fermantasyonunun diğer son ürünüdür. Bu bakteriler, asetaldehidi etanole dntrebilen bir enzim olan alkol dehidrogenaz aktivitesine sahiptir. Etanolün bir kısmı *Acetobacter* cinsine ait heterofermantatif bakteriler tarafından asetik aside dönüştürülebilmektedir (Grnnevik vd., 2011; Leite vd., 2013). Kefirde bulunan temel organik asitler laktik asit ve asetik asittir (Ratray ve O'Connell, 2011). Kefirde oluşan bu iki asit patojen bakterilere karşı antagonistik etkiye sahiptir (Kınık vd., 1998). Ticari kefirde, ticari yoğurtta bulunan asetik aside göre 9 kat fazla bulunduğu bildirilmiştir (Ahmed vd., 2013). Muir vd. (1999) ise satın aldıkları kefirlerde, yoğurtta nispeten 3-4 kat daha fazla asetik asit tespit etmişlerdir. Asetik asit bakterisi olan *Acetobacter aceti* ve *Acetobacter rasens* kefir tanelerinden izole edilmektedir. Ancak bazı ülkelerde bu türlerin varlığı arzu edilmemektedir (Ratray ve O'Connell, 2011).

Pirüvat, glikoliz olayında karbonhidratların, sitratların ve hatta bazı aminoasitlerin parçalanmasında ara ya da son ürün olduğu gibi, laktat, format, etanol, asetat, 2.3 bütandiol, CO₂, asetaldehit ve diasetil gibi birçok ürünün de ana kaynağı olması sebebiyle önemli bir maddedir. Laktik asit bakterilerinde pirüvatın aerob ve anaerob koşullarda farklı dönüşüm yolları söz konusudur (Kılıç, 2014).

Yapılan literatür çalışmalarında kefirin depolama sırasında organik asitlerden laktik, orotik, sitrik, pirüvik, asetik, ürik, propiyonik, süksinik, formik, bütirik, hippürik, oksalik ve malik asit değişimi incelenmiştir (Kınık vd., 1998; Muir vd., 1999; Güzel-Seydim vd., 2000b; Kezer, 2013; Leite vd., 2013; Türker vd., 2014; Gul vd., 2015).

Kınık vd. (1998) tarafından yapılan bir çalışmada, kefire işlenen inek sütünde pirüvik, laktik, orotik ve sitrik asit belirlenmiştir. Kefir sütüne kefir tanesinin ilavesinden sonra fermantasyonun 2. saatinde bu organik asitlere ilaveten süksinik, propiyonik ve ürik asit tespit edilmiştir. Tüm bu organik asitler fermantasyon sonunda kefir örneğinde de tespit edilmiştir.

Muir vd. (1999), Polonya'da satılan geleneksel ve ticari starter kültür ile üretilen 3 kefir örneğinin organik asit kompozisyonunu analiz etmişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, sırasıyla orotik asit 40 ve 65 µg/g, sitrik asit 275 ve 425 µg/g, pirüvik asit 47 ve 60 µg/g, laktik asit 9360 ve 7972 µg/g, ürik/formik asit 49 ve 50 µg/g, asetik asit 871 ve 704 µg/g ve propiyonik asit 160 ve 156 µg/g olarak bulunmuştur.

Güzel-Seydim vd. (2000a) tarafından yapılan bir çalışmada, 22 saatlik kefir fermantasyonu sırasında organik asit bileşenlerinin değişimi incelenmiştir. Bu çalışmada laktik asit miktarı fermantasyonun ilk 10 saatinde yavaşça artarken, fermantasyonun 10. saatinden sonra hızla yükselmiş ve fermantasyon sonunda 6400 µg/g laktik asit tespit edilmiştir. Fermantasyon sırasında pirüvik asit miktarında önemli bir artış söz konusuysen, sitrik asit miktarında ise önemli olmayan bir azalma saptanmıştır. Kefir sütünün sitrik asit içeriği fermantasyona başlamadan önce 1760 µg/g, fermantasyon sonunda ise 1440 µg/g olarak tespit edilmiştir. Pirüvik asit ilk kez fermantasyonun 5. saatinde tespit edilmiştir. Fermantasyon sonunda pirüvik asit miktarı 18 µg/g olarak tespit edilmiştir. Fermantasyon sırasında orotik asit ve ürik asit miktarı azalırken, hippürik asit miktarı fermantasyonun 15. saatinde tamamen

tükenmiştir. Kefirin fermantasyonu sırasında asetik, propiyonik ve bütirik asit tespit edilememiştir. Güzel-Seydim vd. (2000b), bu kefirlerin 21 gün boyunca buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında organik asit bileşenlerinin değişimini belirlemiştir. Depolama sırasında laktik, sitrik ve orotik asit miktarı artarken, pirüvik asit tükenmiş, asetik, propiyonik ve bütirik asit ise kefirde hiç tespit edilememiştir. Depolama sonunda 7739 µg/g laktik asit, 1863 µg/g sitrik asit ve 131 µg/g orotik asit tespit edilmiştir.

Gul vd. (2015), kefir tanesi ve kefir kültürü ile inek sütünden ürettikleri kefirlerin sırasıyla depolamanın ilk günü laktik asit içeriği yaklaşık 7906 ve 8619 µg/g olarak bulunmuş ve depolama sırasında önemli bir değişim gözlemlenmemiştir. Sitrik asit miktarı depolamanın ilk günü kefir tanesiyle üretilen kefirde 2453 µg/g, kefir starter kültürü ile üretilen kefirde 1147 µg/g olarak tespit edilmiş ve depolama sırasında önemli bir değişiklik olmadığı belirlenmiştir. Kefirlerin depolama süresince asetik asit miktarı 200-800 µg/g arasında değişmiştir. Depolama sırasında inek sütünden yapılan kefirlerin manda sütünden yapılan kefiirlere göre asetik asit miktarı daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca bu çalışmada kefir örneklerinde propiyonik ve bütirik asit tespit edilememiştir.

Beshkova vd. (2003), kendileri hazırladıkları starter kültürle ve kefir tanesiyle üretilen kefirin pirüvik asit ve sitrik asit miktarını belirlemişlerdir. Pirüvik asit fermantasyonun 7-10. saatinden sonra tespit edilmiştir. Starter kültürle ve kefir tanesiyle üretilen kefirin pirüvik asit miktarı sırasıyla fermantasyonun 16. (7.10 µg/g) ve 21. (11.05 µg/g) saatinde maksimum seviyeye ulaşmış ve bir süre sonra tamamen parçalanmıştır. Fermantasyon sırasında sitrat miktarında önemli bir değişiklik olmamıştır.

Cais-Sokolińska vd. (2015) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada, kontrol grubu ve ek besinle beslenen keçilerin sütlerinden üretilen kefirlerde laktik asit (7.09, 7.20 g/L) miktarındaki farklılığın önemli olmadığı tespit edilmiştir.

Ismail vd. (2011), farklı fermantasyon koşulları altında ürettikleri kefirlerde organik asit konsantrasyonu olarak en yüksek laktik asit (7.30 mg/mL), sonra asetik asit (6.50 mg/mL) ve en düşük malik asit (4.00 mg/mL) belirlemişlerdir. Ayrıca kefirlerde oksalik ve sitrik asit tespit edememişlerdir.

Kahraman (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, kefir örneklerinin depolama sırasındaki orotik asit miktarı 94.81-140.53 ppm, laktik asit miktarı 7826.25-10203.69 ppm, ürik asit miktarı 660.47-895.15 ppm ve asetik asit miktarı 357.11-564.22 ppm olarak bulunmuştur.

Kezer (2009) yaptığı bir çalışmada, inek ve keçi sütü karışımından (1:1) ürettiği kefirlerin asetik asit miktarını 0.19-0.27 mg/mL ve laktik asit miktarını 1.59-2.01 mg/mL arasında değiştiğini bulmuştur. Depolama sırasında asetik asit ve laktik asit miktarının inişli-çıkışlı bir seyir izlediğini bildirmiştir. Kefir örneklerinin laktik asit miktarı depolamanın 7. gününe kadar sabit kaldığı, 14. gününde azaldığı ve 28. gününe kadar arttığı bulunmuştur.

İnek sütüne (% 3 yağlı) kefir tanesi ilavesiyle üretilen kefir örneklerinin depolama sırasında laktik asit miktarı 2750-3020 µg/g, asetik asit miktarı 485-545 µg/g, propiyonik asit miktarı 13.54-44.12 µg/g, sitrik asit miktarı 1710-1810 µg/g arasında rapor edilmiştir. Kefir kültürüyle üretilen örneklerin laktik asit, asetik asit, propiyonik asit ve sitrik asit miktarları sırasıyla 3563-3913 µg/g, 735-790 µg/g, 21.42-51.41 µg/g ve 890-940 µg/g arasında bulunmuştur. Depolama süresince laktik asit ve propiyonik asit miktarının arttığı kaydedilmiştir. Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerin laktik asit, asetik asit ve propiyonik asit miktarı kefir tanesiyle üretilenlere göre daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Kefir tanesi kullanılarak üretilen kefirlerin sitrik asit miktarı starter kültür ile üretilenlere göre daha yüksek olduğu bulunmuştur. İnek sütünden elde edilen kefirlerin laktik asit, sitrik asit ve asetik asit miktarı manda sütünden elde edilenlere göre daha yüksek çıkmıştır. Manda sütünden elde edilen kefirlerin propiyonik asit miktarı inek sütünden elde edilenlere göre daha yüksek tespit edilmiştir (Tomar, 2015).

García Fontán vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tam yağlı inek sütüne ticari bir kefir kültürü ilave edilip 168 saat boyunca inkübe edilmiş ve D (-) ile L (+) laktik asit miktarı tespit edilmiştir. D (-) ile L (+) laktik asit miktarı sırasıyla fermantasyonun 24. saatinde % 0.11 ve % 0.76 (w/w), 48. saatinde % 0.38 ve % 0.54, 96. saatinde % 0.50 ve % 0.50, 168. saatinde % 0.57 ve % 0.55 olarak belirlenmiştir.

Grønnevik vd. (2011), Norveç'te beş ticari kefir örneğini üretildiği gün satın almışlar ve 8 hafta depolamışlardır. Yapılan analizlerde, asetik asit miktarı kefir

fermantasyonu sırasında 800 mg/kg seviyesine kadar artmış, ancak depolama sırasında asetik asit miktarında önemli bir değişiklik olmamıştır. Laktik asit miktarı fermentasyon sonrası yaklaşık 8 g/kg seviyesine ulaşmış, depolama sırasında sabit kalmıştır.

Leite vd. (2013), yağsız UHT süte % 3 oranında kefir tanesi ilave edip 25 °C'de 24 saat fermente etmişlerdir. Üretilen kefir örnekleri 4 °C'de 28 gün boyunca depolanmıştır. UHT sütte laktik asit, asetik asit ve bütirik asit tespit edilememiştir. UHT sütün propiyonik asit miktarı 0.42 mg/mL ve sitrik asit miktarı 4.29 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin fermentasyon sonrası laktik asit miktarı 7.38 mg/mL, asetik asit miktarı 0.93 mg/mL, bütirik asit miktarı 0.22 mg/mL, propiyonik asit miktarı 1.13 mg/mL ve sitrik asit miktarı 2.68 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Laktik ve asetik asit miktarı depolama sırasında önemli bir şekilde artmış ve depolama sonunda sırasıyla 9.54 ve 1.16 mg/mL seviyesine ulaşmıştır. Depolama sırasında sitrik asit miktarındaki değişimin önemli olmadığı ve depolama sonunda kefir örneklerinin sitrik asit miktarı 2.89 mg/mL olduğu belirlenmiştir. Süksinik ve formik asit ise tespit edilememiştir.

Muir vd. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada, geleneksel ve ticari kültür ile üretilen kefirlerin orotik, sitrik, pirüvik, laktik, ürik/formik, asetik ve propiyonik asit miktarları sırasıyla 40 ve 65 µg/g, 275 ve 425 µg/g, 47 ve 60 µg/g, 9360 ve 7972 µg/g, 49 ve 50 µg/g, 871 ve 704 µg/g, 160 ve 156 µg/g olarak bulunmuştur.

Kesenkaş vd. (2011b) yaptıkları bir çalışmada, 28 günlük depolama sırasında analiz edilen laktik, asetik, sitrik ve pirüvik asit miktarlarının değişkenlik gösterdiğini bildirmişlerdir. Yapılan başka bir çalışmada; kefirlerin 48 saatlik fermentasyon sonrası laktik asit miktarı yaklaşık 5 g/L, asetik asit miktarı ise 0.7 g/L olarak tespit edilmiştir (Magalhães vd., 2011). Affane vd. (2016) yapmış oldukları bir çalışmada, kefir örneklerinin asetik asit miktarını 892-4490 mg/L olarak bulmuşlardır.

Süte baklagil (bakla ve nohut) ve türevlerinin ilave edilerek yapılan bir çalışmada; kontrol grubu ile birlikte toplam 7 örnek oda sıcaklığında inkübe edilmiş ve 28 gün depolanmıştır. Kontrol grubu kefir örneklerinin depolama sırasında laktik, asetik, propiyonik ve bütirik asit miktarları sırasıyla 5.0-8.27 µmol/g, 0.60-1.83 µmol/g, 0.14-0.20 µmol/g ve 0.45-0.76 µmol/g arasında değişmiştir. Depolama

süresinin laktik ve asetik asit miktarı üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir. Laktik asit miktarı depolamanın 7. gününe, asetik asit miktarı ise depolamanın 14. gününe kadar arttığı, daha sonra depolama sonuna kadar azaldığı tespit edilmiştir (Saadi vd., 2017).

Türker vd. (2014), inek ve keçi sütü kullanarak kefir tanesiyle ürettikleri kefir örneklerinin organik asit profilini tespit etmişlerdir. Fermantasyon sonucu oksalik, asetik, sitrik ve süksinik asit miktarı inek sütü kefirinde daha yüksek bulunurken, malik ve laktik asit miktarı keçi sütü kefirinde daha yüksek bulunmuştur. İnek sütü kefirinde oksalik, malik, laktik, asetik, sitrik ve süksinik asit miktarları sırasıyla 169.15 mg/L, 145.65 mg/L, 12695.65 mg/L, 11848.55 mg/L, 762.24 mg/L ve 485.63 mg/L olarak tespit edilmiştir. Keçi sütünden elde edilen kefir örneklerinde aynı asitler sırasıyla 119.37 mg/L, 3082.93 mg/L, 17641.90 mg/L, 3831.64 mg/L, 25.44 mg/L ve 264.03 mg/L olarak bulunmuştur.

2.12 Kefirin Aroma Özellikleri

Fermente süt ürünlerinde mikroorganizmaların faaliyeti sonucunda tat-aromayı etkileyen birçok bileşen oluşmaktadır. Kefir için önemli olan tat-aroma bileşenleri asetaldehit, aseton, asetoin, bütanon, etanol ve diasetildir (Yıldız, 2009). Ayrıca fermantasyon sonunda CO₂ de meydana gelmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000b). Kefirde diasetilin asetaldehite oranının 3 olduğu zaman kefirin optimum aroma dengesine ulaşacağı bildirilmiştir (Muir vd., 1999).

Asetaldehit, karbonhidrat metabolizması sırasında pirüvatın doğrudan dekarboksilasyonu veya asetata dönüşümünden sonra veya amino asitlerin katabolizması yoluyla meydana gelebilmektedir (Yaygın ve Kılıç, 1993). Fermente içeceklerin ferahlatıcı tat ve kokusu asetaldehitten kaynaklanmaktadır. Eğer üründe yeterince asetaldehit miktarı oluşmazsa, ürün ağıza alındığında buruk diasetil tadı algılanır. Asetaldehitin aşırı miktarı ise genel olarak ‘çimen (grassy)’ kokusu olarak tanımlanan kusurların gelişmesiyle sonuçlanır (Ahmed vd., 2013). Asetaldehit, laktik asit bakterileri tarafından üretilen alkol dehidrogenaz enzimiyle etil alkole dönüşebilmektedir (Cais-Sokolińska vd., 2008).

Diasetil, uçucu bir bileşen olup ‘nutty (fındık veya ceviz tadı veren)’ lezzetinde bir özelliğe sahiptir. Diasetil miktarı sütteki sitrat ve Mn⁺² iyonlarının varlığına

bağlıdır (Cais-Sokolińska vd., 2008). Sitratın azalmasıyla eş zamanlı olarak asetat ile uçucu bileşiklerden diasetil ve asetoinin konsantrasyonunda artış görülmüştür (Grønnevik vd., 2011). Ancak, bazı araştırmalar diasetil üretiminin sadece sitrat metabolizması ile açıklanamayacağını, muhtemelen glikoz katabolizmasının da bir ürünü olabileceğini ifade etmişlerdir. Bu savı savunan Beshkova vd. (2003) de, yaptıkları bir çalışmada fermantasyon sırasında sitrat miktarının önemsiz ölçüde azaldığını, kefirdeki diasetilin glikoz katabolizmasında pirüvat oluşumuyla ilişkili olabileceğini bildirmişlerdir. Araştırmacılar, pirüvatın tercihen laktata dönüştüğünü, kalan pirüvatın asetaldehit ve diasetile dönüşebileceğini ya da pirüvat olarak da kalabileceğini bildirmişlerdir (Beshkova vd., 2003). Diasetil, α -asetolaktatın kimyasal oksidatif dekarboksilasyonu ile oluştuğu bildirilmiştir (Tamime vd., 2006). Fermente içeceklerde aşırı diasetil miktarı, ürünün tadını buruk ve keskin olmasına neden olmaktadır. Laktik asit bakterileri diasetil redüktaz isimli bir enzim üretirler ve bu enzim diasetili geri dönüşümsüz olarak asetoin ve 2.3-bütillenoglikole parçalamaktadır (Cais-Sokolińska vd., 2008).

Asetoin, kokusuz bir bileşik olup diasetil redüktaz tarafından katalizlenen geri dönüşümsüz reaksiyon ile diasetilden oluşmaktadır. Normal koşullarda asetoin içeriği diasetilden daha yüksektir. Diasetil ve asetoin üretiminde en önemli kaynak sitrat transformasyonudur. Ortamda sitrat bulunmadığında diasetil ve asetoin biyosentezi meydana gelmemektedir. Bazı koşullarda laktozun parçalanması da önemli bir kaynak oluşturabilmektedir. Hem sitrat hem de laktoz metabolizması sonucunda oluşan pirüvat, diasetil ve asetoin üretiminde anahtar bir bileşiktir. Ortamdaki pirüvat konsantrasyonundaki artış ile birlikte diasetil+asetoin üretiminde de artış görülmektedir (Köse ve Ocak, 2014). Sitratı kullanabilen heterofermantatif laktik asit bakterileri asetoin ve diasetil üretebilmektedir. Mayalar tarafından asetoin üretimi, asetaldehit ilavesiyle teşvik edilmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000a). Diasetil ve asetoin miktarındaki azalış daha ileri parçalanmadan kaynaklı olup, ileri aşamada 2.3-bütandiol oluşmaktadır (Grønnevik vd., 2011).

Kefirdeki alkol üretiminden öncelikli olarak mayalar sorumludur. Etanol ve CO₂ üretebilme yeteneği mayaların ortak bir özelliğidir (Güzel-Seydim vd., 2000a). Kefirden izole edilen mayalar laktozu fermente edebilen veya laktozu fermente edemeyen mayalar olarak sınıflandırılmaktadır (Kınık vd., 1998). Laktozu fermente

edebilen mayalar, laktozu laktik asidin yanı sıra etanol ve karbondioksit dönüştürürler. Başlıca laktozu fermente eden mayalara *Kluyveromyces marxianus*, *Kluyveromyces lactis* var. *lactis*, *Debaryomyces hansenii* ve *Dekkera anomala*; laktozu fermente edemeyen mayalara ise *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces pastorianus*, *Torulaspora delbrueckii*, *Pichia fermentans*, *Saccharomyces turicensis*, *Issatchenkia orientalis* ve *Debaryomyces occidentalis* örnek olarak verilebilir. *Lb. kefir* gibi bazı heterofermantatif laktobasiller de % 0.25'e kadar etanol ve CO₂ üretebilmektedirler (Rattray ve O'Connell, 2011). Etanolün kefire egzotik ferahlatıcı tat vererek aroma üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Ertekin, 2008). Literatürde kefir örneklerinin etil alkol içeriği % 0.035-2 arasında değiştiği ifade edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2010). Modern ticari kefir ürünlerinde alkol içeriği % 0.1 değerini nadiren aşmaktadır (Grønnevik vd., 2011). Kefirde arzu edilen karbondioksit konsantrasyonunun 1.98 g/L kadar olabileceği bildirilmiştir (Ahmed vd., 2013).

Beshkova vd. (2003), kendilerinin hazırladıkları starter kültürle ve kefir tanesiyle ürettikleri kefirlerin karbonil bileşiklerini karşılaştırdıkları çalışmada, starter kültürle hazırlanan kefirin asetaldehit, diasetil ve etanol miktarının daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Starter kültür ile üretilen kefirin depolamanın 1. ve 7. günü sırasıyla asetaldehit miktarı 18.10 ve 15.27 µg/g, diasetil miktarı 1.85 ve 1.40 µg/g, etanol miktarı 4006 ve 4010 µg/g olarak bulunurken; kefir tanesiyle üretilen kefirin asetaldehit miktarı 9.10 ve 5.60 µg/g, diasetil miktarı 1.08 ve 1.00 µg/g ve etanol miktarı 2998 ve 3100 µg/g olarak bulunmuştur. Kefirlerde asetoin tespit edilememiştir.

Güzel-Seydim vd. (2000a) tarafından yapılan bir çalışmada, 22 saatlik kefir fermantasyonu sırasında asetaldehit ilk kez fermantasyonun 10. saatinde tespit edilmiştir. Fermantasyonun sonunda asetaldehit konsantrasyonu 5 µg/g olarak rapor edilmiştir. Fermantasyonun 5. saatinden itibaren oluşmaya başlayan etil alkol, fermantasyon sonunda % 0.04 (v/v)'e kadar çıkmıştır. Asetoin ise fermantasyonun sonunda 25 µg/g olarak tespit edilmiştir. Ancak çalışmada, fermantasyon sırasında diasetil tespit edilememiştir. Güzel-Seydim vd. (2000b), bu kefir örneklerinin 21 gün boyunca buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında asetaldehit ve etil alkol miktarının arttığı, asetoin miktarının azaldığı ve diasetilin hiç tespit edilemediği rapor edilmiştir. Depolama sonunda asetaldehit 11 µg/g, etil alkol % 0.08 (v/v) ve asetoin 16 µg/g olarak kaydedilmiştir.

Ertekin (2008) tarafından yapılan bir çalışmada; yağsız süttten üretilen kefirin asetaldehit içeriği depolamanın 1. günü 5.84 mg/L, 7. günü 2.89 mg/L olarak bulunurken, depolama sonunda (21. gün) ise yaklaşık 2.0 mg/L olarak kaydedilmiştir. Yağlı süttten elde edilen kefirin asetaldehit değeri ise depolamanın 1. günü 5.19 mg/L olarak saptanmıştır. Asetaldehit değeri depolama sırasında artmış ve depolama sonunda yaklaşık 9.0 mg/L'ye ulaşmıştır. Yağsız ve yağlı kefirin etanol içeriği sırasıyla depolamanın 1. günü 220 ve 160.24 µg/g, depolama sonunda ise 923.83 ve 841 µg/g olarak bulunmuştur.

Grønnevik vd. (2011) yaptığı bir çalışmada; kefir örneklerinde depolamanın ilk 4 haftasında asetaldehit konsantrasyonu 2 mg/kg'ın altında, 8. haftasında ise 5 mg/kg'ın üzerinde bir değere ulaştığı rapor edilmiştir. Araştırmacılar, kefir aromasının optimum seviyeye ulaştığı diasetil-asetaldehit (3:1) oranını, sadece yeni fermente edilmiş (0. gün) bir kefir örneğinde bulmuşlardır. Depolama boyunca analiz edilen kefir örneklerinde diasetil-asetaldehit oranı, 0.7:1 ya da daha düşük diasetil seviyesi tespit edilmiştir. Diğer yandan, örneklerin 8 haftalık depolama sonunda etil alkol miktarı 890 mg/kg olarak bulunmuştur.

Cais-Sokolińska vd. (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, 2 farklı ticari kefir kültürüyle koyun sütünden üretilen kefir örneklerinin asetaldehit miktarı depolamanın 7. gününe kadar arttığı ve maksimum değere ulaştığı, daha sonra ise 21. gününe kadar azaldığı ve minimum seviyeye düştüğü tespit edilmiştir. Diasetil değeri, asetaldehitin tam tersi bir şekilde depolamanın 7. gününe kadar azaldığı ve minimum değerde tespit edildiği, daha sonra sürekli arttığı ve depolamanın 21. gününde maksimum değere ulaştığı belirlenmiştir.

Cais-Sokolińska vd. (2015) yaptıkları bir çalışmada, kontrol grubu ve ek yemle beslenen keçilerin sütlerinden üretilen kefirin diasetil (4.01, 4.64 µg/g) içeriği farklı bulunurken, asetaldehit (9.54, 9.77 µg/g) içeriği farklı bulunmamıştır.

Tomar (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, % 3 yağlı inek sütünden kefir tanesiyle üretilen örneklerde asetaldehit miktarı 7.17-12.33 µg/g, etanol miktarı 353.70-543.60 µg/g ve diasetil miktarı 3.84-6.57 µg/g arasında bulunmuştur. Diğer yandan, kefir kültürüyle üretilen kefir örneklerinde aynı bileşenlerin sırasıyla 4.88-8.47 µg/g, 81.12-361.14 µg/g ve 2.76-4.92 µg/g arasında olduğu rapor edilmiştir.

Araştırmacı, örneklerde etanol miktarının depolama boyunca arttığını, depolama süresinin asetaldehit, diasetil ve etanol üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu belirtmiştir. Çalışmada, asetaldehit, diasetil ve etanol miktarları starter kültürle retilenlerle kıyaslandığında kefir tanesiyle üretilen örneklerde ve inek sütünden üretilen örneklerle kıyaslandığında manda sütünden üretilen örneklerde daha yüksek bulunmuştur.

Wszolek vd. (2001), inek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin ortalama asetaldehit, diasetil ve etil alkol miktarını sırasıyla 0.96 ve 0.87 $\mu\text{g/g}$, 1.07 ve 0.78 $\mu\text{g/g}$, 4.22 ve 3.54 $\mu\text{g/g}$ olarak bulmuşlardır. Araştırmacılar, bu çalışmada süt çeşidinin asetaldehit üzerinde etkisinin olmadığını, etil alkol ve diasetil miktarı üzerinde ise etkili olduğunu beyan etmiştir. Ayrıca kefir üretiminde kullanılan kültür çeşidi ile depolama süresinin etil alkol ve asetaldehit üzerinde etkili olmadığı, ancak diasetil üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

ner vd. (2010) tarafından inek, koyun ve keçi sütünden kefir tanesi ve ticari kefir kültürü kullanarak üretilen kefir örneklerinin 15 günlük depolama sırasında etanol içerikleri belirlenmiştir. İnek ve keçi sütünden kefir tanesiyle üretilen örneklerin etanol içeriği sırasıyla 0.062-0.506 ve 0.039-0.128 mg/mL arasında; ticari kültür ile üretilen kefir örneklerinin etanol içeriği sırasıyla 1.210-2.080 ve 0.696-1.455 mg/mL arasında bulunmuştur. Çalışmada, kefir üretiminde kullanılan süt çeşidinin örneklerin etanol miktarı üzerine etkisinin olmadığı ifade edilmiştir. Ayrıca ticari kültür ile üretilen kefir örneklerinin etanol miktarı kefir tanesiyle üretilenlere göre oldukça yüksek olduğu rapor edilmiştir.

Kaptan vd. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, farklı sıcaklıklarda (20, 25 ve 30 $^{\circ}\text{C}$) 16 saat inkübe edilen kefir örneklerinin fermantasyon sonrası ve buzdolabı sıcaklığında 2 günlük depolanması sonrası asetaldehit miktarı tespit edilmiştir. Örneklerin asetaldehit miktarı; yukarıda belirtilen inkübasyon sıcaklık sırasıyla fermantasyon sonunda 1.92, 1.53 ve 1.81 ppm, depolama sonunda ise 2.47, 2.41 ve 2.25 ppm şeklinde kaydedilmiştir.

Yıldız (2009) yapmış olduğu bir çalışmada, asetaldehit miktarını yağsız sütten üretilen kefirlerde 6.60-9.09 ppm, yarım yağlı sütten üretilen kefirlerde 6.09-11.90 ppm ve yağlı sütten üretilen kefirlerde 5.28-7.95 ppm olarak tespit etmiştir. Kefir

örneklerinin etanol içeriği 609-3381 ppm arasında kaydedilmiştir. Örneklerin birçoğunda depolamanın ilk günü tespit edilen diasetil miktarı depolamanın ilerleyen günlerinde tespit edilememiştir. Kefir tanesiyle ve % 3 yağlı sütten üretilen kefir örneklerinde asetaldehit miktarı depolamanın 1. gününde 6.32 ve 23. gününde 7.06 ppm, etil alkol miktarı aynı günlerde sırasıyla 609 ve 1434 ppm olarak tespit edilmiştir. Ayrıca kefirin diasetil miktarı depolamanın 1. günü 7.42 ve 10. günü 10.93 ppm olarak tespit edilirken, depolamanın 16. ve 23. gününde ise diasetil hiç tespit edilememiştir.

Kök-Taş vd. (2013), kefir örneklerinin depolama esnasında etanol içeriğini 76.5-5147 mg/L arasında, asetaldehit içeriğini 3.8-23.6 mg/L arasında saptamışlardır. Araştırmacılar, depolama süresince kefir örneklerinin etanol ve asetaldehit miktarındaki artışı önemli bulmuşlardır. Affane vd. (2016) yapmış oldukları bir çalışmada, kefirlerin asetaldehit miktarını 7-45 mg/L arasında, diasetil miktarını 5.1-12.1 mg/L ve etanol miktarını 186-1774 mg/L arasında tespit etmişlerdir.

Kefirde istenilen lezzet dengesi için diasetilin asetaldehite oranı bazı kaynaklarda 3 ile 5 arasında olması gerektiği vurgulanmaktadır. Ancak kefir tanesiyle üretilen kefirlerde bu oran çok düşüktür. Literatürde genellikle bu oran 0 ile 2.57 arasında rapor edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2000b; Wszolek vd., 2001; Beshkova vd., 2003; Affane vd., 2016).

Starter kültür kullanılarak inek sütünden yapılmış kefir örneklerinde depolamanın ilk günü etil alkol tespit edilmemişken, depolama sonunda miktarın yaklaşık 30 mg/L'ye ulaştığı rapor edilmiştir. Kefir tanesiyle inek sütünden üretilen kefir örneklerinde ise depolamanın ilk günü yaklaşık 31.8 mg/L, depolama sonunda ise 42.2 mg/L etil alkol tespit edilmiştir (Gul vd., 2015).

Nurliyani vd. (2015a) tarafından yapılan bir çalışmada, keçi kefirinin etil alkol oranı depolamanın 1. günü % 0.24, 7. günü % 0.36 olarak bulunmuştur. Kezer (2013) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise kefirlerin etil alkol oranının % 0.04-0.23 arasında değiştiği ve depolama boyunca etil alkol miktarının arttığı tespit edilmiştir.

García Fontán vd. (2006) tarafından yapılan bir çalışmada, tam yağlı inek sütü ticari kefir kültürü ilave edilerek 168 saat boyunca inkübe edilmiş ve etanol oranı analiz edilmiştir. Etanol oranı fermantasyonun 24. saatinde % 0.005 (w/w), 48. saatinde % 0.008, 96. saatinde % 0.009 ve 168. saatinde % 0.018 olarak belirlenmiştir.

Leite vd. (2013), yağsız UHT süte % 3 oranında kefir tanesi ilave edip 25 °C’de 24 saat fermente etmiş ve fermantasyon sonrası kefirin etanol miktarını 0.32 mg/mL olarak tespit etmiştir. Kefir örneklerinin etanol miktarı depolamanın 7. gününe kadar arttığı, 14. gününde hafif azaldığı ve 28. gününde tekrar artış gösterdiği (1.36 mg/mL) tespit edilmiştir.

Purnomo ve Muslimin (2012) tarafından yapılan bir çalışmada, keçi sütüne % 3, % 5 ve % 7 oranında Endonezya kefir tanesi ilave edilerek üç farklı konsantrasyonda kefir örneği elde edilmiştir. Bu örneklerin herbiri 24 °C’de 18, 21 ve 24 saat inkübe edilmiştir. Kefirlerin etanol içeriği % 0.80-0.97 arasında değişmiştir. İlave edilen kefir tanesinin oranı arttıkça örneğin etanol miktarının arttığı bildirilmiştir. Ancak fermantasyon süresinin artmasıyla etanol miktarında düşüşler kaydedildiği bildirilmiştir.

Magalhães vd. (2011), tam yağlı inek sütünü, peyniraltı suyunu ve proteinden arındırılmış peyniraltı suyunu 25 °C’de 48 saat kefir tanesiyle fermente etmişler ve örneklerin etanol miktarını sırasıyla 8.7, 8.3 ve 7.8 g/L olarak tespit etmişlerdir.

Beshkova vd. (2002) yaptıkları bir çalışmada, iki tanesi saf kültür ve diğeri % 3 oranında kefir tanesi olmak üzere toplamda 3 farklı kefir kültürüyle çalışmışlardır. Araştırmacılar, saf kültür ile üretilen iki kefir örneğinin birinde laktik asit ve maya fermantasyonunu birlikte gerçekleştirmişlerdir. Diğer örnekte ise fermantasyon iki aşamada, yani laktik asit fermantasyonu sonucu kefirin pH değeri 4.7’ye ulaşınca maya fermantasyonu gerçekleştirilmiştir. Kefir tanesiyle üretilen kefirin etanol miktarı % 0.25 ve CO₂ miktarı 1.05 g/L, laktik ve maya fermantasyonun aynı anda yapılan kefirin etanol miktarı % 0.36 ve CO₂ miktarı 1.75 g/L, fermantasyonu iki aşamada tamamlanan kefirin etanol miktarı % 0.48 ve CO₂ miktarı 1.98 g/L olarak tespit edilmiştir.

Muhafaza koşulları kefirin aroma profilini etkilemektedir. Yüksek depolama sıcaklığında (48 °C) bekletilen kefirlerde etanol, asetaldehit ve aseton konsantrasyonunda azalma olduğu görülmüştür (Ahmed vd., 2013).

2.13 Süt ve Fermente Süt Ürünlerinin Dondurulması

Gıdaların dondurarak muhafaza edilmesi dünyanın birçok ülkesinde önemli bir endüstri haline gelmeye başlamıştır (Yıldız, 2015). Çünkü dondurma işlemi basit bir proses olup, bazı durumlarda ürünün raf ömrünü yıllarca uzatabilmektedir (Nurliyani vd., 2015b). Ürünlerin dondurulmasıyla mikroorganizmaların gelişme hızında ve mikrobiyal aktiviteye bağlı bozulmalarda, enzimatik ve oksidatif reaksiyonlarda önemli azalmalar olmaktadır. Ayrıca sıcaklık düşürüldükçe ve daha fazla su molekülü katı faza dönüştürüldükçe, daha az su molekülü bozulma reaksiyonlarında kullanılabilir durumda kalmaktadır (Yıldız, 2015). Hızlı dondurma ile daha küçük buz kristalleri oluşmakta ve ürünün kalitesi daha iyi olmaktadır (Nurliyani vd., 2015b). Dondurma işlemi ve donmuş depolama koşulları ürün kalitesini etkilemektedir (Yıldız, 2015). Bazı emülsiyonlar dondurulup çözüldükten sonra stabil kalamamaktadırlar (Nurliyani vd., 2015b).

Süt ve süt ürünlerinin dondurarak muhafaza edilmesi üzerine ilk girişim 1930'lu yılların başlarında sütün dondurulmasıyla yapılmıştır. Ancak gerçek anlamda bu alanda çalışmalar II. Dünya Savaşı sırasında başlamıştır (Voutsinas vd., 1995). Dondurulmuş homojenize süt, II. Dünya Savaşı sırasında ABD gemi hastanelerinde hastalara taze süt sağlamak için kullanılmıştır (Sato ve Hashimoto, 1962). Daha sonra 1970'li yılların sonlarında Fransa'da bulunan süt ve peynir fabrikaları keçi sütünü konsantre edip dondurmuşlar ve elde edilen sonuçlardan memnun kalmışlardır. Sütleri çözüldürülüp su ile seyrelterek peynire işlemişlerdir (Voutsinas vd., 1995).

Araştırmacılar tarafından inek (Samuelsson vd., 1957; Koschak vd., 1981), keçi (Gomes vd., 1997; Nurliyani vd., 2015b; Yaman ve Coşkun, 2015; Kljajevic vd., 2016) ve koyun sütünün (Wendorff, 2001; Katsiari vd., 2002; Zhang vd., 2006) yanı sıra anne sütünün dondurulması (García-Lara vd., 2012), konsantre sütün (Voutsinas vd., 1995), peynirin (Tejada vd., 2002; Park vd., 2004a; Park ve Drake, 2005; Hekken vd., 2005; Park vd., 2006; Park, 2013), kremanın (Samuelsson vd., 1957) dondurulması üzerine çalışmalar yapılmıştır. Ayrıca dondurulup çözüldürülmüş süt ve konsantre sütün yoğurt (Voutsinas vd., 1996a; Wendorff, 2001; Katsiari vd., 2002) ve peynir (Voutsinas vd., 1995; Wendorff, 2001) gibi ürünlere işlenmesi ve peynir pıhtısının dondurulup çözüldürülmesiyle peynire işlenmesi (Picon vd., 2010) üzerine çalışmalar da vardır. Bunun yanı sıra normal dondurmaya alternatif olarak yoğurt

(Bezerra vd., 2015) ve kefirde (Demir, 2001; Al, 2018) dondurma yapımı ile ilgili çalışmalara da rastlanmıştır.

Kısrak sütü, günümüzde Batı Avrupa ülkelerinde taze veya dondurulmuş çiğ süt şeklinde 250 mL'lik paketlerde satılmaktadır. Dondurulmuş çiğ sütü, 4 °C'de çözündürüldükten sonra 72 °C'de 15 saniye ısıtıldıktan sonra tüketilmektedir. Dondurulmuş kısrak sütüne genellikle herhangi bir koruyucu madde ilave edilmemektedir (Salimei ve Park, 2017).

Van Den Berg (1961), sütün dondurulması üzerine yaptığı bir çalışmada, depolama sırasında sütlerin pH değişimini incelemiştir. Yavaş dondurma işlemi uygulanmış sütlerde pH değerinin 5.8'e kadar düştüğü, ancak hızlı dondurma uygulanmış sütlerin pH değerinde küçük değişimler gözlemlendiği bildirilmiştir. Benzer bir çalışmada, Kljajević vd. (2016) dondurdukları keçi sütünü -27 °C'de 60 gün muhafaza etmişlerdir. Depolama sırasında sütün pH değerinde bir azalma olduğu, ancak, sadece depolama sonundaki azalma önemli bulunmuştur. Gomes vd. (1997) tarafından pastörize keçi sütlerin 90 günlük dondurularak depolanması üzerine yapılan çalışmada, örneklerin pH değeri, serbest yağ asidi miktarı ve toplam bakteri sayısındaki değişimin önemli olmadığı, ancak titrasyon asitliğinde depolamanın son gününde bir azalma olduğu ve bu azalmanın önemli olduğu rapor edilmiştir.

Wendorff (2001), koyun sütünü -15 ve -27 °C olmak üzere iki farklı sıcaklıkta dondurmuş ve depolamanın 3., 6., 9. ve 12. aylarında analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, -15 °C'de depolanan sütlerin ADV değeri -27 °C'de depolanan sütlere göre daha yüksek bulunmuştur. Depolama boyunca ADV değerinde artış olmasına rağmen, örneklerde ransit bir aroma tespit edilememiştir. Hem toplam bakteri hem de koliform sayısı -15 °C'de depolanan sütlerde daha hızlı azalmıştır. Bu azalma depolamanın 6. ayına kadar önemli değilken 6. aydan 12. aya kadar önemli bulunmuştur. Ev tipi dondurucularda (-15 °C) dondurulmuş sütte oluşan daha büyük buz kristalleri, ticari dondurucularda (-27 °C) hızlı dondurma ile sütte oluşan daha küçük buz kristallerine göre bakterilerin ve süt yağı globüllerinin membranına daha fazla tahribata neden olduğu, bu nedenle ev tipi dondurucularda dondurulmuş sütlerde daha yüksek ADV değeri geliştiği bildirilmiştir. Ev tipi dondurucularda (-15 °C) dondurulmuş süt, çözündürüldükten sonra ambalajın tabanında protein sedimentleri oluşmasından dolayı protein kaybı olduğu, bu kaybın 6 aya kadar önemli olmasa da 6.

aydan sonra % 20 değerine çıktığı belirtilmiştir. Ancak ticari dondurucularda (-27 °C) dondurulmuş sütün çözündürülmesiyle depolamanın 12. ayına kadar iyi bir protein stabilitesi gösterdiği belirtilmiştir.

Katsiari vd. (2002) yapmış oldukları çalışmada, pastörize edip soğuttukları koyun sütünü önce -25 °C'de dondurmuşlar sonra -20 °C'de 6 ay depolamışlardır. Dondurarak depolama işleminin koyun sütünün pH ve titrasyon asitliğini etkilemediği bulunmuştur. Koyun sütünün ADV değeri dondurarak depolama sırasında (0. ayda 0.40; 6. ayda 0.54 meq KOH/100g yağ) arttığı, ancak bu artışın önemli olmadığı bulunmuştur. Ayrıca depolama süresince viskozite değerinin değişmediği saptanmıştır. Koyun sütünün dondurulması sonrası depolamanın 2. ayında toplam bakteri sayısında önemli azalma görülmüş, ancak 2. aydan sonraki azalış önemli bulunmamıştır. Bu çalışmada, taze ile dondurulmuş koyun sütünün fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve fiziksel stabilitesi arasında önemli farklılıklar olmadığı bildirilmiştir.

Yaman ve Coşkun (2015), 1 L hacmindeki ambalajda muhafaza ettikleri pastörize keçi sütünün -35 °C'de dondurarak -18 °C'de depolanması sırasında: pH ve titrasyon asitliği değerleri ile toplam bakteri sayısındaki değişmelerin önemsiz; viskozite ve ADV değerlerindeki değişmelerin önemli olduğunu bulmuşlardır. Sütün dondurulmasıyla katı bileşenlerinin ambalajın tabanında biriktiği belirlenmiştir. Bu çalışma sonunda pastörize keçi sütünün 9 aya kadar dondurarak depolanabileceği bildirilmiştir.

Keçi ve koyun sütü ve ürünleri endüstrisi, süt veriminin az olması ve mevsimsel üretim nedeniyle üretim hacmi açısından inek sütü ve ürünleri endüstrisiyle rekabet edememektedir (Moatsou ve Park, 2017; Wendorff ve Kalit, 2017). Ayrıca keçi ve koyun sütünün genellikle yılın belli aylarında süt üretimi hızlıca arttığı için sütlerin ürünlere işlenmesi ve piyasaya sunulmasında birtakım zorluklarla karşılaşmaktadır. Bu sebeple sütü daha sonra ürüne dönüştürebilmek için çeşitli yöntemler denenmektedir (Tejada vd., 2002). Bu yöntemlerden biri, keçi ve koyun sütünden yıl boyunca yoğurt üretimi yapabilmek için dondurulmuş süt kullanılmasıdır. Yapılan bir çalışmada, -12 °C'de dondurulup depolanan sütte, dondurarak depolama sırasında çözünür tuz ve protein kaybından dolayı tamponlama kapasitesinde azalma tespit edilmiştir. Ayrıca dondurulmuş sütün depolama süresi arttıkça bu süttten üretilen

yoğurtların pıhtı sıklığının azaldığı belirlenmiştir (Wendorff ve Kalit, 2017). Dondurulmuş bir üründe proteinler, su tutma ve bağlama özelliklerini kaybedebilmektedirler (Culbertson, 2006). Keçi ve koyun sütünü dondurarak muhafaza etmenin bir diğer yöntemi sütün çok olduğu dönemde ters ozmoz yöntemiyle konsantre edip daha sonra dondurarak depolamaktır. Bu işlem, sütün dondurma ve depolama maliyetini düşürmekte ve süt yetersizliğinde yoğurt üretmek için kullanılabilir. Konsantre ürünler, aromasında önemli bir değişim olmadan -20 °C’de dondurulup 8 aya kadar depolanabilmektedir. Peynir yapmak için dondurulacak konsantre süt için ultrafiltrasyon yöntemi tavsiye edilmektedir. Ultrafiltrasyonla elde edilen konsantratlar, -20 °C’de dondurarak depolamada 6 aya kadar iyi bir protein stabilitesi göstermektedir (Wendorff ve Kalit, 2017). Başka bir yöntem ise, sütün çok olduğu dönemlerde üretilen pıhtının ya da peynirin dondurulması ve dondurarak muhafaza edilmesidir. Dondurulmuş peynir yaygın bir endüstriyel uygulama olmasa da, keçi ve koyun süt endüstrisinin gelişmesi için istenebilmektedir (Park, 2013). Ayrıca dondurma işlemi, inek sütünden yapılan işlenmiş ya da sert peynirlerin aşırı olgunlaşmasını önlemek için kullanılmaktadır (Fontecha vd., 1993). Eğer dondurma işlemi buz kristalleri oluşumunu küçültmek için hızlıca yapılabilirse, peynirlerde küçük etkiler oluşacaktır (Van Hekken vd., 2005). Peyniri dondurmanın olumsuz etkilerinden biri tekstürdeki değişimdir. Bu değişim, buz kristallerinin oluşması ve protein yapısındaki değişikliklerin bir sonucudur. Polipeptit zincirlerindeki hidrojen bağlarının kırılması protein yapısını ve su tutma kapasitesini değiştirmektedir. Böyle değişimler dondurulup çözünmüş peynirlerde daha fazla proteolize neden olmaktadır. Bir diğer uygulama ise peynir pıhtısının dondurulmasıdır. Böylece süt miktarının fazla olduğu aylarda, keçi ve koyun sütü peynir pıhtısı formuna dönüştürülüp dondurarak yıl boyunca düzenli peynir üretebilmek mümkün olabilmektedir (Fontecha vd., 1993). Günümüzde İspanya ve İsrail, sırasıyla Fransa ve ABD’ye dondurulmuş keçi sütü pıhtısı ihracatı yapmaktadırlar (Moatsou ve Park, 2017).

İnek ve keçi sütünden başarılı bir şekilde dondurma üretilmektedir. Ayrıca dondurulmuş yoğurt ve kefir dondurması da üretilmektedir. Yoğurt dondurması için, inek ya da keçi sütü yoğurdu dondurma miksi (şeker, stabilizatör, su, emülsifiyer, istenirse aroma) ile karıştırılmaktadır. Homojenizasyon sonrası, bu karışım bir dondurma makinasında işlenmekte ve -20 °C’nin altında muhafaza edilmektedir.

Dondurulmuş yoğurt meyve ve/veya probiyotikler ile zenginleştirilebilir (Moatsou ve Park, 2017). Kefir dondurması da benzer şekilde yapılmaktadır (Demir, 2001).

Yukarıda çeşitli süt ve ürünlerinin dondurarak saklanması konusunda pek çok araştırmanın sonuçları paylaşılmıştır. Bu sonuçlardan anlaşılacağı üzere dondurma işlemi gıda sanayinde pek çok alanda ve özelde süt ve ürünlerinde pek çok uygulaması vardır. Bu da dondurarak muhafazada ihtiyaç duyulan bilgilerin açığa çıkarılmasında ve kullanım alanının yaygınlaştırılmasında önemini koruduğunun bir göstergesidir. Diğer yandan kefir üretimiyle ilgili çalışmaların süt çeşidi, starter kültür çeşidi, farklı fermantasyon sıcaklıkları ve süreleri ile farklı muhafaza süreleri dikkate alınarak yapıldığı görülmüştür. Kefirin fonksiyonel bir içecek olması, raf ömrünün nispeten kısa olması ve diğer fermente süt ürünlerine göre fiyatının yüksek olması onun daha uzun süre nasıl muhafaza edilebileceği konusunda bilim insanlarını araştırma yapmaya teşvik etmiştir. Ancak kefirin dondurarak saklanması üzerine pek çalışmaya rastlanmamıştır. Kefirin dondurulması üzerinde tek çalışma O'Brien vd. (2016) tarafından yapılmıştır. Araştırmacılar yaptıkları bu çalışmada kefirdeki probiyotik bakteri canlılığı üzerinde dondurarak depolamanın etkisine odaklanmışlardır. Çalışmada pastörize keçi sütünü kefir tanesi ve ticari starter kültür ile fermente edip, ürettikleri kefirleri -14 ± 6 °C dondurmuşlardır. Kefir örneklerinin 0. gününde (kontrol grubu, dondurulmamış örnek) ve dondurarak depolamanın 7., 14. ve 30. gününde laktobasil, laktokok ve maya sayısı analiz edilmiştir. Elde ettikleri sonuçlara göre; dondurarak depolama sırasında laktobasil, laktokok ve maya sayısında önemli bir azalma olduğu, ancak geleneksel yöntemle üretilen kefirin daha yüksek bakteri ve maya sayısına sahip olduğu bulunmuştur. Geleneksel ve ticari yöntem ile üretilen kefirlerin sırasıyla 0. gün (kontrol grubu) laktobasil sayısı 10.41 ve 9.15 log kob/mL, laktokok sayısı 9.32 ve 9.00 log kob/mL, maya sayısı 8.83 ve 7.20 log kob/mL iken; 30. gün (dondurarak depolamanın son günü) laktobasil sayısı 7.24 ve 6.33 log kob/mL, laktokok sayısı 6.24 ve 5.44 log kob/mL, maya sayısı 6.82 ve 4.38 log kob/mL olarak bulunmuştur.

Bu çalışmada; inek ve keçi sütü kullanarak ticari kefir mayası ile inkübe edilmiş kefir örnekleri öncelikle buzdolabı sıcaklığında 35 gün muhafaza edilmiş ve bu sürenin 1., 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde bazı kimyasal, biyokimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik, organik asit ve aroma profili ile duyuşal özellikleri analiz edilmiştir.

Yapılan bu analizler neticesinde en iyi depolama zamanı ortaya konmuştur. İkinci aşamada, yine aynı sütlerden aynı şartlarda kefir üretilerek ilk aşamada tespit edilen en ideal depolama zamanına kadar örnekler buzdolabında saklanmış ve bu süre sonunda kefir örnekleri -35 °C'de 24 saat dondurularak -18 °C'de 45 gün saklanmıştır. Bahsi geçen analizler donmuş ürünlerde 0., 15., 30. ve 45. günlerde yapılarak en uygun dondurularak depolama süresi tespit edilmiştir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1 Materyal

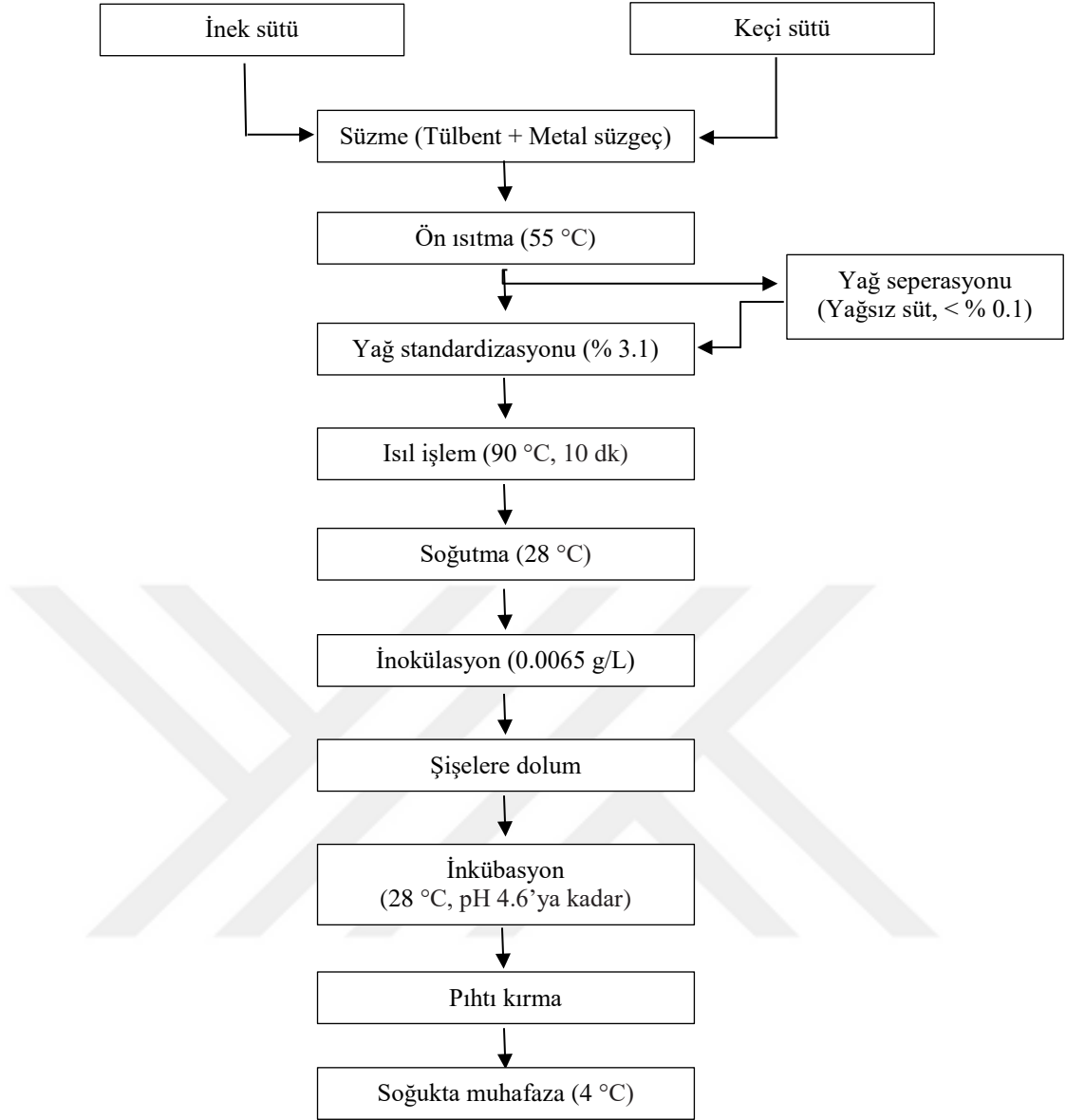
Kefir örneklerinin üretiminde kullanılan inek sütü Bolu İkizler Süt ve Süt Ürünleri Yem. Tem. Med. Nak. San. ve Tic. Ltd. Şti.'den, keçi sütü ise Bolu Çepni Mahallesi'ndeki bir çiftçiden çiğ süt olarak satın alınmıştır. Kefir üretiminde kullanılan ticari starter kültür (Danisco Biolacta DC1) ise Türker Endüstri Tek. Mak. ve Tic. Ltd. Şti.'den satın alınarak temin edilmiştir. Üretici firmaya göre bu ticari starter kültür, kefir taneleri mikroflorasını, kefir mayalarını ve *Lactococcus* spp., *Lactobacillus* spp., *Leuconostoc* spp. ve *Streptococcus thermophilus* gibi laktik asit bakterilerini içermektedir. Kefir örneklerinin muhafazası için yüksek yoğunluklu polietilen (High Density Polyethylene, HDPE) malzemedan yapılan şişeler Bolu Kalite Yem Sanayi A.Ş.'den temin edilmiştir. Kefirlerin üretimi, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Ar-Ge Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir.

3.2 Kefir Örneklerinin Üretimi

Kefir örneklerinin üretiminde inek ve keçi sütü kullanılmıştır. Bu amaç için temin edilen inek ve keçi sütleri, uygun koşullar altında üretimin gerçekleştirileceği laboratuvara farklı günlerde getirilmiştir. Sütler pastörizatöre aktarılırken, öncelikle süzme bezi ve çelik süzgeçten geçirilerek süzülmüştür (Şekil 3.1).

Çalışmada kullanılan inek ve keçi sütlerinin yağ oranları her defasında farklı olduğundan, sütün yağ içeriği nihai ürünün yağ oranı % 3.1 olacak şekilde standardize edilmiştir. Bunun için pastörizatöre aktarılmış çiğ süttten örnek alınmış ve yağ oranı belirlenmiştir. Daha sonra sütün sıcaklığı pastörizatörde 55 °C'ye getirilmiş ve belli bir kısmı seperatörden geçirilerek krema ve yağsız süte ayrılmıştır. Elde edilen yağsız süt, geriye kalan sütün yağ oranını % 3.1'e ayarlamak için kullanılmıştır.

Yağ oranının standardizasyonunun ardından inek ve keçi sütlerinden örnek alınarak bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, organik asit ve aroma bileşenleri bakımından analiz edilmiştir.



Şekil 3.1. Kefir üretimi akış şeması

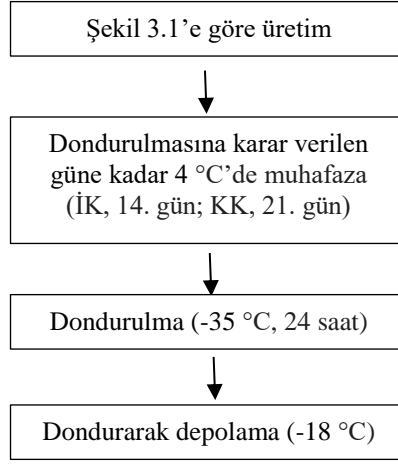
Kefire işlenecek sütler çift cidarlı pastörizatörde 90 °C’de 10 dakika süreyle ısıtılmıştır. Isıl işlem uygulanan sütlerin sıcaklığı aynı pastörizatörde soğutma suyu açılarak hızlı bir şekilde mayalama sıcaklığına (28 °C) kadar düşürülmüştür. Bu aşamada süte daha önceden temin edilen kefir starter kültürü (0.0065 g/L) ilave edilmiştir. Kefir starter kültürü inoküle edilen sütler, 1 L hacimli steril HDPE şişelere dolumu yapılmıştır. Şişeler 28 °C’deki inkübatöre yerleştirilerek, sütlerin pH’sı 4.6 oluncaya kadar inkübe edilmiştir. İnek sütünden yapılan kefirlerin fermantasyonu 12-16 saatte tamamlanırken, keçi sütünden yapılan kefirlerin fermantasyonu 11-13 saatte tamamlanmıştır.

İnkübasyon tamamlandıktan sonra, şişe içerisinde oluşan pıhtı çalkalamak suretiyle kırılmıştır. Pıhtısı kırılmış kefir örnekleri +4 °C'lık buzdolabında 35 gün muhafaza edilmiştir. İnek sütünden elde edilen kefir örnekleri İK şeklinde, keçi sütünden üretilen kefir örnekleri de KK şeklinde kodlanmıştır. Analizler, depolamanın 1., 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde yapılmıştır. Kefir örneklerinde kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal analizler ile organik asit içeriği ve aroma profili analizleri gerçekleştirilmiştir. İnek ve keçi sütü kullanılarak yapılan deneme üretimi tekerrürlü yapılmıştır.

Yapılan analizler ve duyuşsal değerlendirmeler neticesinde; inek sütünden yapılan kefir örnekleri için buzdolabında muhafaza süresinin 14. günü ve keçi sütünden yapılan kefir örnekleri için buzdolabında muhafaza süresinin 21. günü dondurmak için en uygun süre olarak belirlenmiştir.

Bu tespitten sonra, alınan yeni inek ve keçi sütlerinden tekrar kefir üretilmiştir. İnek sütünden üretilen yeni kefir örnekleri (İK) buzdolabında 14 gün bekletilmiş ve 14. günde örnekler dondurucuda (Haier, Çin) -35 °C'de 24 saat bekletilerek dondurulmuştur. Takiben, donmuş kefir örnekleri -18 °C'de 45 gün muhafaza edilmiştir. Daha önce belirtilen analizler buzdolabında muhafaza süresinin 1. ve 14. günü ile dondurarak muhafaza süresinin 0., 15., 30. ve 45. günlerinde yapılmıştır. İK örneklerinde buzdolabında muhafaza süresinin 14. gün yapılan analiz sonuçları, aynı zamanda dondurarak muhafaza süresinin başlangıç özellikleri (0. gün) olarak dikkate alınmıştır. Benzer işlemler keçi sütünden elde edilmiş kefirler (KK) için de tekrar edilmiştir. Ancak dondurma işlemi buzdolabında muhafaza süresinin 21. gününde gerçekleştirilmiştir. Buzdolabında saklanan örnekler için kullanılan kodlama, dondurarak muhafaza edilen örnekler için de kullanılmıştır (Şekil 3.2). Bu üretimler de tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Belirlenen analiz periyotlarından 24 saat önce, derin dondurucuda muhafaza edilen örnekler +4 °C'deki buzdolabında bekletilerek yavaş çözünme sağlanmış ve böylece örnekler analizlere hazırlanmıştır. Çözünme işlemi yapılan kefir örneklerinde buz parçaları kalmaması için ayrıca bir süre ılık suda bekletilmiştir.



Şekil 3.2. Dondurarak depolanan kefirlerin üretimine ait akış şeması

Hem buzdolabında hem de dondurucuda muhafaza edilen kefir örneklerinin analiz periyotlarında, her örnek için 2 tane 1 litrelik kefir şişesi harcanmıştır. Şişenin bir tanesi; mikrobiyolojik, kimyasal, biyokimyasal ve fiziksel analizler ile organik asit ve aroma profili analizleri için kullanılmıştır. Diğer şişe duyu analizler için kullanılmıştır. Tüm şişeler açılmadan önce çalkalamak suretiyle (şişenin 10 defa alt üst edilmesi suretiyle) iyice karıştırılarak homojen hale getirilmiştir.

3.3 Sütlerde ve Kefirlerde Yapılan Analizler

3.3.1 Kimyasal Analizler

3.3.1.1 Kurumadde Tayini

Standart gravimetrik yöntem ile tespit edilmiştir (Kurt vd., 1993). Boş metal kroze kapları, 105 ± 1 °C'ye ayarlanmış etüvde 60 dakika bekletilmiştir. Kuruyan metal kroze desikatöre alınmış ve oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Soğutulan metal kroze kaplarının ilk tartım işlemi yapıp daraları kaydedilmiştir. Kurutma kaplarına yaklaşık 3'er g süt ya da kefir örnekleri konularak tekrar tartım işlemi yapılmıştır. Daha sonra süt ya da kefir örnekleri 105 ± 1 °C'ye ayarlı etüvde (ST 120, Şimşek Labortechnik) yaklaşık 6 saat tutulmuştur. Kuruyan örnekler desikatöre alınmış ve desikatörde oda sıcaklığına gelinceye kadar soğutulmuş ve tartım işlemi yapılmıştır.

$$\text{Kurumadde (\%)} = [(G3 - G1) / (G2 - G1)] \times 100$$

G1= Boş metal krozenin kütlesi (dara), g

G2= Örnek ile birlikte kabın kütlesi, g

G3= Kurutulmuş örnek ile birlikte kabın kütlesi, g

3.3.1.2 Yağ Tayini

Van Gulik bütirometresi kullanılarak Gerber yöntemi ile tespit edilmiştir (Kurt vd., 1993). Analize başlamadan önce örnek sıcaklıkları 20 ± 2 °C'ye getirilmiştir. Süt bütirometreleri, ağızları yukarıya gelecek şekilde bütirometre stantlarına yerleştirilmiştir. Bütirometrelerin içine yoğunluğu 1.82 g/mL olan H₂SO₄'den 10 mL, sonra 20 °C'ye ayarlanmış süt ya da kefir örneğinden 11 mL ve son olarak da amil alkolden 1 mL aktarılmıştır. Bütirometrelerin ağızları iyice kurulanıp, kuru ve sağlam kauçuk tıkaçları ile sıkıca kapatılmıştır. Daha sonra bütirometreler yavaşça 10 kez alt-üst edilerek içindekilerin tamamen karışması sağlanmıştır. Bütirometreler karşılıklı olarak sıcaklığı 55 °C'deki santrifüje (Gerber Micro II) yerleştirilmiş ve 1100 rpm'de 5 dakika santrifüj edilmiştir. Örneklerin yağ içeriği bütirometre skalalarından okunup, okunan değer g yağ/100 mL süt ya da kefir olarak ifade edilmiştir.

3.3.1.3 Protein Tayini

Kjeldahl yöntemiyle belirlenmiştir (Kurt vd., 1993). Analize başlamadan önce örnek sıcaklıkları 20 ± 2 °C'ye getirilmiştir. Yakma tüpleri içerisine 3'er g süt ya da kefir örnekleri tartılıp, her tüp içerisine 2 adet Kjeldahl tableti (3.5 g K₂SO₄ ve 0.0035 Se) (Velp Scientifica, İtalya) konulmuş ve üzerine 13 mL derişik H₂SO₄ ilave edilip karıştırılmıştır. Tüpler yakma ünitesine (Velp Scientifica, İtalya) yerleştirilip sıcaklık 105 °C'de 10 dakika, 200 °C'de 10 dakika, 300 °C'de 10 dakika ve 400 °C'de 120 dakika olmak üzere kademeli olarak yükseltilmiştir. Örnekler bu sıcaklıkta berrak yeşil renk oluşuncaya kadar yakılmıştır. Yakma işleminden sonra oda sıcaklığına soğutulan Kjeldahl tüpleri teker teker sırayla distilasyon ünitesine (Velp Scientifica UDK 139, İtalya) yerleştirilmiştir. Distilasyon ünitesinde her örnek tüpü için ayrı olmak üzere distilatın toplanacağı tarafa, içine % 4'lük 25 mL borik asit çözeltisi ile 1 mL taşhiri indikatörü (0.2 g metil kırmızısı ile 0.1 g brom kresol yeşili tartılıp 100 mL balon jodede % 95'lik etil alkolde çözündürülerek hazırlanan çözelti) konulmuş 250 mL'lik erlen yerleştirilmiştir. Distilasyon cihazında gerekli programlama ayarları yapıp

distilasyon işlemi başlatılmıştır. Bu sırada cihaz, otomatik olarak 50 mL saf su ile 50 mL % 40'lık NaOH'i tüp içine pompalamıştır. Distilatın toplandığı erlen içindeki çözeltinin rengi distilasyon öncesi leylak rengindeyken, distilasyon sonrası yeşil renge dönmüştür. Toplanan distilat, faktörü bilinen 0.1 N HCl ile tekrar leylak rengi görülünceye kadar titre edilip harcanan miktar kaydedilmiş ve aşağıda verilen formülle hesaplanarak protein miktarları belirlenmiştir.

$$\text{Azot (\%)} = [(S - S_{\text{kör}}) \times F \times 0.0014 \times 100] / M$$

$$\text{Süt proteini (\%)} = \text{Azot (\%)} \times 6.38$$

S= Titrasyonda harcanan 0.1 N HCl hacmi (mL)

$S_{\text{kör}}$ = Kör deney, asıl deneyin yapıldığı şartlarda örneksiz yapılan bir deneydir. $S_{\text{kör}}$ de örneksiz yapılan deneyde titrasyonda harcanan 0.1 N HCl hacmi (mL)

F= HCl çözeltisinin faktörü

M= Örnek miktarı (g)

3.3.1.4 Titrasyon Asitliği Tayini

Titrimetrik yöntemle laktik asit cinsinden % olarak belirlenmiştir (Kurt vd., 1993). Baget ile karıştırarak homojenize edilmiş örnekten yaklaşık 15 g, 250 mL hacmindeki erlene tartılmıştır. Üzerine 1 mL etil alkolde hazırlanmış % 1'lik fenolftalein indikatörü ilave edildikten sonra 0.1 N NaOH (Merck, Almanya) çözeltisi ile kaybolmayan hafif pembe renk meydana gelinceye kadar titre edilmiştir. Harcanan alkali miktarından örneklerin % asitlik değeri hesaplanmıştır.

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

V= Harcanan 0.1 N NaOH hacmi (mL)

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

F= NaOH çözeltisinin faktörü

M=Titre edilen örnek miktarı (g)

3.3.1.5 pH Tayini

Üretimlerde kullanılan sütlerin ve kefir örneklerinin pH değerleri WTW 720 marka pH metre kullanılarak ölçülmüştür. pH metre cihazı her analiz öncesinde pH 4.01 ve pH 7.01 tampon çözeltileriyle kalibre edilmiştir.

3.3.2 Fiziksel Analizler

3.3.2.1 Viskozite Tayini

Sütlerin ve kefir örneklerinin viskozite değerleri viskozimetre cihazı (AND vibro viscometer SV-10, Japonya) kullanılarak 15 °C’de direkt ölçüm yapılmıştır. Cihazdan 2 dakika boyunca 15 saniyede bir olmak üzere toplam 9 (0., 15., 30., 45., 60., 75., 90., 105. ve 120. saniye) sonuç alınmıştır. Bu 9 sonucun ortalaması, o örneğin viskozite değeri olarak kabul edilmiştir. Sonuçlar mPa.s cinsinden ifade edilmiştir.

3.3.2.2 Serum Ayrılması

Kefir örneklerinin serum ayrılması Sodini vd. (2005)’nin bildirdiği yöntem modifiye edilerek belirlenmiştir. Buna göre 25’er g kefir örnekleri darası alınmış santrifüj tüpleri içerisine tartılıp, 4 °C’de 1250 g’de 10 dakika süreyle santrifüj (Sigma 2-16KC, Almanya) edilmiştir. Santrifüj sonrası üstte kalan serum kısımları döküldükten sonra, pelet tartılıp (son tartım) serum ayrılmasına ait değerler aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır.

$$\text{Serum ayrılması (\%)} = [(A + B - C) / \text{örnek miktarı} \times 100]$$

A= Santrifüj tüpünün darası (g)

B= Santrifüj tüpüne tartılan kefirin miktarı (g)

C= Santrifüj sonrası serumun döküldükten sonraki kalan dara ve pelet miktarı (g)

3.3.2.3 Renk Analizi

Sütlerin ve kefir örneklerinin renk tayini CIE (International Commission on Illumination) renk ölçüm sistemine göre Konica Minolta CR-400 (Osaka, Japonya) renk tayin cihazı ile yapılmıştır. Ölçümden önce cihaz, özel beyaz plakaya karşı kalibre edilmiştir. Bir miktar örnek cihazın özel cam örnek kabına konulmuş ve örneklerde L*, a* ve b* değerleri belirlenmiştir. Burada; L* değeri parlaklığı (0-siyah, 100-beyaz), a* değeri kırmızılığı (- yeşil, + kırmızı), b* değeri ise sarılığını (- mavi, + sarı) ifade etmektedir.

3.3.3 Biyokimyasal Analizler

3.3.3.1 Lipoliz Oranı (ADV)

Süt ve kefir örneklerinin lipoliz oranı, IDF (1991)'de bildirilen yöntem modifiye edilerek tespit edilmiştir. Homojen hale getirilmiş yaklaşık 25 g süt ve kefir örneği, özel yaptırılmış bütirometre içine yerleştirilmiştir. Örneğin üzerine 15 mL hazır (Ricca BDI reagent, ABD) ya da laboratuvarda hazırlanan BDI reagent (30 g Triton X-100 ve 70 g sodyum tetra fosfat'ın 1 litre distile sudaki solüsyonu) bütirometrelere ilave edilmiştir. Örnek ve BDI reagent alt-üst edilerek (10 defa) karışması sağlanmış ve yağın serbest kalması için bütirometreler kaynayan suyun içinde 20 dakika bekletilmiştir. Daha sonra sıcak haldeki karışım Gerber santrifüjünde (Gerber Micro II) 55 °C'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Örneklerin yağının bütirometrelerin boğaz kısmına gelmesini sağlamak amacıyla yeterince sulu metanol (eşit hacimlerdeki su ve metanol karışımı) ilave edilip, tekrar 55 °C'de 1 dakika santrifüj edilmiştir. Ayrılan yağ tabakası 2 ya da 5 mL'lik bir şırınga yardımıyla, darası alınmış 25 mL'lik bir erlenin içine aktarılmış ve yağ miktarı tartılmıştır. Üzerine yağın donmaması için 5 mL yağ solventi (bunun için 35 °C'de 4 kısım petrolüym eter, 1 kısım n-propanol ile karıştırılmış) ilave edilmiştir. Üzerine metil alkolde hazırlanmış % 1 fenolftaleinden 1 mL ilave edilmiş ve ilk soluk- donuk renk elde edilene kadar 0.01 N KOH ile titre edilmiştir. Titrasyon için 5 mL'lik mikrobüret kullanılmıştır. Ayrıca şahit numune için, boş erlenin içerisine 5 mL yağ solventi ve 1 mL fenolftalein ilave edilmiş ve titre edilmiştir. Lipoliz oranı, asitlik derecesi olarak (Acid Degree Value, ADV) aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanmıştır (Salji ve Kroger, 1981; Case ve ark., 1985).

$$ADV (\%) = [(A - B) \times C \times D \times 100] / M$$

A= Örnek için harcanan 0.01 N KOH hacmi (mL)

B= Şahit numune için harcanan 0.01 N KOH hacmi (mL)

C= KOH çözeltisinin normalitesi

D= KOH çözeltisinin faktörü

M=Titre edilen örnek miktarı (g)

3.3.3.2 Proteoliz Değeri (Tirozin Miktarı)

Hull (1947)'un bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Sütlerin tirozin miktarı tespitinde, 5 mL süt deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 1 mL saf su ilave edilmiştir.

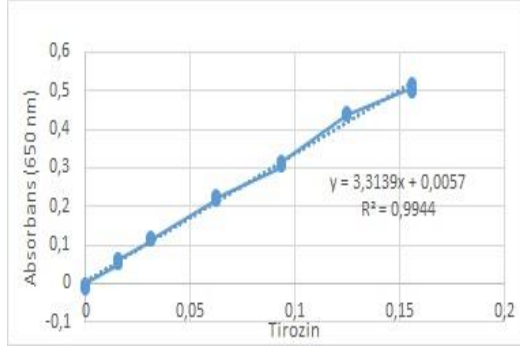
Kefirin tirozin miktarı tespitinde ise 1 g kefir deney tüpüne aktarılmış ve üzerine 4 mL saf su ilave edilmiştir. Örnek ve saf su vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Karışımın üzerine 10 mL 0.72 N trikloroasetik asit ilave edilip vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Vorteks sonrası karışım 10 dakika bekletilip filtre kağıdından (Whatman 42) süzölmüştür. Filtrattan 5 mL alınıp erlene aktarılmış ve üzerine 10 mL sodyum karbonat reaktifi (150 g susuz sodyum karbonat ve 20 g sodyum tetrafosfatın 1000 mL balon jodge saf suyla hazırlanan çözelti) ilave edilmiştir. Daha sonra 3 mL fenol reaktifi (Bir birim Folin-Ciocalteu's fenol reaktifi (Merck, Almanya) ile 2 birim suyun ilave edildiği çözelti) yavaş yavaş ilave edilmiştir. Fenol reaktifi ilave edilirken tüp sürekli vorteks yardımıyla karıştırılmıştır. Fenol reaktifi ilave edildikten sonra, çözeltide mavi renk oluşumu ve çözeltideki sodyum karbonat reaktifinden kaynaklı maddelerin dibeye çökmesi için, çözelti bir gece (yaklaşık 12 saat) buzdolabında bekletilmiştir. Oluşan mavi renk, spektrofotometre cihazında (UV 1700, Shimadzu, Japonya) 650 nm dalga boyunda okuma yapılmıştır. Örneklerin tirozin miktarı, mg tirozin/5 g örnek olarak hesaplanmıştır.

Standart tirozin kurvesinin konsantrasyonu en fazla 0.15 mg/5 mL suda olacak şekilde, şahit (tirozin ilave edilmemiş) ve 6 farklı tirozin (Sigma Aldrich, ABD) konsantrasyonuna göre çizilmiştir. Bunun için yoğunluğu 1 mg/mL olarak hazırlanan tirozin standardından farklı hacimlerde deney tüpüne konulup, toplam hacim 6 mL olacak şekilde suyla tamamlanmıştır. Süzme işlemi dışındaki yukarıda belirtilen tüm işlemler aynı şekilde yapılmıştır. Bu farklı konsantrasyondaki standart çözeltilerin her birinden dörder defa okuma yapılmış olup, Şekil 3.3'teki standart eğri çizilmiştir. Kalibrasyon eğrisinin regresyon katsayısı $R = 0.9944$ çıkmıştır. Analiz sonucunda elde edilen absorbans değeri, grafikten elde edilen denklemde yerine yazılıp, hazırlanan çözeltideki tirozin konsantrasyonu elde edilmiştir. Daha sonra 5 g örnekteki tirozin miktarı orantı ile tespit edilmiştir.

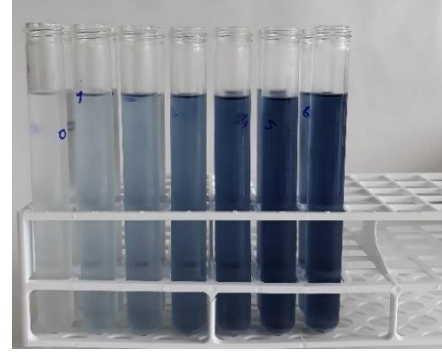
$$X = (Y - 0.0057) / 3.3139$$

X: Tirozin konsantrasyonu

Y: Absorbans değeri



a



b

Şekil 3.3. Tirozin standart eğrisi (a) ve tirozin standart konsantrasyonuna (b) göre renk değişimi

3.3.4 Mikrobiyolojik Analizler

3.3.4.1 Seri Dilüsyonların Hazırlanması

Petri kablarındaki besiyerlerine ekimler yapılmadan önce ¼ kuvvetinde ringer tabletiyle (Merck, Almanya) çözelti hazırlanıp, uygun desimal seri dilüsyonları elde edilmiştir (IDF, 2001).

3.3.4.2 Laktokokların Sayımı

Irigoyen vd. (2005)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Laktokokların sayımında M17 agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. M17 agar, kullanım talimatında belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Sayım, Petri kablarında (Isolab, Almanya) dökme kültür sayım yöntemi ile yapılmıştır. İnkübasyon, inkübatörde (Binder BD115, Almanya) mikroaerofilik ortamda 30 °C'de 48 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Mikroaerofilik ortam, 12 Petri kabı alabilen 2.5 L hacmindeki anaerobik özel plastik kavanoza (Millipore 116387, Merck, Almanya) Anaerocult C (Merck, Almanya) konularak sağlanmıştır.

3.3.4.3 Laktobasillerin Sayımı

Irigoyen vd. (2005)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Laktobasillerin sayımında De Man Rogasa Sharp (MRS) agar (Merck, Almanya) besiyeri kullanılmıştır. MRS agar, kullanım talimatında belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Sayım, Petri kablarında dökme kültür sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon

mikroaerofilik ortamda 30 °C'de 72 saat süreyle gerçekleştirilmiştir. Mikroaerofilik ortam, bölüm 3.3.4.2'de anlatıldığı gibi sağlanmıştır.

3.3.4.4 Lökönostokların Sayımı

García Fontán vd. (2006)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Lökönostokların sayımında Mayeux, Sandine and Elliker (MSE) agar besiyeri kullanılmıştır. MSE agarın bileşimi şu şekilde hazırlanmıştır: 10 g/L tripton (Sigma Aldrich, ABD), 2.5 g/L jelatin (Oxoid, Britanya), 5 g/L maya ekstraktı (Merck, Almanya), 100 g/L sakkaroz (Merck, Almanya), 5 g/L glukoz (Merck, Almanya), 1 g/L sodyum sitrat (Sigma Aldrich, ABD), 75 mg/L sodyum azid (Sigma Aldrich, ABD), 15 g/L agar (Sigma Aldrich, ABD). Tüm bileşenler ayrı ayrı tartılıp birleştirilmiş ve distile suda çözünmüştür. Karışım 121 °C'de 15 dakika otoklavlanmıştır. Sayım, Petri kablarda yayma kültür sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon soğutmali inkübatörde (Yamato IN602, Japonya) aerobik ortamda 25 °C'de 5 gün süreyle gerçekleştirilmiştir.

3.3.4.5 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayımı

Mainville vd. (2001)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayımında Plate Count Agar (PCA) (Merck, Almanya) kullanılmıştır. PCA, kullanım talimatında belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Sayım, Petri kablarda yayma kültür sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 30 °C'de 48 saat süreyle gerçekleştirilmiştir.

3.3.4.6 Asetik Asit Bakteri Sayımı

Witthuhn vd. (2005)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Asetik asit bakteri sayımında APM agar kullanılmıştır. APM agar hazırlanırken 15 g/L malt ekstraktı (Merck, Almanya), 5 g/L maya ekstraktı, 15 g/L agar tartılmış ve 940 mL distile su ile karıştırılmıştır. Karışım 121 °C'de 15 dakika otoklavlanmıştır. Daha sonra besiyeri döküm sıcaklığına geldiğinde 60 mL % 50'lik etanol çözeltisi steril membran filtreden geçirilerek besiyerine ilave edilmiştir. Sayım, Petri kablarda yayma kültür sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 25 °C'de 5 gün süreyle gerçekleştirilmiştir.

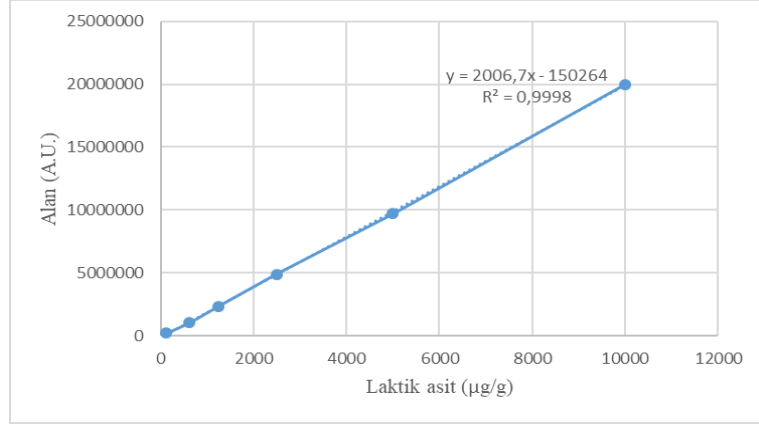
3.3.4.7 Maya Sayımı

Witthuhn vd. (2005)'nin bildirdiği yönteme göre yapılmıştır. Maya sayımında Yeast Extract Glucose Chloramphenicol (YGC) agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. YGC agar, kullanım talimatında belirtildiği şekilde hazırlanmıştır. Sayım, Petri kablarında yayma kültür sayım yöntemi ile yapılmış ve inkübasyon aerobik ortamda 25 °C'de 5 gün süreyle gerçekleştirilmiştir.

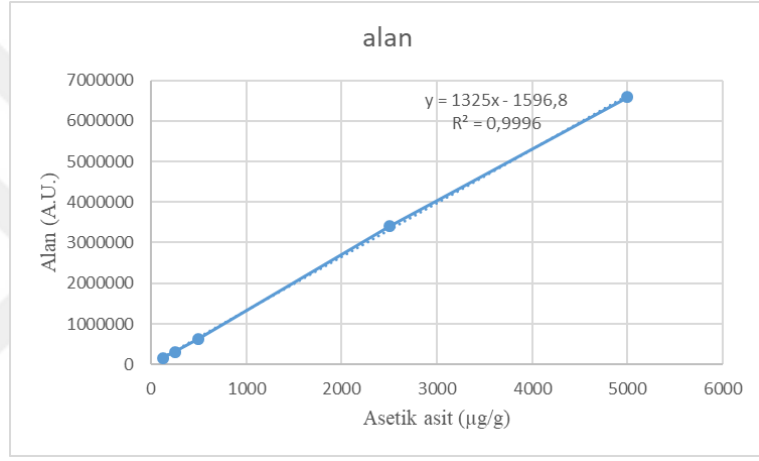
3.3.5 Organik Asitlerin Belirlenmesi

Süt ve kefir örneklerinde laktik asit, sitrik asit, asetik asit, pirüvik asit, orotik asit ve oksalik asit Güzel-Seydim vd. (2000a)'nin belirttiği yöntem modifiye edilerek HPLC (Perkin Elmer Flexar, ABD) ile yapılmıştır. Bunun için 4 g kefir örneğine 25 mL 0.01 N H₂SO₄ ilave edilmiş ve 1 dk süreyle vortekste karıştırılmıştır. Süt örneğinde ise 4 g süte 25 mL 0.013 N H₂SO₄ ilave edilmiş ve 1 dk süreyle vortekste karıştırılmıştır. Karışım, 4 °C'de 7000 g'de 7 dakika süresince santrifüj (Sigma 2-16KC, Almanya) edilmiştir. Süpernatant 0.45 µm por çapına sahip filtrelerden (Isolab, Pvdf) geçirilerek viallere konulmuştur. Organik asitler, kolon fırın sıcaklığı 50±1 °C olan C18 kolonuyla (Perkin Elmer, 5 µm, 250mm x 4.6mm i.d.) izokratik sistemde, PDA (fotodiyot dizileri dedektörü) kullanılarak 210 nm dalga boyunda ayrıştırılmıştır. Bu çalışmada mobil faz olarak 0.5 mL/dak akış hızında izokratik sistemde, pH değeri 2.5'e ayarlanmış 10 mM KH₂PO₄ kullanılmıştır. Her bir örnek için mobil faz 20 dakika akıtılmıştır. Organik asitlerin miktarı dış standart (laktik asit, pirüvik asit, orotik asit, oksalikasit, sitrik asit ve asetik asit; Sigma-Aldrich) yöntemi kullanılarak tespit edilmiştir.

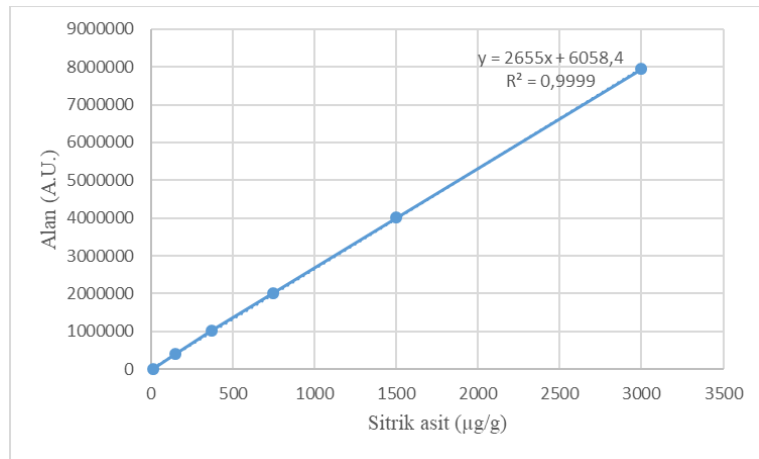
Organik asit çözeltileri ultra saf su ile hazırlanmıştır. Her bir organik asidin standart eğrisini çizebilmek için farklı konsantrasyonlardaki standart çözeltiler HPLC sistemine enjekte edilmiştir. Sonuçlar, Şekil 3.4-3.9 gösterildiği gibi elde edilen denkleme göre belirlenmiştir.



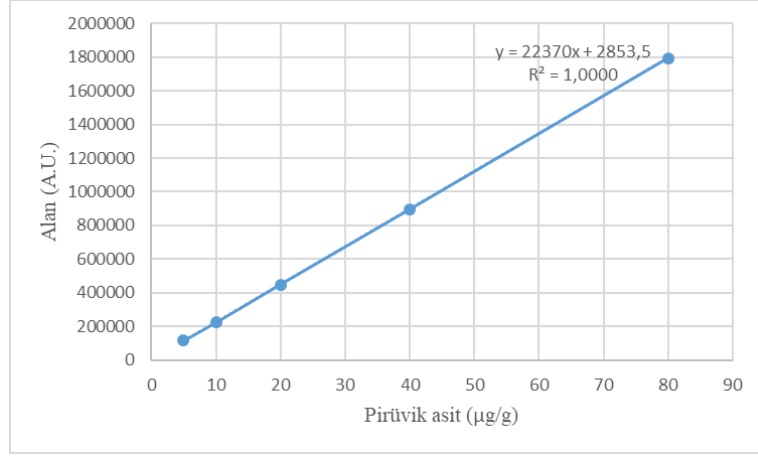
Şekil 3.4. Laktik asit standart eğrisi



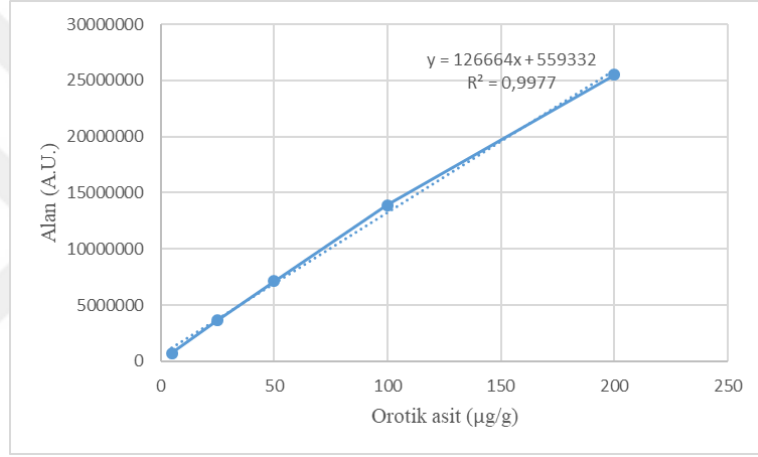
Şekil 3.5. Asetik asit standart eğrisi



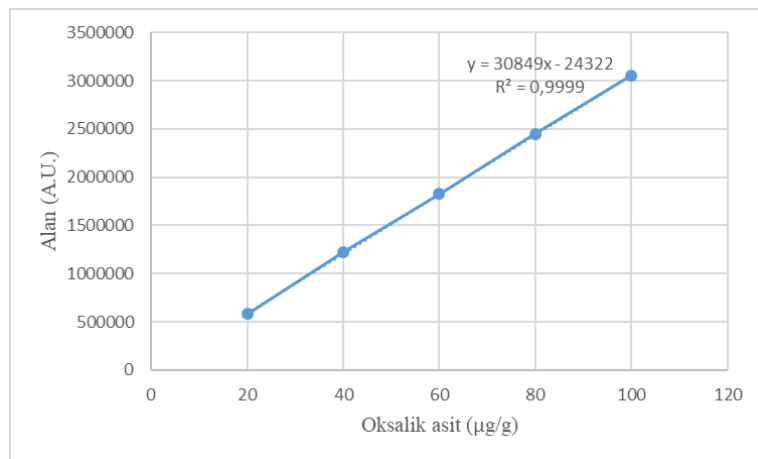
Şekil 3.6. Sitrik asit standart eğrisi



Şekil 3.7. Pirüvik asit standart eğrisi



Şekil 3.8. Orotik asit standart eğrisi



Şekil 3.9. Oksalik asit standart eğrisi

3.3.6 Aroma Bileşiklerinin Belirlenmesi

Kefir örneklerinde asetaldehit, diasetil, asetoin ve etanol bileşikleri SPME (katı faz mikroekstraksiyon) yöntemiyle FID (Flame Ionization Detector, Alev İyonizasyon Dedektörü)'ye sahip gaz kromatografisi (Shimadzu GC 2010) ile tespit edilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2000a). Analizler, Bolu Abant İzzet Baysal Üniversitesi Yenilikçi Gıdalar Araştırma ve Uygulama Merkezi'nden (YENİGİDAM) hizmet alımı yoluyla yapılmıştır. Kefir örneğinden 5 g alınıp 20 mL hacimli headspace viallerine aktarılmıştır. Hazırlanan vialler 85 °C'de 5 dk süresince kuru blok ısıtıcıda (Talboys, ABD) ısıtılmıştır. Isıtma süresi sonunda viallerin tepe boşluğunda toplanan uçucu bileşiklerin SPME Fiber yardımıyla (Supelco, 75 µm Carboxen/PDMS, 23Ga) ekstrakte edilmiş ve gaz kromatografisi cihazına manuel enjekte edilmiştir.

Kolon:

Kapılar kolon (Agilent, DB-23) kullanılmıştır.

Uzunluk: 60 m

İç çap: 0.25 mm

Film kalınlığı: 0.25 µm

Kolon akışı: 0.6 mL/dk

Taşıyıcı gaz: Helyum

Sıcaklık programı:

Kolon fırın sıcaklığı 40 °C'de 1 dakika tutulmuştur. Daha sonra kolon fırın sıcaklığı 250 °C'ye yükseltilmiştir. Bu sıcaklık artış süresi 35 dakika olup, bu sıcaklıkta 3 dakika daha bekletilmiştir.

Dedektör:

Alev İyonizasyon Dedektörü (FID)

Sıcaklık: 250 °C

H₂ akışı: 40 mL/dk

Hava akışı: 400 mL/dk

Makeup akışı: 30 mL/dk

Analiz edilen bileşiklerin farklı konsantrasyonlarda standart çözeltileri hazırlanmış ve örneklerde olduğu gibi bu çözeltilerden 5 g vialde tartılmıştır. Örnek ile aynı koşullarda ısıtılmış ve vialin tepe boşluğundaki hava gaz kromatografi cihazına enjekte edilmiştir. Her bir bileşik için ayrı ayrı kalibrasyon eğrileri çizilmiştir.

Asetaldehitin R² değeri 0.9922, diasetilin R² değeri 0.9940, asetoinin R² değeri 0.9926 ve etanolün R² değeri 0.9844 olarak bulunmuştur.

3.3.7 Duyusal Analizler

Örneklerin duyusal yönden değerlendirilmesi, Drake (2009)'in süt ürünleri için modern duyusal uygulama yöntemlerinden biri olan hedonik skala sistemi modifiye edilerek Çizelge 3.1'de gösterildiği gibi yapı, kıvam ve tekstür, tat ve koku ve genel beğeni olmak üzere üç ayrı kategoride 5 puan üzerinden yapılmıştır (1: Çok kötü, 2: Kötü, 3: Orta, 4: İyi, 5: Çok iyi).

Çizelge 3.1. Kefirlerin duyusal analizinde kullanılan form örneği

Duyusal Değerlendirme Formu		
Panelist:	Tarih:	
5: Çok iyi 4: İyi 3: Orta 2: Kötü 1: Çok kötü		
Örnek no:	Puan	Değerlendirme
Yapı, Kıvam ve Tekstür		
Tat ve Koku		
Genel Beğeni		

Duyusal analiz en az 11 panelist tarafından yapılmıştır. Panelistler, Gıda Mühendisliği alanında tecrübeli öğretim üyesi, araştırma görevlisi ve en az lisans mezunlarından oluşmuştur. Panelistlerin büyük bir çoğunluğu haftada en az bir kez kefir içen ve evde geleneksel yöntem ile kefir üretip tüketen kişiler arasından seçilmiştir. Ancak panelistlerin bir kısmı hiç keçi sütü ya da fermente keçi süt ürünü tüketmediğini bildirmiştir. Panelistler duyusal analizlere başlamadan önce eğitilmiştir. Bu amaçla duyusal analizlere katılan panel üyelerine öncelikle kefir hakkında kısa bilgi verilmiştir. Bu suretle formda yer alan özellikler hakkında farkındalık oluşturulmuştur. Ardından piyasadan temin edilen ve inek sütünden üretilen 4 farklı marka kefir ile keçi sütünden üretilen bir ticari marka kefir tattırılarak panel üyelerinin ürüne aşinalığı sağlanmıştır. Çalışmada üretilen örnekler, panelistlerin bu eğitim ve alıştırmalardan sonra, duyusal yönden analiz edilmiştir.

3.3.8 İstatistiksel Analizler

Çalışmada üretilen inek ve keçi sütü kefir örneklerine ait özellikler arasındaki farklılıkları ortaya koymak amacıyla; t-testi ve Mann Whitney U testi kullanılmıştır. Her bir gruptaki bağımlı değişken normal dağılım göstermişse t-testi, normal dağılım göstermemişse parametrik olmayan Mann Whitney U testi dikkate alınmıştır. Kefir örneklerinde depolama sırasında meydana gelen değişmeler Tek Yönlü ANOVA ve Tukey HSD testi ile analiz edilmiştir (Devore ve Peck, 1993). Araştırma iki tekerrürlü olarak gerçekleştirilmiş ve analizler paralelli olarak yapılmıştır. Elde edilen tüm verilerin istatistiksel analizleri SPSS ver. 20 (IBM) paket programı kullanılarak yapılmıştır.



4. BULGULAR VE TARTIŞMA

4.1 Kefir Örneklerinin Buzdolabı Sıcaklığında Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Değişmeler

4.1.1 Kefir Örnekleri Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimi

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve organik asit içerikleri Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örnekleri üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, organik asit içerikleri ($\bar{x}\pm SD$) (n=2)

Analizler	İnek Sütü	Keçi Sütü
Kurumadde (%)	11.04±0.013	11.09±0.013
Yağ (%)	3.00±0.000	3.06±0.053
Protein (%)	2.96±0.022	3.02±0.023
pH	6.60±0.021	6.64±0.039
Titration asitliği (% LA)	0.16±0.012	0.15±0.000
Viskozite (mPa.s)	2.032±0.011	2.064±0.016
Renk L*	79.378±0.124	79.727±0.008
Renk a*	-3.212±0.074	-3.121±0.011
Renk b*	5.482±0.025	5.911±0.048
Lipoliz (meq KOH/100 g yağ)	0.359±0.014	0.935±0.014
Tirozin (mg tirozin/5mL süt)	0.171±0.004	0.143±0.002
Laktik asit (µg/g)	715.284±34.183	1451.310±66.341
Asetik asit (µg/g)	38.096±7.740	1117.347±31.390
Sitrik asit (µg/g)	1175.774±39.826	433.217±0.059
Pirüvik asit (µg/g)	26.289±1.979	65.099±14.685
Orotik asit (µg/g)	24.976±1.954	0.000±0.000
Oksalik asit (µg/g)	61.604±0.453	57.928±0.018

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı

Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, inek ve keçi sütlerinin kurumadde, yağ ve protein değerleri birbirine yakın çıkmıştır. Keçi sütünde pH, viskozite ve lipoliz oranı daha yüksek bulunmuştur. Diğer yandan inek sütünde sitrik asit miktarı oldukça yüksek çıkarken, keçi sütünde orotik asit tespit edilememiştir. Her iki sütte asetaldehit, diasetil, asetoin ve etil alkol saptanmamıştır.

Kefir üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin kurumadde, yağ, protein (Metin, 2009; Amigo ve Fontecha, 2011), pH, titration asitliği, viskozite (Amigo ve Fontecha, 2011), renk değerleri (Yanmış ve Coşkun, 2018; Sarıca vd., 2019) literatürde verilen değerlerle uyumludur. İnek sütünün lipoliz değeri Park vd. (2007)

ve Kilcawley (2010) tarafından rapor edilen değerlere benzer çıkmıştır. Keçi sütünün lipoliz değerleri ise Park vd. (2007) ve Yaman ve Coşkun (2015) tarafından verilen değerlerden yüksektir.

4.1.2 Kefir Örneklerinin Kimyasal Özelliklerindeki Değişmeler

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Gerek bu çizelgede ve gerekse metin içerisindeki diğer tüm çizelgelerde, örnekler (İK ve KK) arasında farklılık olup olmadığı incelenen özellik itibarıyla genel ortalama değeri için üssel olarak büyük harflerle gösterilmiştir. Her bir örneğin depolama süresi boyunca herhangi bir özelliğindeki meydana gelen değişim, depolama zamanlarındaki ortalama değerleri için küçük harflerle üssel verilmiştir.

Çizelge 4.2. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefirlerin kimyasal özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Kimyasal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)				
		Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Asitlik (%)	pH
İK (n=2)	1	10.78 $\pm 0.006^{a*}$	3.10 $\pm 0.071^a$	3.10 $\pm 0.013^a$	0.87 $\pm 0.006^c$	4.31 $\pm 0.011^a$
	7	10.76 $\pm 0.041^a$	3.14 $\pm 0.159^a$	3.10 $\pm 0.020^a$	0.87 $\pm 0.006^{bc}$	4.27 $\pm 0.020^{ab}$
	14	10.73 $\pm 0.027^a$	3.09 $\pm 0.059^a$	3.09 $\pm 0.000^a$	0.90 $\pm 0.003^b$	4.26 $\pm 0.001^{bc}$
	21	10.73 $\pm 0.065^a$	3.12 $\pm 0.057^a$	3.06 $\pm 0.047^a$	0.94 $\pm 0.001^a$	4.27 $\pm 0.009^{ab}$
	28	10.74 $\pm 0.057^a$	2.94 $\pm 0.035^a$	3.07 $\pm 0.008^a$	0.94 $\pm 0.000^a$	4.23 $\pm 0.007^{bc}$
	35	10.72 $\pm 0.011^a$	3.01 $\pm 0.124^a$	3.06 $\pm 0.002^a$	0.95 $\pm 0.013^a$	4.21 $\pm 0.014^c$
İK Genel Ortalama (N=12)		10.74 $\pm 0.038^{B*}$	3.07 $\pm 0.100^A$	3.08 $\pm 0.026^A$	0.91 $\pm 0.034^A$	4.26 $\pm 0.033^B$
KK (n=2)	1	11.13 $\pm 0.029^a$	3.18 $\pm 0.035^a$	3.06 $\pm 0.003^c$	0.80 $\pm 0.003^b$	4.47 $\pm 0.002^a$
	7	11.14 $\pm 0.011^a$	3.15 $\pm 0.005^a$	3.10 $\pm 0.003^a$	0.82 $\pm 0.003^{ab}$	4.44 $\pm 0.009^{ab}$
	14	11.19 $\pm 0.062^a$	3.15 $\pm 0.071^a$	3.10 $\pm 0.009^a$	0.84 $\pm 0.017^a$	4.38 $\pm 0.014^c$
	21	11.15 $\pm 0.044^a$	3.13 $\pm 0.009^a$	3.10 $\pm 0.004^a$	0.84 $\pm 0.004^a$	4.40 $\pm 0.014^{bc}$
	28	11.09 $\pm 0.092^a$	3.13 $\pm 0.053^a$	3.09 $\pm 0.012^{ab}$	0.84 $\pm 0.003^a$	4.41 $\pm 0.007^{bc}$
	35	11.13 $\pm 0.008^a$	3.04 $\pm 0.018^a$	3.07 $\pm 0.002^{bc}$	0.82 $\pm 0.066^{ab}$	4.42 $\pm 0.012^{bc}$
KK Genel Ortalama (N=12)		11.14 $\pm 0.048^A$	3.13 $\pm 0.054^A$	3.09 $\pm 0.018^A$	0.82 $\pm 0.019^B$	4.42 $\pm 0.030^A$

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.1.2.1 Kurumadde

Çizelge 4.2 incelendiğinde, inek sütü ile yapılan kefir örneklerinin (İK) genel ortalama kurumadde değeri (% 10.74), keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin (KK) genel ortalama kurumadde değerinden (% 11.14) düşük çıkmıştır. Yapılan istatistiksel analizler neticesinde, her iki örneğin genel ortalama kurumadde değerleri arasındaki fark önemli (P<0.05) bulunmuştur. Genellikle keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin kurumadde değerlerinin inek sütünden üretilen kefir örneklerine göre daha yüksek olduğu bildirilmektedir (Öner vd., 2010; Şatır, 2011). Ancak aksini bildiren çalışmalar da mevcuttur (Güneşer ve Karagül-Yüceer, 2010). Ertekin ve Güzel-Seydim (2010), Öner vd. (2010), Kavas (2015), Şen (2015) ve Dinkçi vd. (2015) tarafından yapılan

çalışmalarda elde edilen kurumadde değerleri, İK ve KK örnekleri için elde edilen değerlere benzerdir. Kefirlerin kurumadde değerlerini başta süt olmak üzere sütün elde edildiği hayvanın ırkı, yaşı, sağlık durumu, psikolojik durumu, iklim koşulları, sağım zamanı ve şekli, yem ve bakım etkilemektedir (Metin, 2009).

Gerek İK ve gerekse KK örneklerinin buzdolabı sıcaklığında depolanması esnasında kurumadde değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, İK örneklerinin kurumadde değerleri % 10.72-10.78 arasında değişirken, KK örneklerinin kurumadde değerleri % 11.09-11.19 arasında değişmiştir. Her iki kefir örneğinin depolama süresi boyunca kurumadde değerlerindeki değişim önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) ile Tomar (2015) tarafından yapılan çalışmalarda benzer sonuçlar elde edilmiştir. Ancak depolama süresince kefirlerin kurumadde değerlerindeki değişimin önemli olduğunu bildiren çalışmalar da mevcuttur (Irigoyen vd., 2005; Öner vd., 2010).

4.1.2.2 Yağ

Buzdolabında depolama esnasında kefir örneklerinin ortalama yağ değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeden de anlaşılacağı üzere, İK ve KK örneklerinin genel ortalama yağ değerleri sırasıyla % 3.07 ve % 3.13 olarak tespit edilmiştir. Her iki kefir örneğinin genel ortalama yağ değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır. Bu durumun, her iki kefirin üretiminde kullanılan sütlerin yağ oranını standardize edilmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Depolama süresince kefir örneklerinin yağ oranı; İK örneklerinde % 2.94-3.14, KK örneklerinde ise % 3.04-3.18 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Hem İK hem de KK örneklerinin depolama süresince yağ değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemsizdir ($P>0.05$). Irigoyen vd. (2005) yaptıkları bir çalışmada, depolama süresince kefir örneklerindeki yağ değişiminin önemli olduğunu tespit etmişlerdir.

4.1.2.3 Protein

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere, İK ve KK örneklerinin genel ortalama protein değerleri (sırasıyla % 3.08 ve % 3.09) birbirine yakın çıkmıştır. Nitekim yapılan istatistiksel analizlerde her iki kefir örneğinin genel ortalama protein değerleri arasında fark ($P>0.05$) saptanmamıştır. Bu durum, kefir üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerin protein oranlarının birbirine yakın olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir (bkz. Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)’nde, kefirin ağırlıkça en az % 2.7 süt proteini içermesi gerektiği belirtilmiştir. Elde edilen değerler, ilgili kodekse uygundur. Örneklerin protein değerleri, Kavas (2015) ve Yıldız (2009) tarafından inek sütünden üretilen kefirlerin protein değerleriyle ve Kaczyński vd. (2018) tarafından keçi sütünden üretilen kefirin protein değeri ile uyumludur. Şatır (2011), inek ve keçi sütünden ürettiği kefirlerin protein değerlerini elde ettiğimiz değerlerden daha yüksek bulmuştur. Bunun nedeni, araştırmacının kefir üretiminde kullandığı sütlerin protein oranı, çalışmada kullandığımız sütlerin protein oranından yüksektir.

Hem inek hem de keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin depolama süresince ortalama protein değerleri % 3.06-3.10 arasında değişmiştir (Çizelge 4.2). Kefir örneklerinin protein değerlerindeki değişim, buzdolabı sıcaklığında muhafaza boyunca sadece KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunurken, İK örneklerinde önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince KK örneklerinde protein değerlerinin farklı çıkması varyasyondan kaynaklanmış olabilir. Benzer şekilde, Kök-Taş (2010) yaptığı çalışmada, depolama süresince protein değerindeki değişimin kefir tanesiyle üretilen kefir örneklerinde önemliyken, kefir tanesiyle elde edilen ana kültür ile üretilen kefir örneklerinde ise önemsiz olduğunu saptamıştır. Kezer (2009) da, DC1 kültürüyle ürettiği kefir örneklerinin depolama boyunca protein oranındaki değişimi önemli bulmuştur. Yıldız (2009) ise, üretmiş olduğu tüm kefir örneklerinin depolama sırasındaki protein oranlarındaki değişimin önemli olmadığını belirtmiştir.

4.1.2.4 Titrasyon Asitliği

Çalışmada üretilen, İK örneklerinin genel ortalama titrasyon asitliği değeri % 0.91, KK örneklerinin genel ortalama titrasyon asitliği değeri ise % 0.82 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Yapılan istatistiksel analize göre, İK ile KK örneklerinin

genel ortalama titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde kefirin en az % 0.6 laktik asit içermesi gerektiği belirtilmiştir. Örneklerin titrasyon asitliği değeri kodekste belirtilen sınırın üzerinde çıkmıştır. İK örneklerinin titrasyon asitliği değeri, Yıldız (2009), Aşcı-Arslan (2015) ve Dinkçi vd. (2015) tarafından yapılan çalışmadaki değerler ile uyumluymken; Ertekin ve Güzel-Seydim (2010), Tomar (2015) ve Gul vd. (2015) tarafından elde edilen değerlerden yüksek çıkmıştır. KK örneklerinin titrasyon asitliği değeri de literatür ile uyumludur (Kezer, 2009). KK örneklerinde asitliğin İK örneğine göre daha yavaş gelişmesinin sebebi, keçi sütünün protein olmayan azot içeriğinin dolayısıyla tamponlama kapasitesinin inek sütüne göre daha yüksek olmasıyla ilişkilidir (Tratnik vd., 2006). Süt çeşidinin titrasyon asitliği üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Kavas, 2015).

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen İK örneklerinin titrasyon asitliği değerleri depolama boyunca % 0.87-0.95 arasında değişmiştir. KK örneklerinde ise asitlik değerleri % 0.80-0.84 arasında değişim göstermiştir (Çizelge 4.2). Tukey çoklu karşılaştırma testi sonuçlarına göre, depolama boyunca değişim her iki örnekte önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Çizelge 4.2 incelendiğinde, İK örneklerinin titrasyon asitliği değeri depolama süresince yavaş yavaş artmıştır. Depolamanın 1. ile 14. ve 14. ile 21. günleri arasındaki değişim önemlidir ($P<0.05$). Ancak 21. gün ile 35. gün arasındaki İK örneklerinin titrasyon asitliğindeki değişim istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). KK örneklerinde ise, depolamanın 14. gününe kadar titrasyon asitliği artmıştır. Depolamanın 1. ile 14. günleri arasındaki bu değişim istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Ancak depolamanın 14. gününden sonraki KK örneklerinin titrasyon asitliğindeki değişim istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). Fakat KK örneklerinde, depolamanın son gününde titrasyon asitliği değerinin düşmesiyle, depolamanın ilk ve son günü titrasyon asitliği değerleri arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Kefirde laktik asit bakterileri, laktozun laktik aside dönüştürülmesinde sorumlu mikroorganizmalardır (Rattray ve O'Connell, 2011). Bundan dolayı depolama boyunca asitlik gelişimi devam etmektedir. Ayrıca, kefirin tadı son üründeki laktik asit içeriğine bağlı olup çoğunlukla % 0.80-0.90 civarındadır (Wszolek vd., 2006). Depolama süresinin kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerini etkilediği Cais-Sokolińska vd. (2008), Kezer, (2009), Aşcı-Arslan (2015) ve Nurliyani vd. (2015a) tarafından da rapor edilmiştir. Bazı araştırmacılar da,

yaptıkları çalışmalarda titrasyon asitliğinin depolama boyunca değişmediğini bildirmişlerdir (Tratnik vd., 2006; Grønnevik vd., 2011; Dinkçi vd., 2015; Gul vd., 2015).

4.1.2.5 pH

Kefir yapımında kullanılan sütlerin pH değerleri fermantasyon esnasında hızla düşüş göstermiş ve depolamanın ilk günü İK ve KK örnekleri için 4.31 ve 4.47 olarak gerçekleşmiştir (Çizelge 4.2). Kefir örneklerinin pH değerlerinde meydana gelen bu düşüş fermantasyon esnasında ortama ilave edilen laktik asit bakterilerinin laktozu parçalamasıyla ilişkilendirilmektedir (Rattray ve O'Connell, 2011). Birçok araştırmacı tarafından depolamanın 1. gününde ya da 1. haftasında kefir örneklerinde pH değerinin önemli bir şekilde azaldığı bildirilmiştir (Cais-Sokolińska vd., 2008; Öner vd., 2010; Grønnevik vd., 2011; Dinkçi vd., 2015).

İnek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında depolama sırasındaki genel ortalama pH değeri Çizelge 4.2'de verilmiştir. Çizelgeye bakıldığında, İK örneklerinin genel ortalama pH değerinin (4.26), KK örneklerinin genel ortalama pH değerine (4.42) göre daha düşük olduğu görülmektedir. İK ile KK örneklerinin genel ortalama pH değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). İK örneklerinin pH değeri Yıldız (2009), Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) ile Tonguç (2012) tarafından tespit edilen değerlerle benzerlik gösterirken, Aşçı-Arslan (2015) ve Kavas (2015)'in belirlediği değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. KK örneklerinin pH değeri ise Öner vd. (2010), Şimşek vd. (2017) ve Kaczyński vd. (2018)'nin belirlediği değerler ile benzerlik gösterirken, Nurliyani vd. (2015a)'nin belirlediği değerlerden düşük olduğu tespit edilmiştir. Süt çeşidinin, kefirin pH değeri üzerinde etkili olduğu ifade edilmektedir (Öner vd., 2010; Kavas, 2015). Bu durum, titrasyon asitliğinde olduğu gibi keçi sütünün tamponlama kapasitesinin yüksek olmasıyla ilişkilidir (Tratnik vd., 2006).

Buzdolabında depolama boyunca İK ve KK örneklerinin pH değerleri, genel olarak düşüşle sonuçlanmıştır. Her iki kefir örneklerinde de, depolamanın 14. gününe kadar pH değerlerinde önemli ($P<0.05$) bir düşüş görülmektedir. İK örneklerinin pH değerinde depolamanın 21. günü hafif bir artış olsa da 35. gününe kadar tekrar düşüş gözlemlenmiştir. Depolamanın 21. günü ile 35. gününde, İK örneklerinin pH değerleri

arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Benzer şekilde, Dinkçi vd. (2015) tarafından yapılan çalışmada, inek sütünden üretilen kefir örneklerinin pH değeri depolamanın 14. gününe kadar azaldığı, 21. gününde ise arttığı tespit edilmiştir. KK örneklerinin pH değerinde ise depolamanın 14. gününden depolamanın sonuna kadar hafif bir artış görülmüştür. Ancak bu değişim istatistiksel açıdan önemli ($P > 0.05$) değildir. Cais-Sokolińska vd. (2008) ile Dinkçi vd. (2015) de yaptıkları çalışmalarda depolama sırasında pH değerlerinde düzenli bir değişimin olmadığını belirtmişlerdir. Yıldız (2009) da yapmış olduğu bir çalışmada, kefir örneklerinin pH değerinin depolama süresince azaldığını ve bu azalmanın önemli olduğunu bildirmiştir. Irigoyen vd. (2005), Tratnik vd. (2006), Ertekin ve Güzel-Seydim (2010) ve Gul vd. (2015) ise yapmış oldukları çalışmalarda, depolama sırasında örneklerin pH değerlerindeki değişimin önemli olmadığını rapor etmişlerdir. Kefirin depolama sırasında pH değeri düştükçe laktik asit bakteri popülasyonu azalmakta, dolayısıyla kefirde laktik asit fermantasyonu yavaşlamakta hatta durma noktasına gelmektedir. Ayrıca kefirin depolama sırasında alkol fermantasyonu devam etmektedir. Bu nedenlerle depolama sırasında daha fazla asit gelişimi olmamaktadır (O'Brien vd., 2016; Irigoyen vd., 2005). Hatta bazı maya türleri laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan laktik asidi asimile ederler ve pH değerinin yükselmesine sebep olurlar (Rattray ve O'Connell, 2011). Maya varlığından dolayı kefirin pH değeri depolama süresince çok değişmemektedir (Irigoyen vd., 2005).

4.1.3 Kefir Örneklerinin Fiziksel Özelliklerindeki Değişmeler

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı fiziksel özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin fiziksel özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Fiziksel Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)				
		Viskozite (mPa.s)	Serum Ayrılması (%)	Renk L* değeri	Renk a* değeri	Renk b* değeri
İK (n=2)	1	42.17 $\pm 2.165^{c*}$	46.26 $\pm 0.837^a$	82.810 $\pm 0.057^a$	-3.298 $\pm 0.032^a$	6.535 $\pm 0.000^c$
	7	52.12 $\pm 1.539^c$	42.42 $\pm 0.338^{cd}$	82.723 $\pm 0.025^{ab}$	-3.338 $\pm 0.032^a$	6.640 $\pm 0.028^{bc}$
	14	48.43 $\pm 0.798^c$	45.30 $\pm 0.414^{ab}$	82.680 $\pm 0.042^{ab}$	-3.258 $\pm 0.004^a$	6.743 $\pm 0.025^{ab}$
	21	64.62 $\pm 9.117^{bc}$	43.83 $\pm 0.219^{bc}$	82.583 $\pm 0.081^b$	-3.318 $\pm 0.110^a$	6.815 $\pm 0.028^a$
	28	93.23 $\pm 10.438^a$	41.49 $\pm 0.417^d$	82.530 $\pm 0.050^b$	-3.228 $\pm 0.025^a$	6.638 $\pm 0.046^{bc}$
	35	88.24 $\pm 3.906^{ab}$	43.68 $\pm 0.605^{bc}$	82.685 $\pm 0.057^{ab}$	-3.358 $\pm 0.025^a$	6.830 $\pm 0.035^a$
İK Genel Ortalama (N=12)		64.80 $\pm 20.916^A$	43.83 $\pm 1.723^B$	82.668 $\pm 0.104^A$	-3.299 $\pm 0.060^B$	6.700 $\pm 0.112^A$
KK (n=2)	1	8.44 $\pm 0.188^a$	62.04 $\pm 0.250^a$	81.849 $\pm 0.014^a$	-3.103 $\pm 0.040^a$	5.741 $\pm 0.191^{ab}$
	7	8.58 $\pm 0.119^a$	61.58 $\pm 0.799^a$	81.498 $\pm 0.122^b$	-3.047 $\pm 0.013^a$	5.535 $\pm 0.052^b$
	14	10.37 $\pm 0.268^a$	55.61 $\pm 1.848^a$	81.606 $\pm 0.049^{ab}$	-3.189 $\pm 0.014^a$	5.878 $\pm 0.032^{ab}$
	21	9.66 $\pm 0.285^a$	59.19 $\pm 0.609^a$	81.562 $\pm 0.064^{ab}$	-3.189 $\pm 0.023^a$	5.960 $\pm 0.042^a$
	28	10.13 $\pm 0.502^a$	58.80 $\pm 0.219^a$	81.549 $\pm 0.110^{ab}$	-3.152 $\pm 0.030^a$	5.891 $\pm 0.044^a$
	35	9.61 $\pm 1.493^a$	60.80 $\pm 4.270^a$	81.447 $\pm 0.035^b$	-3.174 $\pm 0.077^a$	5.804 $\pm 0.043^{ab}$
KK Genel Ortalama (N=12)		9.46 $\pm 0.904^B$	59.67 $\pm 2.676^A$	81.585 $\pm 0.145^B$	-3.142 $\pm 0.062^A$	5.801 $\pm 0.157^B$

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05). L*: Parlaklık, a*: Kırmızılık-yeşillik, b*: Sarılık-mavilik

4.1.3.1 Viskozite Değeri

Çalışmada üretilen İK ve KK örneklerinin genel ortalama viskozite değerleri Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgeden izlenebileceği üzere, İK örneklerinin genel ortalama viskozite değeri KK örneklerine (9.46 mPa.s) göre oldukça yüksek (64.80 mPa.s) bulunmuştur (P<0.05). Bu değer, Tratnik vd. (2006), Yıldız (2009) ve Aşçı-Arslan (2015)'nin bulduğu değerler ile benzerlik göstermektedir. İK örneklerinin ortalama viskozite değeri, bazı araştırmacıların elde ettiği değerlerden düşük (Irigoyen vd., 2005; Dinkçi vd., 2015; Tomar, 2015; Gul vd., 2018), bazı araştırmacıların elde ettiği değerden ise yüksek (Garrote vd., 1998; Doğan, 2011) çıkmıştır. KK örneklerinin ortalama viskozite değeri, Güneşer ve Karagül-Yüceer (2010) tarafından

keçi sütü kefirinde ve Kavas (2015) tarafından deve sütü kefirinde elde edilen değere benzerken, Şimşek vd. (2017) tarafından inülin ilave edilmiş keçi sütü kefirinde ve Tratnik vd. (2006) tarafından süt tozu ilave edilmiş keçi sütü kefirinde elde edilen değerden küçük çıkmıştır. Bazı araştırmacılar, keçi sütünden üretilen kefirin düşük viskoziteli yapısını düzeltebilmek için inülin ilave etmişler ve keçi kefirlerinin viskozitesinin arttığını bildirmişlerdir (Montanuci vd., 2012; Şimşek vd., 2017). Süt çeşidinin viskozite üzerinde önemli bir etkisi olduğu Tratnik vd. (2006), Kavas (2015) ve Tomar (2015) tarafından da rapor edilmiştir. Tratnik vd. (2006) ile Güneşer ve Karagül-Yüceer (2010), keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin viskozite değerlerinin inek sütünden üretilen kefir örneklerinin viskozite değerlerinden düşük olduğunu bildirmişlerdir. Keçi sütü kazeinin ana fraksiyonu β -kazeinken, inek sütü kazeinin ana fraksiyonu α_{s1} - ve β -kazeindir (Huma vd., 2018). Keçi sütünün inek sütüne göre daha düşük α_{s1} -kazein içermesi, keçi sütü protein misellerinin daha yumuşak ve kırılabilir bir jel oluşturması fermente keçi ürünlerinde zayıf tekstüre neden olmaktadır (Vargas vd., 2008; Güneşer ve Karagül-Yüceer, 2010). Ayrıca asitlik değerleri arasındaki farkın da viskoziteyi etkilediği düşünülmektedir (Tamuçay-Özünü ve Koçak, 2010).

İK ve KK örneklerinin buzdolabı sıcaklığında depolanması esnasında viskozite değerlerinde meydana gelen değişimler Çizelge 4.3'te verilmiştir. Çizelgeden izleneceği üzere, gerek İK örneklerinin ($P < 0.05$) ve gerekse KK örneklerinin ($P > 0.05$) viskozite değerleri depolama boyunca artış göstermiştir. İK örneklerinin depolamanın ilk 21 günündeki viskozite değerlerindeki değişimi istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır ($P > 0.05$). Depolamanın 28. gününde ise viskozite değeri maksimum değere ulaşmış olup, bu artış istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Depolamanın son gününde ise nispeten bir azalma olmuştur. Buna rağmen depolamanın ilk ve son günü İK örneklerinin viskozite değerleri arasındaki fark önemlidir ($P < 0.05$). Depolama süresince viskozitedeki bu değişkenlik kefirde bulunan mikroorganizma ve enzimler nedeniyle ekzopolisakkaritlerin üretilmesi ve monomerlerine parçalanması dengesine göre değişebilmektedir. Benzer tespit Kök-Taş vd. (2013) ve Irigoyen vd. (2005) tarafından da yapılmıştır. Irigoyen vd. (2005), Tomar (2015) ve Dinkçi vd. (2015) depolama süresinin kefirin viskozite değeri üzerinde önemli bir etkisi olduğunu bildirirken, Kök-Taş vd. (2013) ise depolama süresinin kefirin viskozite değeri üzerinde önemli bir etkisi olmadığını bildirmişlerdir. Kullanılan starter kültürün

mikrobiyal çeşitliliğindeki farklılıklar, inokülasyon oranı, inkübasyon sırasında karıştırılıp karıştırılmaması, pıhtısının kırılıp kırılmaması, fermentasyon süresi ve sıcaklığı son ürünün viskozitesini etkileyeceği rapor edilmiştir (Kök-Taş, 2010).

4.1.3.2 Serum Ayrılması Değeri

Serum ayrılması, kefir, ayran gibi asit jeline sahip fermente süt ürünlerinde en çok karşılaşılan yapısal kusurlardan birisidir (Tamuçay-Özünü ve Koçak, 2010). Çalışma kapsamında üretilen İK ve KK örneklerinin serum ayrılması değerleri Çizelge 4.3'te bir araya getirilmiştir. KK örneklerinin genel ortalama serum ayrılması değeri (% 59.67), İK örneklerinin genel ortalama serum ayrılması değerinden (% 43.83) yüksek çıkmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. İK örneklerinin serum ayrılması değeri; Aşçı-Arslan (2015) ve Gul vd. (2018)'nin bulduğu değerler ile uyumluyken, Martín-Diana vd. (2003) ve Karaçalı (2017) tarafından elde edilen değerden düşük çıkmıştır. KK örneklerinin serum ayrılması değeri ise Martín-Diana vd. (2003) tarafından elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. Keçi sütünün düşük α_{s1} -kazein konsantrasyonu ve daha küçük çaplı yağ globülleri gibi kompozisyonel farklılıkları, keçi sütünden üretilen fermente süt ürünlerinin daha yumuşak yapıya olmasına ve bu ürünlerde daha fazla serum ayrılması görülmesine sebep olmaktadır (Milani ve Wendorff, 2011). Ayrıca asitlik değerleri arasındaki fark serum ayrılmasını etkilemiştir. Fermente süt ürünlerinde pH değerinin 4.0'a yaklaşmasıyla yapının daha iyi olduğu ve serum ayrılmasının azaldığı bildirilmiştir (Tamuçay-Özünü ve Koçak, 2010). İK örneğinin KK örneğine göre asitliğinin yüksek olması, pıhtı sıkılığının daha yüksek olmasına ve serum ayrılmasının daha düşük olmasına sebep olmuş olabilir.

Çizelge 4.3'ten de görüleceği üzere, kefir örneklerine ait serum ayrılması değerleri depolama boyunca genel olarak düşüş eğilimi göstermekle birlikte bu düşüş inişli çıkışlı bir seyir izlemiştir. İK örneğinin en düşük serum ayrılması değeri depolamanın 28. gününde, en yüksek değer ise depolamanın ilk gününde tespit edilmiştir. İK örneklerinin depolamanın 1. günü ile depolamanın 14. günü dışındaki diğer analiz günlerindeki serum ayrılması değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. KK örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerlerindeki değişim, viskozite değerinde olduğu gibi önemsizdir ($P>0.05$). İK örneklerinde ise depolama süresinin serum ayrılması üzerinde etkili olduğu

görülmektedir ($P<0.05$). Depolama süresinin serum ayrılması üzerinde etkisi Kaptan vd. (1990) ve Karaçalı (2017) tarafından önemsiz bulunurken, Aşçı-Arslan (2015) tarafından önemli bulunmuştur.

Kefir örneklerinin depolama boyunca serum ayrılması değerleri ile viskozite değerleri arasında ters orantı vardır (Çizelge 4.3). Depolamanın her bir analiz gününde hem İK hem de KK örneklerinde; kefirlerin viskozite değerleri arttıkça serum ayrılması değerlerinin azaldığı, viskozite değerleri azaldıkça serum ayrılması değerlerinin arttığı görülmektedir.

4.1.3.3 Renk L* Değeri

İK örneklerinin genel ortalama L* değeri (82.668), KK örneklerinin genel ortalama L* değerine (81.585) göre daha yüksektir ve aradaki fark önemlidir ($P<0.05$). Bu çalışmadaki kefir örneklerinin L* değerleri, Tomar (2015) ve Gul vd. (2018) tarafından üretilen kefir örneklerinin L* değerlerinden daha düşük çıkmıştır. Fermantasyon sonrası pıhtının kırılması ve yağ standardizasyonunun L* değerini etkilediği düşünülmektedir. Tomar (2015), süt çeşidinin L* değeri üzerinde etkili olduğunu bildirirken; Gul vd. (2018), süt çeşidinin L* değeri üzerinde etkili olmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, kefir örneklerinin L* değerleri, üretildikleri sütlerin L* değerleri ile kıyaslandığında daha yüksek olduğu görülmüştür.

Diğer yandan buzdolabı sıcaklığında muhafaza süresince; inek ve keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin L* değerlerinde düşüş eğilimi gözlenmiştir. Değerler İK örneklerinde ilk gününde L* değerleri 82.810'dan, son gününde 82.685'e düşmüştür. KK örneklerinde ise bu değerler ilk gününde 81.849'dan 81.447'ye düşmüştür (Çizelge 4.3). Depolama boyunca kefir örneklerinin L* değerlerindeki değişim hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. İK örneklerinin en yüksek L* değeri depolamanın 1. günü, en düşük L* değeri ise depolamanın 28. günü tespit edilmiştir. İK örneklerinde, depolamanın ilk günü ile depolamanın 21. ve 28. günlerdeki L* değerleri arasındaki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Ancak, depolamanın 7. gününden depolamanın sonuna kadar olan L* değerindeki değişim önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinin en yüksek L* değeri depolamanın 1. günü, en düşük L* değeri ise depolamanın 35. günü tespit edilmiştir. KK örneklerinde, depolamanın ilk günü ile depolamanın 7. ve 35.

günlerindeki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. İK örneklerinde olduğu gibi, KK örneklerinde de depolamanın 7. gününden depolamanın sonuna kadar L* değerindeki değişim önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

4.1.3.4 Renk a* Değeri

İK ve KK örneklerinin genel ortalama a* değerleri sırasıyla -3.299 ve -3.142 şeklinde gerçekleşmiştir (Çizelge 4.3). Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre her iki kefir örneğinin a* değerleri arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Örneklerin a* değerleri, Tomar (2015)'in inek sütü kefirlerinde bulduğu değerler ile uyumluyken, Gul vd. (2018)'nin bulduğu değerlerden düşük çıkmıştır. Gul vd. (2018) tarafından yapılan çalışmada, süt çeşidinin a* değeri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir.

Depolama süresince İK ve KK örneklerinin a* değerleri inişli çıkışlı bir değişim göstermiştir. Ancak bu değişim istatistiksel bakımdan önemli ($P>0.05$) değildir. Ancak, Tomar (2015) yapmış olduğu bir çalışmada depolama süresince a* değerindeki değişimin önemli olduğunu rapor etmiştir.

4.1.3.5 Renk b* Değeri

İK örneklerinin genel ortalama b* değeri (6.700), KK örneklerinin genel ortalama b* değerine (5.801) göre daha yüksek ve aradaki farkın önemli olduğu ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.3). Tomar (2015) ve Gul vd. (2018) yapmış oldukları çalışmalarda kefir örneklerinin b* değerlerini elde ettiğimiz değerlerden daha yüksek bulmuşlardır. Süt çeşidinin b* değeri üzerinde etkili olduğu rapor edilmiştir (Gul vd., 2018). İK örneklerinin ortalama b* değerinin, KK örneklerine göre daha yüksek olmasının sebebi, inek sütlerindeki karoten miktarının keçi sütlerine göre daha fazla olması ile açıklanabilir (Metin, 2009).

Depolama süresinde her iki örnekte b* değerleri artmıştır (Çizelge 4.3). Örneklerin b* değerlerindeki artış, önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. İK örneklerinin en yüksek b* değeri depolamanın 35. günü, en düşük b* değeri ise depolamanın 1. günü tespit edilmiştir. İK örneklerinin b* değeri, depolamanın 21. gününe kadar artmış ve depolamanın 1. ile 21. günlerindeki b* değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Ayrıca, İK örneklerinde depolamanın 21. günü ile 28. günü ve 28.

günü ile 35. günü arasındaki fark da önemlidir ($P<0.05$). KK örneklerinin en yüksek b^* değeri depolamanın 21. günü, en düşük b^* değeri ise depolamanın 7. günü tespit edilmiştir. KK örneklerinde depolamanın 7. ile 21. günleri ve depolamanın 7. ile 28. günleri arasındaki farkın önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur. Tomar (2015) depolama süresinin b^* değeri üzerinde etkili olduğunu ve depolama süresi arttıkça b^* değerinin arttığını bildirmiştir.

4.1.4 Kefir Örneklerinin Biyokimyasal Özelliklerindeki Değişmeler

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.4'te verilmiştir.

Çizelge 4.4. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin biyokimyasal özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Biyokimyasal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)	
		Lipoliz değeri (meq KOH/100 g yağ)	Proteoliz değeri (mg tirozin/5 g kefir)
İK (n=2)	1	0.45±0.016 ^{b*}	0.440±0.019 ^d
	7	0.46±0.012 ^b	0.489±0.045 ^{cd}
	14	0.73±0.045 ^{ab}	0.582±0.031 ^{bc}
	21	1.03±0.018 ^{ab}	0.624±0.009 ^b
	28	1.16±0.209 ^a	0.645±0.013 ^b
	35	1.23±0.310 ^a	0.804±0.006 ^a
İK Genel Ortalama (N=12)		0.84±0.349^{B*}	0.597±0.124^A
KK (n=2)	1	0.99±0.002 ^c	0.353±0.018 ^b
	7	1.12±0.050 ^c	0.388±0.012 ^{ab}
	14	1.33±0.001 ^b	0.412±0.014 ^a
	21	1.63±0.000 ^a	0.407±0.009 ^a
	28	1.43±0.086 ^b	0.404±0.009 ^a
	35	1.42±0.060 ^b	0.422±0.006 ^a
KK Genel Ortalama (N=12)		1.32±0.224^A	0.397±0.025^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U sonuçları, ^{a,b,c,d}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı ($P<0.05$), aynı harf taşıyanlar farksızdır ($P>0.05$).

4.1.4.1 Lipoliz Değeri

KK örneklerinin (1.32 meq KOH/100 g yağ), İK örneklerine (0.84 meq KOH/100 g yağ) göre genel ortalama lipoliz değeri daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.4). Keçi sütünde lipoliz değeri, süt çiğ haldeyken, fermantasyon esnasında ve fermantasyon sonrası buzdolabında muhafaza sırasında da inek sütüne göre daha

yüksektir. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen İK ve KK örneklerinin genel ortalama lipoliz değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. KK örneklerinde İK örneklerine göre lipoliz değerinin yüksek çıkması, keçi sütünün sağım zamanı ve muhafaza şekli gibi bazı sağım sonrası hususlarla ilgili olabilir. Zira Çizelge 4.1 incelendiğinde inek sütüne kıyasla keçi sütünde laktik asit ve asetik asit miktarının fazla olduğu görülmektedir. Bu da keçi sütünün laboratuvara gelmeden önce yüksek lipolitik aktivite gösterdiğini akla getirmektedir. Ayrıca, bu durum, keçi sütünün yağ kürecik yapısı ve çalışmada uygulanan seperasyon işleminin farklı etkisinden kaynaklanmış da olabilir. Wszolek vd. (2001) yapmış olduğu bir çalışmada, kefirlerin üretiminde kullanılan süt çeşidinin serbest yağ asidi miktarı üzerinde etkili olduğunu rapor etmiştir.

Depolama süresince İK ve KK örneklerinin lipoliz miktarı artmıştır. Kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında lipoliz değerlerindeki değişim hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4). Çizelgeden de anlaşılacağı gibi, İK örneklerinin lipoliz değerleri depolama sırasında 0.45-1.23 meq KOH/100 g yağ arasında değişmiştir. Depolamanın 1. günü ile 21. günü arasında ve 14. günü ile 35. günü arasında İK örneklerinin lipoliz değerlerindeki değişimi istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Ancak depolamanın ilk bir haftası (1. ve 7. gün) ile depolamanın son bir haftası (28. ve 35. gün) lipoliz değerleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinin lipoliz değerleri depolama sırasında 0.99-1.42 meq KOH/100 g yağ arasında değişmiştir. Depolamanın 21. gününe kadar KK örneklerinin lipoliz değerinde bir artış görülmüştür. Depolamanın 1. günü ile 7. günü arasındaki lipoliz değerlerindeki artış önemsizken ($P>0.05$), 14. ve 21. günlerdeki artış önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Depolamanın 21. gününden sonra lipoliz değerinde bir azalma görülmüştür. Depolamanın 21. günü ile 28. günü arasındaki lipoliz değerindeki azalış önemliyken ($P<0.05$), 28. günü ile 35. günü arasındaki azalış ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Cais-Sokolińska vd. (2008), koyun kefirlerinde serbest yağ asidi miktarının depolama boyunca önemli bir şekilde arttığını bildirmiştir.

4.1.4.2 Proteoliz Değeri

Çizelge 4.4'ten de görüleceği gibi, genel ortalama proteoliz değerleri, İK örneklerinde 0.597 mg tirozin/5 g kefir ve KK örneklerinde 0.397 mg tirozin/5 g kefir

olarak tespit edilmiştir. İK ve KK örneklerinin proteoliz değerleri arasındaki bu fark, istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Kefir örneklerinin proteoliz değerleri arasındaki fark, kefirlerin depolama sırasındaki mikroorganizma sayısı, özellikle de laktik asit bakteri sayısı ile ilişkili olduğunu düşünülmektedir. Çünkü mikroorganizmalar ihtiyaç duydukları amino asitleri, proteolitik sistemleri sayesinde protein ve peptitlerden elde edebilirler (Dinkçi vd., 2015). İK ve KK örneklerinin proteoliz değerleri, Yıldız (2009) ile Alpkent ve Küçükçetin (2000) tarafından elde edilen değerlerle uyumlu olduğu görülmektedir.

Depolama sırasında İK ve KK örneklerin proteoliz değerleri artış göstermiş ve artış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.4). Günler daha detaylı incelendiğinde, İK örneklerinde, depolamanın ilk gününe göre 14., 21., 28. ve 35. günlerdeki artış istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Diğer yandan, KK örneklerinin depolamanın 1. günü ile 14. günü proteoliz değerleri arasındaki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Alpkent ve Küçükçetin (2000), Aşçı-Arslan (2015) ve Dinkçi vd. (2015) yaptıkları çalışmalarda, depolama süresi arttıkça proteolitik aktivitenin arttığını ve depolama süresinin proteolitik aktiviteyi etkilediğini rapor etmişlerdir.

4.1.5 Kefir Örneklerinin Bazı Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişmeler

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.5'te verilmiştir.

Çizelge 4.5. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Mikrobiyolojik Özellikler (log kob/g) (\bar{x} ±SD)					
		Laktokok	Laktobasil	Lökonostok	TMAB	AAB	Maya
İK (n=2)	1	9.23 ±0.057 ^{a*}	9.04 ±0.163 ^a	8.33 ±0.231 ^a	9.24 ±0.107 ^a	7.37 ±0.012 ^a	2.39 ±0.017 ^a
	7	8.64 ±0.201 ^b	6.33 ±0.341 ^b	6.53 ±0.112 ^b	8.66 ±0.229 ^{ab}	6.36 ±0.146 ^b	2.12 ±0.232 ^a
	14	8.54 ±0.062 ^b	6.28 ±0.031 ^b	6.41 ±0.082 ^b	8.64 ±0.137 ^b	6.11 ±0.040 ^{bc}	1.76 ±0.086 ^a
	21	8.60 ±0.108 ^b	6.22 ±0.047 ^b	6.39 ±0.011 ^b	8.57 ±0.021 ^b	6.02 ±0.010 ^{bc}	1.39 ±0.144 ^a
	28	8.49 ±0.070 ^b	6.26 ±0.003 ^b	6.42 ±0.023 ^b	8.36 ±0.144 ^b	6.03 ±0.001 ^{bc}	1.67 ±0.048 ^a
	35	8.55 ±0.037 ^b	6.28 ±0.151 ^b	6.35 ±0.364 ^b	8.26 ±0.173 ^b	5.92 ±0.155 ^c	2.35 ±0.657 ^a
İK Genel Ortalama (N=12)		8.67 ±0.275^{A*}	6.74 ±1.082^A	6.74 ±0.759^A	8.62 ±0.345^A	6.30 ±0.525^A	1.95 ±0.443^A
KK (n=2)	1	8.98 ±0.008 ^a	8.62 ±0.054 ^a	8.44 ±0.001 ^a	9.35 ±0.100 ^a	6.98 ±0.378 ^a	1.81 ±0.096 ^a
	7	8.65 ±0.054 ^{ab}	6.20 ±0.237 ^b	6.61 ±0.103 ^b	8.55 ±0.013 ^a	6.12 ±0.308 ^{ab}	1.47 ±0.172 ^a
	14	8.78 ±0.038 ^{ab}	5.96 ±0.054 ^b	5.92 ±0.108 ^c	8.71 ±0.078 ^a	5.77 ±0.128 ^b	0.94 ±0.060 ^a
	21	8.68 ±0.154 ^{ab}	5.96 ±0.136 ^b	6.01 ±0.067 ^c	8.20 ±0.730 ^a	5.81 ±0.083 ^b	0.67 ±0.180 ^a
	28	8.77 ±0.116 ^{ab}	5.96 ±0.170 ^b	5.94 ±0.126 ^c	8.64 ±0.161 ^a	5.76 ±0.161 ^b	0.78 ±0.042 ^a
	35	8.49 ±0.043 ^b	6.01 ±0.143 ^b	6.11 ±0.052 ^c	8.20 ±0.067 ^a	5.72 ±0.218 ^b	0.93 ±0.690 ^a
KK Genel Ortalama (N=12)		8.72 ±0.168^A	6.45 ±1.022^B	6.50 ±0.938^A	8.61 ±0.466^A	6.03 ±0.498^B	1.10 ±0.477^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir, TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, AAB: Asetik asit bakteri. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.1.5.1 Laktokok Sayısı

Çalışmada üretilen İK ve KK örneklerinin genel ortalama laktokok sayıları sırasıyla 8.67 ve 8.72 log kob/g olarak saptanmıştır (Çizelge 4.5). Görüldüğü üzere KK örneklerinin laktokok sayıları, İK örneklerine göre yüksektir. Ancak yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre, süt çeşidinin laktokok sayısı üzerinde önemli bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir (P>0.05). Her iki kefir örneklerinin genel ortalama laktokok sayıları, diğer araştırmacıların elde ettiği değerler ile uyumludur (Wszolek vd., 2001; Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Kesenkaş vd., 2011b; Şen, 2015; Karaçalı, 2017; Al, 2018). Şatır (2011), çalışmamızda elde edilen sonuca benzer şekilde, keçi sütünden üretilen kefirlerin inek sütüne göre daha yüksek laktokok sayısı içerdiğini

tespit etmiştir. Ayrıca süt çeşidinin kefir örneklerinin laktokok sayısı üzerinde etkili olduğunu rapor etmiştir.

Kefir örneklerinin depolama süresince laktokok sayılarındaki değişim hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5). Depolama süresince en yüksek laktokok sayısı, her iki kefir örneklerinde de depolamanın 1. gününde (~ 9 log kob/g) tespit edilmiştir. İK örneklerinde; depolamanın 1. günü ile 7. gününde laktokok sayısındaki değişim önemli ($P<0.05$), depolamanın 7. günü ile 35. günü arasındaki laktokok sayısındaki değişim önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinde ise depolamanın ilk ve son günü laktokok sayısındaki değişim istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. Depolama süresince hem İK hem de KK örneklerinin laktokok sayısındaki azalmanın 1 log birimin altında olduğu ve her iki örneğin depolama sonundaki laktokok sayısının 8 log birimin üzerinde olduğu saptanmıştır. Temiz ve Kezer (2015) ve Karaçalı (2017) tarafından yapılan çalışmalarda, 28 günlük depolama sırasında laktokok sayısındaki azalmanın yaklaşık 1.25 log birimin altında olduğu ve depolama sonunda laktokok sayısının 8 log birimin üzerinde olduğu bildirilmiştir. Bazı çalışmalarda, depolama süresinin laktokok sayısı üzerine etkili olduğu rapor edilmiştir (Temiz ve Kezer, 2015; Aşçı-Arslan, 2015).

4.1.5.2 Laktobasil Sayısı

Çizelge 4.5'ten de görüleceği üzere, İK örneklerinin genel ortalama laktobasil sayısı (6.74 log kob/g), KK örneklerinin genel ortalama laktobasil sayısından (6.45 log kob/g) daha yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. Çalışmada üretilen kefir örneklerinin genel ortalama laktobasil sayıları, Wszolek vd. (2001), Irigoyen vd. (2005), Dinç (2008), Yıldız (2009), Grønnevik vd. (2011), Şen (2015), Dinkçi vd. (2015), Gul vd. (2015) ve Çıray (2017) tarafından elde edilen değerler ile benzerdir. Şatır (2011) tarafından yapılan bir çalışmada, inek sütünden üretilen kefir örneklerinin laktobasil sayısı keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin sayısından düşük çıktığı ve farkın önemli olduğu tespit edilmiştir. Wszolek vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, genel olarak inek sütünden yapılan kefir örneklerinin laktobasil sayısı keçi sütünden üretilen kefir örneklerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen İK ve KK örneklerinin depolama boyunca laktobasil sayıları düşüş ($P<0.05$) göstermiştir. İK ve KK örneklerinin

laktobasil sayıları depolamanın 1. günü sırasıyla 9.04 ve 8.62 log kob/g, depolamanın 35. günü ise 6.28 ve 6.01 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Depolamanın ilk gününe göre 7. gününde laktobasil sayısında; İK örneklerinde 2.7 log ve KK örneklerinde ise 2.4 log'luk azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalış, istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Ancak depolamanın 7. gününden depolamanın sonuna kadar, her iki süttten üretilen kefir örneklerinin laktobasil sayısında önemli ($P>0.05$) bir değişiklik olmamıştır. Irigoyen vd. (2005) ve Grønnevik vd. (2011) tarafından yapılan çalışmalarda, depolamanın ilk gününe göre depolamanın 4. haftasında kefirlerin laktobasil sayısında yaklaşık 2 log'luk azalma olduğu rapor edilmiştir. Temiz ve Kezer (2015) ile Aşçı-Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmalarda, depolama süresinin laktobasil sayısı üzerinde önemli olduğu rapor edilmiştir.

4.1.5.3 Lökonostok Sayısı

İK örneklerinin genel ortalama lökonostok sayısı (6.74 log kob/g), KK örneklerinden (6.50 log kob/g) yüksek bulunmuş, ancak aralarındaki fark önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.5). Çalışmada üretilen kefir örneklerinin genel ortalama lökonostok sayıları, Wszolek vd. (2001)'nin inek ve keçi kefirlerinde elde ettiği değerlerle ve Tomar (2015) tarafından yapılan bir çalışmada elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir. García Fontán vd. (2006), Yıldız (2009) ve Aşçı-Arslan (2015) tarafından yapılan çalışmalarda daha yüksek değerler bulunmuştur.

Buzdolabı sıcaklığında saklanan kefir örneklerinin lökonostok sayıları İK ve KK örneklerinde depolama süresince düşmüş ve düşüş önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.5). İK ve KK örneklerinin en yüksek lökonostok sayım değerleri, laktokok ve laktobasil sayısında olduğu gibi depolamanın 1. günü olmuştur. İK örneklerinin lökonostok sayısında, depolamanın ilk gününe göre sadece 7. gününde istatistiksel olarak önemli bir azalma ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Diğer günlerdeki değişim önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır. Diğer yandan, KK örneklerinin lökonostok sayısında depolamanın 1., 7. ve 14. günleri arasında istatistiksel olarak önemli bir azalma ($P<0.05$) saptanmıştır. Depolamanın ilk ve son günü arasında; İK örneklerinde yaklaşık 2 log ve KK örneklerinde ise yaklaşık 2.3 log'luk azalma tespit edilmiştir. Depolama sonunda her iki kefir örneklerinin lökonostok sayısı 6 log birimin üzerindedir. Grønnevik vd. (2011) ve Gul vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda,

depolama sonunda örneklerin lökonostok sayısı 6 log birimin altına düştüğü tespit edilmiştir.

4.1.5.4 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin genel ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayıları; İK örneklerinde 8.62 log kob/g, KK örneklerinde 8.61 log kob/g olarak bulunmuş ve aradaki farkın önemli ($P>0.05$) olmadığı saptanmıştır (Çizelge 4.5). Çalışmada kefir örneklerinin genel ortalama TMAB sayıları, García Fontán vd. (2006), Yıldız (2009) ve Aşçı-Arslan (2015)'in bulduğu değerlerle uyumluyken; Nurliyani vd. (2015a)'nin elde ettiği değerlerden düşük çıkmıştır.

Çalışma kapsamında üretilen İK ve KK örneklerinin TMAB sayıları Çizelge 4.5'te bir araya getirilmiştir. Çizelgeden de izleneceği gibi, depolama süresince kefir örneklerinin TMAB sayısındaki azalmanın İK örneklerinde önemli ($P<0.05$), KK örneklerinde ise önemsiz olduğu ($P>0.05$) bulunmuştur. İK örneklerinde, depolamanın 1. günü ile 14. günü arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Ancak İK örneklerinde, depolamanın 7. gününden depolama sonuna kadar TMAB sayısında hafif bir azalma görülse de bu azalma istatistiksel açıdan önemsizdir ($P>0.05$). Depolama süresince en yüksek TMAB sayısı, her iki sütte üretilen kefirlerde de depolamanın ilk gününde belirlenmiştir. Depolamanın ilk gününde, örneklerin TMAB sayısı 9 log kob/g'ın üzerinde olduğu bulunmuştur. Aşçı-Arslan (2015) ve Al (2018) da, benzer sonuçlar bulmuşlardır. Diğer yandan, Aşçı-Arslan (2015) ve Temiz ve Kezer (2015), depolama süresinin TMAB sayısındaki değişimi etkilediğini bildirmiştir.

Depolama sonunda kefir örneklerinin TMAB sayısındaki azalma İK örneklerinde yaklaşık 1 log ve KK örneğinde 1.15 log olarak tespit edilmiştir. Temiz ve Kezer (2015) tarafından yapılan çalışmada 1.3 log birim ve Karaçalı (2017) tarafından yapılan çalışmada yaklaşık 1 log birim depolama sırasında azalma olduğu bildirilmiştir. Yıldız (2009) ise depolamanın ilk gününe göre depolama sonunda bazı kefir örneklerinin TMAB sayısında artış olduğunu bildirmiştir.

4.1.5.5 Asetik Asit Bakteri Sayısı

İK örneklerinin (6.30 log kob/g), KK örneklerine (6.03 log kob/g) göre genel ortalama asetik asit bakterileri sayıları daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.5). Nitekim, yapılan istatistiksel analiz sonuçları da iki örnek arasındaki farkın önemli ($P<0.05$) olduğunu göstermektedir. İK ve KK örneklerinin genel ortalama asetik asit bakterileri sayıları Irigoyen vd. (2005)'nin bulduğu değerler ile benzerlik göstermektedir.

Kefir örneklerinin depolama süresince asetik asit bakteri sayılarında azalma tespit edilmiştir, azalma hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Depolamanın 1. gününde inek ve keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin asetik asit bakteri sayısı sırasıyla 7.37 ve 6.98 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). İK örneklerinde; depolamanın 1. ile 7. gün arasında yaklaşık 1 log ($P<0.05$), depolamanın 1. ile 35. gün arasında yaklaşık 1.5 log ($P<0.05$) azalma görülmüştür. KK örneklerinde ise depolamanın 1. ile 14. gün arasında yaklaşık 1.2 log azalma ($P<0.05$) tespit edilmiştir. Ancak, KK örneklerinde asetik asit bakteri sayısı, depolamanın 14. gününden depolamanın sonuna kadar hemen hemen sabit ($P>0.05$) kalmıştır. Leite vd. (2013) tarafından yapılan bir çalışmada, 28 günlük depolama sırasında asetik asit bakteri sayısında 0.6 log birim azalma olmuştur. Depolama süresinin asetik asit bakteri sayısı üzerine etkisi Aşcı-Arslan (2015) tarafından önemli bulunurken, Irigoyen vd. (2005) tarafından önemsiz bulunmuştur.

4.1.5.6 Maya Sayısı

İK ve KK örneklerinin genel ortalama maya sayıları sırasıyla 1.95 ve 1.10 log kob/g şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.5). Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre her iki kefir örneğinin genel ortalama maya sayıları arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Literatürde, genel olarak kefirlerin 3-6 log kob/g arasında maya içerdiği rapor edilmektedir (Farnworth, 2005; Irigoyen vd., 2005; Ertekin ve Güzel-Seydim, 2010; Grønnevik vd., 2011; Şatır, 2011; Leite vd., 2013; Dinkçi vd., 2015). Diğer yandan, farklı ticari starter kültürlerin kullanılmasıyla inek ve keçi sütlerinden üretilen kefirlerin depolama sırasında 0.5-3 log kob/g arasında maya içerdiği pek çok araştırmacı tarafından bildirilmektedir (Wszolek vd., 2001; García Fontán vd., 2006; Kesenkaş vd., 2011b; Şen, 2015). İK ve KK örneklerinin genel ortalama maya sayısı bu sonuçlarla uyumludur. Atalar (2012) ise DC1 starter kültürü ile ürettiği kefir

örneklerinde maya tespit edememiştir. Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde, kefirlerin depolama süresince en az 10^4 kob/g maya içermesi gerektiği belirtilmiştir. Mayaların etil alkol ve CO₂ üretmesi sebebiyle, yüksek maya sayısının ambalajlama sorunlarına neden olması ve tüketici talepleri sebebiyle genellikle düşük maya sayısı içeren kefir üretimi tercih edilmektedir. Nitekim, Dinç (2008) ve Çıray (2017) tarafından yapılan piyasa araştırmasında, kefirlerin büyük bir çoğunluğunun 4 log'un altında maya içerdiğini rapor etmişlerdir. Kefirlerin maya sayısındaki farklılıklar kullanılan kültür çeşidine, kültürün inokülasyon oranına ve kullanılan kültürün maya sayısına bağlı olarak değişmektedir. Şatır (2011) keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin, Yaman vd. (2010) ise inek sütünden yapılan kefir örneklerinin daha yüksek maya sayısı içerdiğini tespit etmişlerdir. Ancak, her iki araştırmada da süt çeşidinin maya sayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olmadığı rapor edilmiştir. Wszolek vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, kefir tanesiyle üretilen kefir örneklerinde keçi sütünden yapılan kefirlerde, ticari kültür ile üretilen kefir örneklerinde ise inek sütüyle üretilen kefirlerde maya sayısı daha yüksek bulunmuştur.

Gerek İK ve gerekse KK örneklerinde maya sayısında depolamanın 21. gününe kadar düşüş meydana gelmiştir. Sayı depolama süresinin sonuna doğru tekrar artışa geçmiştir. Depolama süresince hem İK hem de KK örneklerinin maya sayısı 2.5 log'un altında olup, hatta KK örneklerinde maya sayısı 1 log'un altında kalmıştır. Depolama süresi boyunca İK örneklerinin maya sayısı KK örneklerinin maya sayısından daha yüksek çıkmıştır. Ancak, depolama boyunca maya sayısındaki değişim her iki örnekte önemsizdir ($P>0.05$). Depolama süresinin maya sayısı üzerine etkisi Leite vd. (2013) ve Dinkçi vd. (2015) tarafından da önemsiz bulunurken, Aşçı-Arslan (2015) ve Temiz ve Kezer (2015) tarafından önemli bulunmuştur. Irigoyen vd. (2005) ise yaptığı bir çalışmada, depolama süresince kefir örneklerinin maya sayısını, % 5 tane kültürü ile inoküle edilen kefir örneklerinde önemli, % 1 tane kültür ile inoküle edilen kefir örneklerinde ise önemsiz bulmuştur. Bazı araştırmacılar, depolama süresi uzadıkça kefirlerin maya sayısının arttığını tespit etmişlerdir (Grønnevik vd., 2011). Kaczyński vd. (2018) depolama boyunca kefir örneklerinde maya sayısının azaldığını rapor etmiştir. Temiz ve Kezer (2015) ile Karaçalı (2017) DC1 starter kültürü ile ürettikleri kefir örneklerinde, maya sayısının depolamanın ilk günlerinde düştüğünü, daha sonra arttığını tespit etmişlerdir.

4.1.6 Kefir Örneklerinin Organik Asit İçeriklerindeki Değişmeler

Çalışma kapsamında üretilen ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı organik asit değerlerinde meydana gelen değişmeler Çizelge 4.6'da verilmiştir. Yapılan istatistiki değerlendirme sonuçları da Çizelge 4.6'da bir araya getirilmiştir. Ayrıca kefir örneklerine ait bazı organik asit kromatogramları Ek.1'de verilmiştir.

Çizelge 4.6. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin organik asit içeriklerindeki değişmeler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Organik Asitler (µg/g) (\bar{x} ±SD)					
		Laktik Asit	Asetik Asit	Sitrik Asit	Pirüvik Asit	Orotik Asit	Oksalik Asit
İK (n=2)	1	5950.67 ±189.958 ^{bc*}	299.48 ±31.080 ^a	0.00 ±0.000	19.39 ±0.868 ^a	8.37 ±0.179 ^a	54.57 ±3.335 ^a
	7	5866.67 ±152.259 ^c	213.80 ±10.623 ^b	0.00 ±0.000	11.82 ±0.845 ^b	5.71 ±0.405 ^a	49.84 ±0.093 ^a
	14	6942.81 ±256.256 ^{ab}	217.69 ±0.597 ^b	0.00 ±0.000	14.88 ±0.622 ^{ab}	14.74 ±2.376 ^a	57.50 ±2.442 ^a
	21	6647.06 ±343.032 ^{abc}	178.69 ±11.203 ^b	0.00 ±0.000	15.49 ±3.033 ^{ab}	11.36 ±3.689 ^a	50.60 ±3.405 ^a
	28	7400.77 ±338.162 ^a	201.26 ±18.905 ^b	0.00 ±0.000	15.29 ±1.531 ^{ab}	14.41 ±3.569 ^a	53.74 ±3.426 ^a
	35	7307.06 ±217.470 ^a	224.55 ±20.204 ^b	0.00 ±0.000	14.98 ±1.296 ^{ab}	11.93 ±0.491 ^a	51.01 ±0.762 ^a
İK Genel Ortalama (N=12)		6685.84 ±657.573^{B*}	222.61 ±41.272^B	0.00 ±0.000^B	15.31 ±2.583^A	11.08 ±3.758^A	52.88 ±3.394^B
KK (n=2)	1	7325.51 ±58.761 ^c	764.93 ±47.406 ^a	134.47 ±8.577 ^b	38.55 ±4.692 ^a	0.00 ±0.000	59.70 ±2.388 ^b
	7	7937.75 ±13.254 ^a	779.11 ±39.557 ^a	165.67 ±10.906 ^{ab}	30.68 ±4.100 ^{ab}	0.00 ±0.000	61.23 ±1.634 ^b
	14	7669.22 ±94.891 ^{abc}	820.90 ±29.201 ^a	191.51 ±9.895 ^a	25.63 ±3.030 ^{abc}	0.00 ±0.000	60.51 ±0.868 ^b
	21	7707.55 ±17.173 ^{ab}	863.71 ±22.133 ^a	35.12 ±8.985 ^c	19.36 ±2.338 ^{bcd}	0.00 ±0.000	76.740 ±0.108 ^a
	28	7604.34 ±95.389 ^{abc}	864.19 ±34.448 ^a	54.50 ±3.154 ^c	12.83 ±5.175 ^{cd}	0.00 ±0.000	76.75 ±0.446 ^a
	35	7522.99 ±151.638 ^{bc}	878.92 ±14.867 ^a	68.80 ±7.478 ^c	7.29 ±3.599 ^d	0.00 ±0.000	75.88 ±0.146 ^a
KK Genel Ortalama (N=12)		7627.90 ±204.302^A	828.63 ±52.004^A	108.34 ±61.687^A	22.39 ±11.405^A	0.00 ±0.000^B	68.47 ±8.410^A

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U sonuçları, ^{a,b,c,d}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.1.6.1 Laktik Asit Değeri

İnek ve keçi sütlerinden yapılan kefir örneklerinin genel ortalama laktik asit miktarı sırasıyla 6685.84 ve 7627.90 µg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.6).

İstatistiksel analiz sonuçlarına göre, örneklerin genel ortalama laktik asit miktarları arasındaki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. İK örneğinin laktik asit miktarı diğer araştırmacıların elde ettiği değerler ile uyumludur (Güzel-Seydim vd., 2000b; Ismaiel vd., 2011). Leite vd. (2013) ve Gul vd. (2015), İK örneklerine göre çalıştıkları kefir örneklerinde daha yüksek laktik asit miktarı tespit etmişlerdir. KK örneğinin laktik asit miktarı, Cais-Sokolińska vd. (2015) tarafından keçi kefirleri için elde edilen değerler ile uyumludur. Türker vd. (2014) yaptıkları bir çalışmada, keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin laktik asit miktarını inek sütünden üretilen kefir örneklerinin laktik asit miktarına göre daha yüksek bulmuşlardır. Tomar (2015) de, kefirlerin laktik asit miktarı üzerinde süt çeşidinin etkili olduğunu tespit etmiştir.

Depolama sırasında İK ve KK örneklerinin laktik asit miktarları inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. İK ve KK örneklerinin depolanması esnasında laktik asit miktarında meydana gelen değişim istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.6). Ancak, depolamanın ilk gününe göre depolama sonunda, örneklerin laktik asit miktarı artmıştır. Bu değişim, İK örneklerinde önemli ($P<0.05$), KK örneklerinde ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Depolama sırasında en yüksek laktik asit miktarı İK örneğinde depolamanın 28. gününde, KK örneğinde depolamanın 7. gününde tespit edilmiştir. Benzer şekilde Kezer (2009), depolama sırasında kefirlerin laktik asit miktarında iniş ve çıkışlar olduğunu bildirmiştir. Depolama sırasında laktik asit miktarındaki dalgalanmalar, laktik asit bakterileri tarafından oluşturulan laktik asit miktarı ile bazı maya türlerinin laktik asidi asimile etmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Ratray ve O'Connell, 2011). Güzel-Seydim vd. (2000b) ve Leite vd. (2013) ise depolama sırasında kefirlerin laktik asit miktarında düzenli bir artış olduğunu ve değişimin önemli olduğunu bulurken, Grønnevik vd. (2011) ve Gul vd. (2015) ise depolama sırasındaki değişimin önemsiz olduğunu bulmuştur.

4.1.6.2 Asetik Asit Değeri

Çizelge 4.6'da görüldüğü üzere, KK örneklerinin genel ortalama asetik asit miktarı İK örneklerinin genel ortalama asetik asit miktarına göre yaklaşık 4 katıdır. Bunun doğal sonucu olarak, her iki kefir örneğinin genel ortalama asetik asit miktarı arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu durum, kefir üretiminde kullanılan keçi sütünün asetik asit miktarının inek sütündeki asetik asit miktarından fazla olmasıyla ilişki olduğu düşünülmektedir (bkz. Çizelge 4.1). Türker vd. (2014), Gul vd.

(2015) ve Tomar (2015) da süt çeşidinin kefirin asetik asit miktarını etkilediğini bildirmiştir. Türker vd. (2014) tarafından yapılan çalışmada ise, inek sütünden üretilen kefirin keçi sütünden üretilen kefire göre asetik asit miktarının daha fazla olduğunu rapor etmiştir. İK ve KK rneklerinin asetik asit miktarı, Muir vd. (1999), Magalhães vd. (2011), Grønnevik vd. (2011), Gul vd. (2015) ve Tomar (2015) tarafından kefirlerde belirlenen asetik asit miktarı ile uyumludur. Güzel-Seydim vd. (2000a) ve Güzel-Seydim vd. (2000b) ise kefir tanesiyle ürettikleri kefirlerin hem fermantasyonu hem de depolama sırasında asetik asit tespit edememişlerdir.

Buzdolabında depolama sırasında İK rneklerinin asetik asit miktarı, depolamanın ilk gününe göre depolama sonunda azalmıştır (izelge 4.6). İK rneklerinin asetik asit miktarı depolamanın 1. gününde en yüksek değere sahip olup, depolamanın diğer günlerine göre bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). İK rneklerinin, depolamanın 7. gününden depolamanın sonuna kadar olan asetik asit miktarındaki değişim ise istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). KK rneklerinin asetik asit miktarında 35 günlük depolama süresince hafif bir artış görülmekte, ancak bu artış istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). KK örneklerinde olduğu gibi, Grønnevik vd. (2011) de kefirlerin asetik asit miktarının depolama sırasında değişmediğini bildirmiştir. Bu durum, asetik asidin bir ara ürün olmasıyla, yani bir yandan üretilirken diğer yandan başka ürüne dönüşmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Leite vd., 2013).

4.1.6.3 Sitrik Asit Değeri

Çizelge 4.6'dan da anlaşılacağı gibi, depolama süresince KK rneklerinin genel ortalama sitrik asit miktarı 108.34 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilirken, İK örneklerinde sitrik asit tespit edilememiştir. Nitekim, kefir örneklerinin sitrik asit miktarları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$). Türker vd. (2014) ve Tomar (2015), süt çeşidinin kefirin sitrik asit miktarını etkilediğini bildirmiştir. Kefirlerin retiminde kullanılan inek sütünün sitrik asit miktarı 1175 $\mu\text{g/g}$, keçi sütünün ise 433 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 4.1). Sitrat, bazı laktik asit bakterileri tarafından asetoin ve diasetil oluşumu için tercih edilen bir substrattır (Güzel-Seydim vd., 2000a). Grønnevik vd. (2011), fermantasyon sırasında kefir sütünde bulunan sitrat miktarında % 90'dan daha fazla azalma olduğunu ve diğer uçucu bileşenlere dönüştüğünü bildirmiştir. Ismaiel vd. (2011), farklı fermantasyon koşulları altında ürettikleri

kefirlerde sitrik asit tespit edememiştir. Karışık mezofilik starterin kullanıldığı fermente süt ürünlerinde sitratın hepsi starter bakteriler tarafından metabolize edilebildiği bildirilmektedir (Beresford, 2011). Dousset ve Caillet (1993), Kınık vd. (1998) ve Leite vd. (2013), kefir fermantasyonu sırasında sütte bulunan sitrik asidin fermantasyon sonrası azaldığı ve kefirde daha düşük düzeyde tespit edildiğini bildirirken, Güzel-Seydim vd. (2000a) ve Beshkova vd. (2003) ise fermantasyon sırasında sitrik asit miktarında önemli bir azalma olmadığını bildirmiştir.

KK örneklerinde, depolamanın 1. günü yaklaşık 135 µg/g sitrik asit tespit edilmiştir. KK örneklerinin sitrik asit miktarı, depolamanın 14. gününe kadar artmış (P<0.05), daha sonra 21. gününde aniden azalmış (P<0.05) ve miktarı 35 µg/g seviyesine ulaşmıştır. Depolamanın 21. gününden itibaren depolama sonuna kadar sitrik asit miktarında bir artış olsa da bu artış istatistiksel olarak önemli bir artış değildir (P>0.05). Türker vd. (2014), yapmış olduğu bir çalışmada keçi kefirinin sitrik asit miktarını 25 mg/L olarak tespit etmiştir. Güzel-Seydim vd. (2000b), depolama sırasında sitrik asit miktarının önemli bir şekilde arttığını bildirmiştir. Kefirlerin sitrik asit miktarının depolama sırasındaki değişimi Kesenkaş vd. (2011b) tarafından önemli, Leite vd. (2013) ve Gul vd. (2015) tarafından ise önemsiz bulunmuştur.

4.1.6.4 Pirüvik Asit Değeri

KK örneklerinin (22.39 µg/g) İK örneklerine (15.31 µg/g) göre genel ortalama pirüvik asit miktarı daha yüksek çıkmıştır. Ancak aradaki farkın önemli olmadığı (P>0.05) belirlenmiştir (Çizelge 4.6). Hem İK hem de KK örneklerinin pirüvik asit miktarları, üretildikleri sütlere nazaran daha düşük tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.1). Güzel-Seydim vd. (2000b) ve Beshkova vd. (2003) fermantasyon sonrası kefirin pirüvik asit miktarını 7-18 µg/g olarak tespit ettiklerini, ancak bir süre sonra pirüvik asidin tamamen tükendiğini bildirmişlerdir. Çalışmamızda elde edilen değerler, Muir vd. (1999) tarafından analiz edilen geleneksel ve ticari kefirlerdeki pirüvik asit miktarından (47 ve 60 µg/g) düşük bulunmuştur.

Kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında pirüvik asit miktarlarındaki değişim her iki kefirde de istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.6). KK örneklerinde depolama boyunca pirüvik asit miktarı azalmıştır. İK örneğinde de depolama sırasında bir azalma olduğu ve özellikle

depolamanın 1. günü ile 7. günü arasındaki farkın önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur. Pirüvik asit, depolama sırasında diğer organik bileşiklere dönüştüğünden dolayı azalmaktadır (Güzel-Seydim vd., 2000b). Çünkü pirüvik asit, birçok sentez ve parçalanma yollarının başlangıç maddesidir (Kılıç, 2014).

4.1.6.5 Orotik Asit Değeri

İK örneklerinin üretiminde kullanılan inek sütünün orotik asit miktarı yaklaşık 25 µg/g olarak tespit edilirken (bkz. Çizelge 4.1), İK örneklerinde ise depolama süresince 5.706-14.735 µg/g olarak belirlenmiştir. Bu değerler, Muir vd. (1999) ve Güzel-Seydim vd. (2000b) tarafından analiz edilen kefirlerdeki orotik asit miktarından düşük çıkmıştır. Öte yandan, hem keçi kefirlerinin üretiminde kullanılan keçi sütlerinde hem de depolama süresince KK örneklerinde orotik asit tespit edilememiştir. Her iki kefir örneğinin orotik asit miktarları arasındaki fark, Çizelge 4.6'dan da anlaşılacağı gibi, önemlidir ($P<0.05$). Nükleotidlerin sentezinde bir ara ürün olan orotik asidin miktarı, fermantasyonun başında bir miktar artarken, kefir kültüründe bulunan bazı mikroorganizmaların kullanımı sonrası hem fermantasyonun devamında hem de depolama sırasında azalma görülebilmektedir (Kınık vd., 1998). Kefir tanesiyle üretilen bir kefir çalışmasında, kefirin fermantasyonu sırasında orotik asit miktarı azalırken, depolama sırasında arttığı bulunmuştur (Güzel-Seydim vd., 2000a; Güzel-Seydim vd., 2000b). Orotik asit, kefir mikroorganizmaların yavaş metabolik ya da enzimatik aktivitesi sonucu buzdolabında depolanmış ürünlerde oluşabilmektedir (Güzel-Seydim vd., 2000b).

KK örneklerinde orotik asit tespit edilemediğinden depolama boyunca da bir değişim gözlenmemiştir. İK örneklerinin orotik asit miktarında depolama esnasında bir dalgalanma söz konusu olmuştur. Muhtemelen bu dalgalanma neticesinde depolama zamanı boyunca değerler arasındaki değişim önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır.

4.1.6.6 Oksalik Asit Değeri

Çizelge 4.6'dan da anlaşılacağı üzere, genel ortalama oksalik asit miktarları buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen İK örneklerinde 49.842-57.499 µg/g arasında değişirken, KK örneklerinde ise 59.702-76.747 µg/g arasında tespit edilmiştir.

Anlaşılabacağı üzere, KK örneklerinin genel ortalama oksalik asit miktarı İK örneklerinininkinden daha yüksektir (Çizelge 4.6). Ayrıca istatistiksel analiz sonucu da, İK ile KK örneklerinin genel ortalama oksalik asit miktarları arasında fark olduğunu göstermektedir ($P<0.05$). Türker vd. (2014) de süt çeşidinin kefirin oksalik asit miktarını etkilediğini bildirmiştir. Araştırmacılar, inek sütü kefirinde 169.15 mg/L, keçi sütü kefirinde 119.37 mg/L oksalik asit tespit etmişlerdir. Öte yandan, Ismaiel vd. (2011), farklı fermantasyon koşulları altında ürettikleri kefirlerde oksalik asit tespit edememişlerdir.

Depolama süresince kefir örneklerinin oksalik asit miktarında dalgalanma şeklinde bir değişme tespit edilmiştir. İK örneklerinin depolama süresince değişimi istatistiksel olarak önemli değilken ($P>0.05$), KK örneklerinin depolama süresince değişimi istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). KK örneğinde, depolamanın 21. gününde oksalik asit miktarındaki artış önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

4.1.7 Kefir Örneklerinin Aroma Bileşenlerindeki Değişmeler

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı aroma değerlerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.7'de verilmiştir. Kefir örneklerine ait bazı aroma maddelerinin kromatogramları da Ek.2'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin aroma bileşenlerinde meydana gelen değişmeler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Aroma Bileşenleri (µg/g) ($\bar{x} \pm SD$)			
		Asetaldehit	Diasetil	Asetoin	Etil Alkol
İK (n=2)	1	2.92±0.248 ^{a*}	2.25±0.141 ^{ab}	17.26±0.548 ^a	23.96±2.217 ^a
	7	2.23±0.149 ^{ab}	2.34±0.265 ^{ab}	16.62±1.393 ^{ab}	24.96±0.898 ^a
	14	2.27±0.191 ^{ab}	2.76±0.371 ^a	15.36±0.781 ^{ab}	23.22±2.620 ^a
	21	2.58±0.424 ^a	1.97±0.251 ^{ab}	13.86±0.612 ^b	22.43±1.008 ^a
	28	1.58±0.170 ^b	1.67±0.283 ^b	14.59±0.771 ^{ab}	22.93±1.846 ^a
	35	1.52±0.134 ^b	1.67±0.032 ^b	15.33±0.566 ^{ab}	28.83±1.404 ^a
İK Genel Ortalama (N=12)		2.18±0.550^{A*}	2.11±0.447^A	15.50±1.348^A	24.32±2.473^B
KK (n=2)	1	2.44±0.170 ^a	0.95±0.156 ^a	9.00±0.385 ^a	34.52±0.774 ^a
	7	2.31±0.269 ^a	0.88±0.180 ^a	8.00±0.071 ^a	34.23±5.226 ^a
	14	2.19±0.290 ^a	0.95±0.145 ^a	8.45±0.792 ^a	34.65±0.806 ^a
	21	1.97±0.205 ^a	1.28±0.028 ^a	7.81±0.085 ^a	32.70±0.877 ^a
	28	1.83±0.484 ^a	1.16±0.035 ^a	8.40±0.042 ^a	34.90±3.002 ^a
	35	1.89±0.042 ^a	1.13±0.032 ^a	8.15±0.018 ^a	34.42±4.122 ^a
KK Genel Ortalama (N=12)		2.10±0.311^A	1.06±0.171^B	8.30±0.480^B	34.23±2.365^A

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U sonuçları, ^{a,b}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.1.7.1 Asetaldehit Değeri

Çizelge 4.7’de görüleceği üzere, genel ortalama asetaldehit değerleri İK örneklerinde nispeten yüksek, ancak önemsiz (P>0.05) çıkmıştır. Wszolek vd. (2001) tarafından yapılan bir çalışmada, inek, keçi ve koyun sütünden kefir üretilmiş ve kefirlerin asetaldehit miktarı üzerine süt çeşidinin istatistiksel olarak etkisi olmadığı bildirilmiştir. Depolama süresince asetaldehit miktarı İK örneklerinde 1.52-2.92 µg/g, KK örneklerinde ise 1.83-2.44 µg/g arasında değişmiştir. Bu değerler, Kaptan vd. (1990) ve Grønnevik vd. (2011) tarafından tespit edilen değerler ile uyumludur. Diğer yandan, Wszolek vd. (2001) tarafından hem inek hem de keçi sütünden üretilen kefir örneklerinde tespit edilen asetaldehit miktarından (sırasıyla 0.96 ve 0.87 µg/g) yüksek çıkmıştır. Fakat, Güzel-Seydim vd. (2000b), Beshkova vd. (2003), Yıldız (2009), Ertekin ve Güzel-Seydim (2010), Kök-Taş vd. (2013), Cais-Sokolińska vd. (2015) ve Tomar (2015) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen asetaldehit değerlerinden düşük çıkmıştır. Kefirlerdeki asetaldehit miktarındaki farklılıklar, kefir üretiminde kullanılan sütün çeşidine, sütün yağ oranına, starter kültür çeşidine, kültürün mikrobiyal çeşitliliğine, kültürün kullanım oranına, inkübasyon ve muhafaza

sıcaklığına ve süresine bağlı olarak değişebilmektedir (Beshkova vd., 2003; Ertekin, 2008; Yıldız, 2009; Grønnevik vd., 2011; Tomar, 2015).

Hem İK hem de KK örneklerinin asetaldehit miktarında depolama boyunca düşüş olmuştur. Her iki örnekte en yüksek asetaldehit miktarı depolamanın 1. günü tespit edilmiştir. Kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında asetaldehit değerlerindeki değişim sadece İK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunurken, KK örneklerinde önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.7). İK örneklerinde, özellikle depolamanın 28. gününde asetaldehit miktarındaki azalış önemlidir ($P<0.05$). Depolama sırasında kefirin asetaldehit miktarında azalış olduğunu bildiren çalışmalar (Beshkova vd., 2003) olduğu gibi, artış olduğunu bildiren çalışmalar (Güzel-Seydim vd., 2000b) da vardır. Cais-Sokolińska vd. (2008), 2 farklı ticari kefir kültürüyle koyun sütünden ürettikleri kefirlerde asetaldehit değeri depolamanın 7. gününe kadar artmış ve maksimum değere ulaşmış, daha sonra ise 21. güne kadar azalmış ve minimum seviyeye düşmüştür. Tomar (2015) ise yaptığı çalışmada kefirlerin asetaldehit miktarı depolamanın 14. gününe kadar arttığını, 21. gününde azaldığını bulmuştur. Asetaldehit miktarındaki azalış, asetaldehitin alkol dehidrogenaz enzimiyle etil alkole dönüşmesiyle ilişkilidir.

4.1.7.2 Diasetil Değeri

Çalışma kapsamında üretilen ve buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen İK örneklerinden elde edilen genel ortalama diasetil miktarı, KK örneklerinden yüksek bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.7). Bu değerler, Wszolek vd. (2001) ve Beshkova vd. (2003) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen diasetil değerleri ile uyumludur. Ancak Yıldız (2009), Cais-Sokolińska vd. (2015) ve Tomar (2015), yaptıkları çalışmalarda daha yüksek miktarda diasetil tespit etmişlerdir. Bazı çalışmalarda ise kefirin fermantasyonu ve depolanması sırasında diasetil hiç tespit edilememiştir (Güzel-Seydim vd., 2000a; Güzel-Seydim vd., 2000b). Grønnevik vd. (2011) ise kefirlerin en yüksek diasetil miktarını fermantasyon sonrası yaklaşık 1 mg/kg olarak bulmuş, ancak ilk 4 haftalık depolama sırasında diasetil miktarı 0.4 mg/kg seviyesinin altında kalmıştır.

Depolama süresince diasetil miktarı; İK örneklerinde depolamanın 14. gününe kadar artış, ondan sonra düşüş seyri izlemiştir. KK örneklerinde ise diasetil miktarı

depolamanın 21. gününe kadar artış göstermiş, takip eden günlerde azalmıştır. Kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında muhafazası sırasında diasetil değerlerindeki değişim sadece İK örneklerinde 14. günde önemli ($P<0.05$) bulunurken, KK örneklerinde önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.7). Kefir için optimum aromanın diasetilin asetaldehite 3:1 oranına ulaştığı aroma olduğu bildirilmiştir (Muir vd., 1999; Grønnevik vd., 2011). Ancak kefir tanesiyle üretilen kefirlerde bu oran daha düşük olduğu, literatürde genellikle 0-2 arasında bulunduğu bildirilmiştir (Güzel-Seydim vd., 2000b; Wszolek vd., 2001; Beshkova vd., 2003; Yıldız, 2009; Grønnevik vd., 2011; Tomar, 2015; Cais-Sokolińska vd., 2015; Affane vd., 2016). Diasetilin asetaldehite oranının en yüksek olduğu depolama günü; İK örneklerinde 14. gün, KK örneklerinde ise 21. gün olduğu saptanmıştır. Ancak, bu oranlar 3 değerinin altındadır.

4.1.7.3 Asetoin Değeri

Buzdolabı sıcaklığında muhafaza sırasında genel ortalama asetoin miktarı İK örneklerinde 13.86-17.26 $\mu\text{g/g}$, KK örneklerinde ise 7.81-9.00 $\mu\text{g/g}$ arasında tespit edilmiştir (Çizelge 4.7). İK örneklerinin genel ortalama asetoin değerleri KK örneklerinkinden yüksek ve aradaki fark önemlidir ($P<0.05$). Bu değerler, Güzel-Seydim vd. (2000b) tarafından elde edilen değerler (16-25 $\mu\text{g/g}$) ile uyumludur. Beshkova vd. (2003), kendileri hazırladıkları starter kültürle ve kefir tanesiyle ürettikleri kefirlerde asetoin tespit edememişlerdir.

Depolama esnasında İK örneklerinde 21. güne kadar asetoin değerinde azalma, ondan sonraki günlerde artış tespit edilmiştir. KK örneklerinin asetoin değerleri daha çok dalgalanma şeklinde bir seyir göstermiştir. Her iki örnekte asetoin değeri depolamanın ilk gününde en yüksek tespit edilirken, depolamanın ilk gününe göre son gününde asetoin değeri azalma eğilimi göstermiştir. Kefir örneklerindeki asetoin miktarlarındaki değişim depolama sırasında İK örneklerinde sadece 21. günde önemli ($P<0.05$) bulunurken, KK örneklerinde önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.7). Asetoin miktarındaki azalış, daha ileri parçalanmadan kaynaklanmış olabilir. Grønnevik vd. (2011)'nin yaptığı bir çalışmada, fermantasyon sonucu kefir örneklerinde oluşan asetoin miktarı depolama boyunca azalmıştır.

4.1.7.4 Etil Alkol Değeri

Çizelge 4.7’de gösterildiği gibi, depolama sırasında İK örneklerinin etanol miktarı yaklaşık 22-28 µg/g arasında bulunurken, KK örneklerinin etanol miktarı 32-35 µg/g arasında tespit edilmiştir. Görüldüğü üzere, KK örneklerinin genel ortalama etil alkol miktarı daha yüksek ve aradaki fark önemlidir ($P<0.05$). Bu çalışmada elde edilen veriler, Grønnevik vd. (2011) ve Gul vd. (2015) tarafından yapılan çalışmalarda elde edilen verilerle uyumludur. Kefirdeki alkol üretiminden öncelikli olarak mayalar sorumlu olup, *Lactobacillus kefir* gibi bazı heterofermantatif laktobasiller de etanol üretebilmektedirler (Güzel-Seydim vd., 2000a; Rattray ve O’Connell, 2011). Kefirde etil alkol miktarı, kullanılan kültür çeşidine, kültürün inokülasyon oranına ve kültürün mikrobiyal çeşitliliğine bağlı olarak büyük değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmalarda etil alkol miktarı 0-9700 µg/g arasında değiştiği görülmüştür (Güzel-Seydim vd., 2000b; Wszolek vd., 2001; Beshkova vd., 2003; García Fontán vd., 2006; Ertekin, 2008; Yıldız, 2009; Öner vd., 2010; Grønnevik vd., 2011; Atalar, 2012; Purnomo ve Muslimin, 2012; Kezer, 2013; Kök-Taş vd., 2013; Leite vd., 2013; Gul vd., 2015; Tomar, 2015; Nurliyani vd., 2015a; Affane vd., 2016). Wszolek vd. (2001), inek ve keçi sütünden üretilen kefirlerin sırasıyla ortalama etil alkol miktarını 4.22 ve 3.54 µg/g olarak bulmuşlardır. Tratnik vd. (2006) ise keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin etil alkol miktarının inek sütünden üretilen kefir örneklerine göre daha yüksek olduğunu rapor etmişlerdir.

İK örneklerinde depolama süresinin 28. gününe kadar etil alkol miktarında pek bir değişme olmazken, son gününde ani bir yükseliş tespit edilmiştir. KK örneklerindeki etil alkol miktarı ise depolama boyunca pek bir değişim göstermemiştir. Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre her iki örneğin etil alkol miktarındaki değişmeler önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır (Çizelge 4.7). İK örneklerinde depolamanın son gününde etil alkol miktarındaki yükseliş, aynı gündeki maya sayısının yüksek oluşuna bağlanabilir. Wszolek vd. (2001), depolama süresinin kefir örneklerinin etil alkol miktarı üzerinde etkili olmadığını bulmuşlardır. Güzel-Seydim vd. (2000b), Öner vd. (2010), Grønnevik vd. (2011) ve Kezer (2013) depolama süresince kefir örneklerinin etil alkol miktarının arttığını bildirmişlerdir.

4.1.8 Kefir Örneklerinin Duyusal Özelliklerindeki Değişmeler

İnek ve keçi sütlerinden üretilerek, buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca duyusal özelliklerindeki değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.8’te verilmiştir.

Çizelge 4.8. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin duyusal özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Duyusal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)		
		Yapı, Kıvam ve Tekstür	Tat ve Koku	Genel Beğeni
İK (n=2)	1	4.385±0.217 ^{a*}	4.046±0.193 ^{ab}	4.228±0.193 ^{ab}
	7	4.137±0.064 ^{ab}	4.205±0.161 ^{ab}	4.341±0.096 ^{ab}
	14	4.455±0.128 ^a	4.364±0.129 ^a	4.500±0.064 ^a
	21	4.091±0.064 ^{ab}	3.796±0.097 ^{bc}	4.000±0.064 ^{ab}
	28	4.077±0.055 ^{ab}	3.796±0.097 ^{bc}	3.864±0.129 ^{bc}
	35	3.773±0.193 ^b	3.364±0.064 ^c	3.432±0.161 ^c
İK Genel Ortalama (N=12)		4.153±0.254^{A*}	3.928±0.353^A	4.061±0.378^A
KK (n=2)	1	4.046±0.064 ^{ab}	3.660±0.289 ^a	3.750±0.096 ^{ab}
	7	3.478±0.161 ^c	3.364±0.385 ^a	3.387±0.161 ^b
	14	3.773±0.193 ^{abc}	3.773±0.193 ^a	3.682±0.064 ^{ab}
	21	4.068±0.033 ^a	3.909±0.257 ^a	3.864±0.000 ^a
	28	3.841±0.097 ^{abc}	3.818±0.000 ^a	3.841±0.096 ^{ab}
	35	3.525±0.177 ^{bc}	3.575±0.248 ^a	3.525±0.177 ^{ab}
KK Genel Ortalama (N=12)		3.788±0.259^B	3.683±0.266^A	3.675±0.198^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.1.8.1 Yapı, Kıvam ve Tekstür Puanları

Çizelge 4.8’te görüldüğü gibi, İK örneklerinin genel ortalama yapı, kıvam ve tekstür puanı, KK örneklerinin genel ortalama yapı, kıvam ve tekstür puanından yüksektir. Her iki örneğin yapı, kıvam ve tekstür puanları arasındaki fark önemlidir (P<0.05). Bu sonuç, İK örneklerinin KK örneklerine göre viskozite değerinin yüksek serum ayrılması değerinin düşük olmasıyla uyumludur. Panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde; panelistlerin bir kısmı İK örneklerinin kıvamını çok beğenirken, diğer kısmı ise biraz kıvamlı bulduklarını bildirmişlerdir. Genel anlamda İK örneklerinin viskozitesinin iyi olduğu, pıhtılı yapının yok denecek kadar az olduğunu

ve homojen bir yapı gösterdiğini bildirmişlerdir. Ancak İK örneklerinin az köpüklü bir yapıya sahip olduğunu, depolamanın 28. ve 35. günlerinde kefirin kıvamının önceki depolama günlerine göre hissedilir derecede arttığını ve depolamanın son günü pıhtılı yapının daha hissedilir olduğunu bildirmişlerdir. Panelistler genel olarak KK örneğini homojen yapıda ve pıhtısız olduğunu ancak İK örneğine göre çok akışkan olduğunu, kıvamının düşük olduğunu ve ağızda dolgunluk hissi oluşturmadığını bildirmişlerdir. Panelistlerin bir kısmı KK örneğinin düşük viskoziteli yapısını beğendiğini söylerken, diğer kısım biraz daha yoğun olması gerektiğini bildirmişlerdir.

İK örneklerinde en yüksek yapı, kıvam ve tekstür puanları depolamanın 14. gününde elde edilirken, en düşük değer depolamanın 35. gününde elde edilmiştir. KK örneklerinde ise depolamanın 21. gününde en yüksek ve depolamanın 7. gününde en düşük değerler elde edilmiştir. Her iki örnekte depolama süresi boyunca yapı, kıvam ve tekstürel özelliklerdeki değişim önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

4.1.8.2 Tat ve Koku Puanları

Çalışmada üretilen İK kefir örneklerinin genel ortalama tat ve koku puanları, KK örneklerinkinden yüksek, ancak önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.8).

Depolama süresi boyunca yapılan duyuşal değerlendirmelerde, en yüksek tat ve koku puanları İK örneklerinde depolamanın 14. gününde ve KK örneklerinde ise 21. gününde elde edilmiştir (Çizelge 4.18). Kefir örneklerinin depolama süresince tat ve koku puanlarındaki değişim sadece İK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunurken, KK örneklerinde önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Kefirlerin depolama sırasındaki tat ve koku puanlarındaki artış ya da azalışlar, diasetil miktarı ile diasetil/asetaldehit oranıyla benzerlik göstermektedir. Hem diasetil miktarının hem de diasetil/asetaldehit oranının en yüksek değeri İK örneklerinde 14. gün, KK örneklerinde ise 21. gün olarak tespit edilmiştir. Kezer (2009), % 2 yağlı inek ve keçi sütü (1:1) karışımını DC1 ticari starter kültür ile inkübe etmiş ve 28 gün depolamıştır. Depolama sırasında kefir örneklerinde en yüksek tat ve koku puanı depolamanın son günü tespit edilmiştir. Ayrıca depolama süresinin tat ve koku puanı üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir.

Depolama süresince İK örneklerinin kokusu ile ilgili olumsuz bir eleştiri yapılmamıştır. Panelistler, İK örnekleri için depolamanın ilk günü, kefirin asitliğinin ve aromasının yetersiz olduğunu belirtmişlerdir. Panelistler, İK örneklerinde

depolamanın 21. ve 28. günlerinde asitliğinin çok fazla hissedilir olduğu ve tersine aromada bir azalma hissettiklerini bildirmişlerdir. Depolamanın 35. gününde İK örneklerinin tadı için ekşi, buruk, yavan, ransit ve mayamsı tat gibi değişik eleştiriler yapılmıştır.

KK örnekleri için panelistler keçi kokusunun biraz hissedilir olduğunu bildirmişlerdir. Depolamanın ilk günü asitliğinin çok düşük olduğu, tat ve aroma gelişiminin yetersiz olduğunu bildirmişlerdir. Panelistler, depolamanın ilk günkü tadın alışkın olmadıkları bir tat olarak tanımlamışlardır. Benzer değerlendirmeler depolamanın 7. gününde de yapılmıştır. Depolamanın 14. gününde hissedilir bir asit gelişimi olduğu ancak İK örneklerine ve alışkın oldukları kefir tadına göre halen bir yavan tat olduğu değerlendirilmesinde bulunulmuştur. Depolamanın 21. ve 28. gününde, İK örneklerindeki kadar yoğun olmasa da kefir tat ve aromasının oluştuğu bildirilmiştir. Depolamanın son günü asitlik tadın ve istenmeyen kokunun biraz daha hissedilir olduğu bildirmişlerdir.

4.1.8.3 Genel Beğeni Puanları

Yapılan duyuşal değerlendirme neticesinde panelistler en çok inek sütü ile yapılan kefir örneklerini beğenmişlerdir. KK örneklerinin genel ortalama genel beğeni puanları, İK örneklerinin genel ortalama genel beğeni puanlarından daha düşük çıkmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.18). Wszolek vd. (2001) tarafından yapılan çalışmada da süt çeşidinin genel beğeni üzerinde etkili olduğu tespit edilmiştir. İK örneklerinin en yüksek ve en düşük genel beğeni puanı sırasıyla depolamanın 14. ve 35. gün olarak belirlenmiştir. KK örneklerinin de ise en yüksek ve en düşük genel beğeni puanı sırasıyla depolamanın 21. ve 7. gün olarak belirlenmiştir. Kefir örneklerinin depolama süresince genel beğeni puanlarındaki değişim hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.

Panelistler, İK örneklerinde ferahlatıcı tadın yetersiz olduğunu vurgulamışlardır. Depolamanın 28. ve 35. günlerde, depolamanın önceki günlerine göre kıvamın artması ve tat-aromadaki olumsuz gelişmelerden dolayı genel beğeni puanı düşmüştür.

Panelistlerin bir kısmı keçi sütünden üretilen kefir içtikçe tat ve kokuya alıştığını bildirirken, kalan kısım keçi aromasından rahatsız olduğunu ve alışkın

olmadıkları bir lezzet olduğunu vurgulamışlardır. Bazı panelistler, KK örneklerinde proteolitik veya lipolitik kaynaklı olabileceğini düşündükleri bir acılık olduğunu vurgulamışlardır.

4.2 Kefir Örneklerinin Dondurarak Muhafazası Sırasında Meydana Gelen Değişmeler

Birinci aşamada üretilen kefir örnekleri buzdolabı sıcaklığında 35 gün muhafaza edilerek en iyi depolama zamanı tespit edilmiştir (bkz. Bölüm 4.1). Üretilen İK ve KK örneklerinin kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik, organik asit, aroma ve en önemlisi de duyuşsal özellikleri dikkate alınarak; inek sütünden üretilen örnekler için buzdolabında en iyi depolama zamanının 14. gün olduğu, keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin buzdolabında en ideal depolama zamanının ise 21. gün olduğu ortaya konulmuştur.

İkinci aşamada, Materyal ve Yöntem bölümünde anlatıldığı şekilde yeniden inek ve keçi sütü kullanarak kefir örnekleri üretilmiştir. Üretimden sonra inek sütünden elde edilen kefir örnekleri 14 gün, keçi sütünden elde edilen kefir örnekleri ise 21 gün buzdolabında (+4 °C) depolanmıştır. İnek ve keçi sütünden üretilen kefir örnekleri, -35 °C'de 24 saat bekletilerek dondurulmuştur. Dondurulan örnekler -18 °C'de 45 gün muhafaza edilerek belirlenen periyotlarda kefir örneklerinde yukarıda adı geçen analizler yapılmıştır.

4.2.1 Kefir Örnekleri Üretiminde Kullanılan Sütlerin Bileşimi

Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin üretiminde hammadde olarak kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve organik asit özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.9'da verilmiştir.

Çizelge 4.9. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin üretiminde kullanılan inek ve keçi sütlerinin bazı kimyasal, fiziksel, biyokimyasal ve organik asit özellikleri ($\bar{x}\pm SD$) (n=2)

Analizler	İnek Sütü	Keçi Sütü
Kurumadde (%)	11.65±0.106	11.19±0.018
Yağ (%)	3.10±0.141	3.10±0.024
Protein (%)	3.22±0.009	3.02±0.023
pH	6.66±0.031	6.56±0.014
Titrasyon asitliği (% LA)	0.16±0.001	0.16±0.001
Viskozite (mPa.s)	1.93±0.020	2.20±0.096
Renk L*	79.076±0.083	79.879±0.007
Renk a*	-3.387±0.066	-2.948±0.040
Renk b*	4.894±0.108	5.328±0.049
Lipoliz (meq KOH/100 g yağ)	0.41±0.007	0.95±0.021
Tirozin (mg tirozin/5 mL süt)	0.194±0.040	0.148±0.003
Laktik asit (µg/g)	629.16±26.409	1994.61±26.524
Asetik asit (µg/g)	43.30±0.710	1116.58±6.545
Sitrik asit (µg/g)	1396.73±19.270	633.06±29.215
Pirüvik asit (µg/g)	18.04±1.631	2.82±1.448
Orotik asit (µg/g)	35.40±1.707	0.00±0.000
Oksalik asit (µg/g)	65.61±3.480	71.00±1.024

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı

Çizelge 4.9’da görüldüğü üzere, inek sütlerinin kurumadde, protein ve pH değerleri keçi sütünün değerlerinden yüksek çıkmıştır. Keçi sütünde viskozite ve lipoliz oranı daha yüksek bulunmuştur. Diğer yandan inek sütünde sitrik asit, keçi sütünde ise laktik ve asetik asit miktarı oldukça yüksek bulunmuştur. Ayrıca keçi sütünde orotik asit tespit edilememiştir. Her iki sütte asetaldehit, diasetil, asetoin ve etil alkol saptanmamıştır.

4.2.2 Kefir Örneklerinin Fermantasyon Sonrası Özellikleri

Dondurmak amacıyla yeniden üretilen inek (İK) ve keçi sütünden (KK) yapılan kefir örnekleri fermantasyondan sonra buzdolabı sıcaklığında (+4 °C’de) sırasıyla 14 ve 21 gün bekletilmişlerdir. Çizelge 4.10’da İK ve KK örneklerinin buzdolabında muhafazanın 1. günü yapılan kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik, organik asit, aroma ve duyuşsal özelliklerine ait ortalama değerler verilmiştir.

Çizelge 4.10. Dondurarak depolama öncesi buzdolabı sıcaklığında (+4 °C) muhafaza edilen kefir örneklerinin 1. gün kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyal, organik asit, aroma ve duyuşsal özellikleri ($\bar{x}\pm SD$) (n=2)

Analizler	İnek Kefiri	Keçi Kefiri
Kurumadde (%)	12.54±0.011	11.64±0.026
Yağ (%)	3.18±0.106	3.23±0.035
Protein (%)	3.51±0.035	3.22±0.033
pH	4.48±0.004	4.46±0.055
Titrasyon asitliği (% LA)	0.94±0.304	0.90±0.009
Viskozite (mPa.s)	92.90±19.393	11.47±2.868
Serum ayrılması (%)	32.27±0.689	62.35±5.505
Renk L*	83.074±0.079	82.011±0.117
Renk a*	-3.108±0.021	-3.175±0.101
Renk b*	6.900±0.024	5.781±0.222
Lipoliz (meq KOH/100 g yağ)	0.48±0.004	1.00±0.005
Tirozin (mg tirozin/5 mL süt)	0.542±0.023	0.361±0.025
Laktokok sayısı (log kob/g)	8.58±0.014	9.41±0.011
Laktobasil sayısı (log kob/g)	8.77±0.026	9.47±0.020
Lökonostok sayısı (log kob/g)	8.20±0.339	8.59±0.191
TMAB sayısı (log kob/g)	9.25±0.194	9.64±0.130
AAB sayısı (log kob/g)	7.10±0.585	8.14±0.126
Maya sayısı (log kob/g)	2.44±0.040	1.86±0.211
Yapı, Kıvam ve Tekstür	3.91±0.221	3.71±0.505
Tat ve Koku	4.38±0.035	3.21±0.000
Genel Beğeni	4.10±0.141	3.25±0.051
Laktik asit (µg/g)	6657.73±38.272	7885.28±173.233
Asetik asit (µg/g)	266.09±20.904	1033.10±89.282
Sitrik asit (µg/g)	0.00±0.000	234.15±4.469
Pirüvik asit (µg/g)	22.57±2.524	5.54±0.735
Orotik asit (µg/g)	16.10±0.680	0.00±0.000
Oksalik asit (µg/g)	60.40±1.295	72.25±0.022
Asetaldehit (µg/g)	3.21±0.007	1.36±0.195
Diasetil (µg/g)	1.31±0.364	0.34±0.134
Etil alkol (µg/g)	23.02±0.453	22.29±3.076
Asetoin (µg/g)	18.77±1.595	2.69±0.099

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, L*: Parlaklık, a*: Kırmızılık-yeşillik, b*: Sarılık-mavilik, TAMB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, AAB: Asetik asit bakterisi.

Çizelgeden görüleceği üzere, İK örneklerinin kurumadde, protein, viskozite, b* ve tirozin değerleri KK örneklerinin değerlerine göre daha yüksekken; KK örneklerinin serum ayrılması ve lipoliz değeri İK örneklerinkinden daha yüksektir. Laktokok, laktobasil, lökonostok, asetik asit ve TMAB sayıları KK örneklerinde, maya sayısı ise İK örneklerinde daha yüksek bulunmuştur. İK örneklerinin duyuşsal özellikleri KK örneğine göre daha fazla beğenilmiştir. İK örneklerinde sitrik asit, KK örneklerinde ise orotik asit tespit edilememiştir. KK örneklerinin laktik ve asetik asit miktarları İK örneklerine göre daha yüksekken; İK örneklerinin asetaldehit, diasetil ve asetoin miktarları KK örneklerine göre daha yüksek çıkmıştır.

4.2.3 Kefir Örneklerinin Kimyasal Özelliklerindeki Değişmeler

Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı kimyasal özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.11’de verilmiştir.

Çizelge 4.11. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin kimyasal özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Kimyasal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)				
		Kurumadde (%)	Yağ (%)	Protein (%)	Asitlik (%)	pH
İK (n=2)	0	12.51 $\pm 0.043^{a*}$	3.18 $\pm 0.035^a$	3.54 $\pm 0.015^a$	0.97 $\pm 0.036^a$	4.43 $\pm 0.028^a$
	15	12.45 $\pm 0.088^{ab}$	3.19 $\pm 0.012^a$	3.53 $\pm 0.027^a$	0.97 $\pm 0.017^a$	4.43 $\pm 0.007^a$
	30	12.39 $\pm 0.205^{ab}$	3.20 $\pm 0.000^a$	3.57 $\pm 0.026^a$	0.96 $\pm 0.004^a$	4.43 $\pm 0.001^a$
	45	12.25 $\pm 0.043^b$	3.19 $\pm 0.009^a$	3.52 $\pm 0.001^a$	0.97 $\pm 0.024^a$	4.43 $\pm 0.021^a$
İK Genel Ortalama (N=8)		12.40 $\pm 0.113^{A*}$	3.19 $\pm 0.018^B$	3.54 $\pm 3.214^A$	0.97 $\pm 0.019^A$	4.43 $\pm 0.014^A$
KK (n=2)	0	11.62 $\pm 0.001^a$	3.23 $\pm 0.045^a$	3.27 $\pm 0.009^a$	0.91 $\pm 0.005^a$	4.43 $\pm 0.012^a$
	15	11.55 $\pm 0.040^{ab}$	3.20 $\pm 0.000^a$	3.22 $\pm 0.008^a$	0.91 $\pm 0.011^a$	4.42 $\pm 0.030^a$
	30	11.44 $\pm 0.027^c$	3.23 $\pm 0.035^a$	3.19 $\pm 0.027^a$	0.90 $\pm 0.006^a$	4.43 $\pm 0.018^a$
	45	11.50 $\pm 0.004^{bc}$	3.23 $\pm 0.035^a$	3.18 $\pm 0.052^a$	0.90 $\pm 0.010^a$	4.44 $\pm 0.031^a$
KK Genel Ortalama (N=8)		11.53 $\pm 0.072^B$	3.22 $\pm 0.028^A$	3.21 $\pm 0.042^B$	0.90 $\pm 0.009^B$	4.43 $\pm 0.019^A$

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.2.3.1 Kurumadde

İnek sütü ile yapılan ve dondurarak depolanan İK örneklerinde, genel ortalama kurumadde değeri KK örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.11). Her iki örneğin genel ortalama kurumadde değerleri arasındaki fark önemli (P<0.05) bulunmuştur. Bu durum, kefir yapımında kullanılan sütlerin farklı türlerden olması ve bu sütlerin kurumadde oranlarının farklılığı ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. İK ve KK örneklerinin kurumadde değerleri, Wszolek vd. (2001) ve Nurliyani vd. (2015a) tarafından elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir.

Dondurarak depolama sırasında İK ve KK örneklerinin kurumadde değerinde düşüş ($P<0.05$) görülmektedir (Çizelge 4.11). İK örneklerinde depolamanın 0. günü ile 45. günü arasında, KK örneklerinde ise 0. gün ile 30. ve 45. gün arasındaki fark önemli bulunmuştur ($P<0.05$). Dondurarak depolama sonrası çözünen kefirlerde kefir pıhtısı ve tuzların stabilitesinin bozulması sebebiyle bir miktar çökme gözlemlenmiştir. Her ne kadar örnekler karıştırılarak homojen hale getirilse de bu durum kurumadde değerini etkilemiş olabilir. Weese vd. (1969) ve Weese vd. (1973), süt örneklerinin dondurarak depolanması ile kurumaddenin önemli bir şekilde azaldığını bildirmiştir. Demir (2001), depolama sırasında kefir dondurması örneklerinin kurumadde değerlerinde önemli bir değişiklik olmadığını bulmuştur. Al (2018) ise, depolama sırasında kefir dondurması örneklerinin kurumadde değerinde düşüş olduğunu bulmuştur.

4.2.3.2 Yağ

Çizelge 4.11'de görüldüğü üzere, KK örneklerinin genel ortalama yağ değerleri İK örneklerinden yüksek çıkmıştır. Örneklerin genel ortalama yağ değerleri arasındaki fark da istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Farklılığın nedeninin ısıtma ve dondurma işlemlerinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Örneklerin genel ortalama yağ değerleri, Wszolek vd. (2001) tarafından elde edilen inek ve keçi kefirlerinin yağ değerleriyle uyumludur.

Dondurarak depolanan İK ve KK örneklerinin depolama süresince yağ değerlerinde pek bir değişim ($P>0.05$) gözlenmemiştir (Çizelge 4.11). Dondurarak depolama ve çözünme işlemleri ürünün yağ emülsiyon yapısını olumsuz etkilese de yağ miktarını etkilememektedir (Katsiari vd., 2002). Kefir dondurmasının depolanması (Demir, 2001; Al, 2018) ve peynir (Tejada vd., 2002) örneklerinin dondurarak depolanması sırasında ürünlerin yağ miktarında bir değişim olmadığı bildirilmiştir. Weese vd. (1969) ise dondurarak depolamanın süt yağını etkilediğini bildirmiştir.

4.2.3.3 Protein

İK örneklerinin genel ortalama protein değerleri KK örneklerinin genel ortalama protein değerinden yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.11). Nitekim yapılan

istatistiksel analizlerde her iki kefir örneğinin protein değerleri arasında fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu farklılık, kefirlerin üretiminde kullanılan sütlerin protein farklılığından ileri geldiği düşünülmektedir. İK ve KK örneklerinin genel ortalama protein değerleri, Şatır (2011), Dinkçi vd. (2015) ve Kaczyński vd. (2018) tarafından elde edilen örneklerinin protein değerleriyle benzerlik göstermektedir.

Çizelge 4.11'den de görüleceği üzere, kefir örneklerine ait protein değerleri depolama boyunca genel olarak düşüş eğilimi göstermiştir. Bu düşüş, İK örneklerinde inişli çıkışlı bir seyir izlemiş olsa da, örneklerin protein değerindeki değişim önemsizdir ($P>0.05$). KK örneklerinde ise depolama boyunca düşüş görülmüştür ($P>0.05$). Dondurarak depolanan kefirlerin çözündürülmesi ile kefir pıhtısındaki polipeptit zincirlerindeki bağların kırılmasına ve protein yapısının olumsuz etkilenmesine neden olmuştur (Fontecha vd., 1993). Böylece çözünmüş örneklerde, dondurulmamış örneklere göre daha pıhtılı bir yapı oluşmuştur. Ancak bu durum dondurarak çözünen kefir örneklerinin protein miktarını etkilememiştir. Yapılan bir çalışmada, sütün dondurarak depolanması sırasında protein miktarında bir değişim olmadığı bildirilmiştir (Weese vd., 1973). Wendorff (2001), dondurarak depolanan koyun sütünün çözündürüldükten sonra ambalajın tabanında protein sedimentleri oluşmasından dolayı protein kaybı olduğu, bu kaybın 6 aya kadar önemli olmadığı, 6. aydan sonra protein kaybının % 20 değerine çıktığı belirtilmiştir. Tejada vd. (2002) dondurarak depolanmış peynir örneklerinde ve Demir (2001) kefir dondurması örneklerinde, depolama sırasında protein miktarındaki değişimin önemsiz olduğunu rapor etmişlerdir.

4.2.3.4 Titrasyon Asitliği

Çizelge 4.11'den izlenebileceği üzere, İK örneklerinin genel ortalama titrasyon asitliği değeri KK örneklerine göre oldukça yüksektir ve aradaki fark önemlidir ($P<0.05$). Bu durum, keçi sütünün tamponlama kapasitesinin inek sütüne göre daha yüksek olmasıyla ilişkilidir (Tratnik vd., 2006). Örneklerin titrasyon asitliği değerleri, Dinç (2008), Yıldız (2009) ve Nurliyani vd. (2015a) tarafından elde edilen değerler ile benzerlik göstermektedir.

Hem İK hem de KK örneklerinde, kefirlerin dondurulmasıyla titrasyon asitliğinde neredeyse hiç değişim ($P>0.05$) olmamıştır (Çizelge 4.11). Benzer

sonuçlar, dondurarak depolanan keçi (Nurliyani vd., 2015b; Yaman ve Coşkun, 2015) ve koyun (Katsiari vd., 2002) sütlerinde de tespit edilmiştir. Gomes vd. (1997) ise dondurarak depolanan pastörize keçi sütlerinde, 90 günlük depolamanın son gününde titrasyon asitliğindeki azalmayı önemli bulmuştur. Tejada vd. (2002) hem yavaş hem de hızlı dondurma işlemi uygulanan peynirlerde, 9 aylık depolamanın sadece son ayında titrasyon asitliği miktarında düşüş olduğunu rapor etmiştir. Al (2018), 6 farklı kefir dondurmasının depolama sırasında titrasyon asitliğindeki değişimi önemsiz bulmuştur.

4.2.3.5 pH

Çizelge 4.11’de görüldüğü üzere, dondurarak depolanan İK ve KK örneklerinin genel ortalama pH değerleri aynı çıkmıştır. Nitekim, yapılan istatistiksel analizlerde her iki kefir örneğinin pH değerleri arasında fark ($P>0.05$) saptanmamıştır. Kefirlerin pH değeri diğer araştırmacıların buldukları değerler ile uyumludur (Dinç, 2008; Öner vd., 2010; Kaczyński vd., 2018).

Dondurarak depolama süresi boyunca İK örneklerinin pH değeri değişmemiştir ($P>0.05$). KK örneklerinde pH değeri, dondurarak depolamanın 15. gününde düşmüş, ardından depolama sonuna kadar artmıştır. Ancak değişim önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.11). Kefir örneklerinin dondurulması işlemi kefirin pH değerini etkilememiştir. Katsiari vd. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada, dondurarak depolama işleminin koyun sütünün pH değerini etkilemediği rapor edilmiştir. Nurliyani vd. (2015b), keçi sütünün dondurarak depolanması sırasında pH değerinin hafif yükseldiğini ancak değişimin önemsiz olduğunu tespit etmişlerdir. Van Den Berg (1961), hızlı dondurma yöntemine göre yavaş dondurma yönteminde pH değerinin daha düşük değerlere indiğini, hızlı dondurma yönteminde ise pH değerinde küçük değişimler gözlemlendiğini bildirmiştir.

Al (2018) kefir dondurması çalışmasında, genel anlamda depolamanın 1. ile 45. gün arasındaki pH farkını önemsiz bulurken, 90. günündeki pH yükselmesini önemli bulmuştur. Sato ve Hashimoto (1962), dondurma işleminin sütün asitliğini düşürdüğünü bildirmiştir. Araştırmacılar, bu durumu tuzların çökmesiyle ilişkilendirmiştir. Sütün dondurulması sırasında misellerden kalsiyum gibi bazı minerallerin ayrıldığı, kolloidal yapı stabilitesinin bozulduğu ve protein tortulaşması

meydana geldiği bildirilmiştir. Yaman ve Coşkun (2015) tarafından yapılan bir çalışmada, dondurulup çözünen keçi sütlerin pH değerinin depolamanın 3. ayına kadar düştüğünü, 3. aydan sonra arttığını bulmuştur. Araştırmacılar, pH değerlerindeki bu değerimi sütün içerdiği kalsiyum fosfat, disodyum fosfat ve sodyum karbonatın çökmesiyle ilişkilendirmiştir. Ayrıca donma sırasında çözünür tuzların çökmesi pH değerinin düşmesine, depolamanın 3. ayından sonra aynı tuzların pH değerinin yükselmesine sebep olduğu bildirilmiştir. Ancak kefirin fermente bir ürün olması nedeniyle depolama sırasında mineral madde dengesi çok fazla değermemiştir. Çünkü sütün kefire fermentasyonu sırasında pH değerinin düşmesiyle kalsiyum-kazeinat-fosfat kompleksinden, kalsiyum ve fosfor uzaklaşmakta ve kalsiyum fosfat ve kalsiyum laktat şeklinde çözünmüş olarak ayrılmaktadır. Fermente süt ürünlerinde asit kazein, yapısında neredeyse hiç kalsiyum bulundurmaz (Metin, 2005). Ayrıca bu çalışmada, dondurarak depolama sırasında mikroorganizmaların sayısında azalma olduğu tespit edilmiştir. Kefirlerin pH değeri, mikroorganizma sayısıyla ilişkili olduğu düşünölmektedir.

4.2.4 Kefir Örneklerinin Fiziksel Özelliklerindeki Değerismeler

Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı fiziksel özelliklerinde meydana gelen değerismeler ile bu değerismelerin istatistiksel analiz sonuçları izelge 4.12'de verilmiştir.

Çizelge 4.12. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin fiziksel özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Fiziksel Özellikler ($\bar{x} \pm SD$)				
		Viskozite (mPa.s)	Serum Ayrılması (%)	Renk L* değeri	Renk a* değeri	Renk b* değeri
İK (n=2)	0	96.30 $\pm 3.601^{a*}$	31.34 $\pm 3.480^b$	82.963 $\pm 0.137^a$	-3.098 $\pm 0.006^a$	7.132 $\pm 0.059^a$
	15	11.15 $\pm 1.561^b$	53.02 $\pm 2.826^a$	81.934 $\pm 0.147^b$	-3.252 $\pm 0.073^a$	7.103 $\pm 0.028^a$
	30	12.41 $\pm 2.321^b$	52.96 $\pm 4.278^a$	81.978 $\pm 0.126^b$	-3.170 $\pm 0.108^a$	7.103 $\pm 0.006^a$
	45	8.47 $\pm 2.838^b$	58.40 $\pm 2.208^a$	81.180 $\pm 0.156^c$	-3.228 $\pm 0.074^a$	6.900 $\pm 0.240^a$
İK Genel Ortalama (N=8)		32.08 $\pm 39.718^A*$	48.93 $\pm 11.385^B$	82.014 $\pm 0.685^A$	-3.187 $\pm 0.085^A$	7.059 $\pm 0.137^A$
KK (n=2)	0	12.00 $\pm 1.395^a$	61.36 $\pm 4.484^b$	81.778 $\pm 0.039^a$	-3.244 $\pm 0.027^a$	6.017 $\pm 0.011^a$
	15	2.99 $\pm 0.018^b$	77.80 $\pm 0.182^a$	79.740 $\pm 0.028^b$	-3.390 $\pm 0.028^b$	6.263 $\pm 0.230^a$
	30	2.95 $\pm 0.045^b$	77.69 $\pm 0.338^a$	79.541 $\pm 0.126^b$	-3.301 $\pm 0.020^{ab}$	5.898 $\pm 0.177^a$
	45	2.58 $\pm 0.099^b$	76.34 $\pm 0.052^a$	79.885 $\pm 0.612^b$	-3.313 $\pm 0.004^{ab}$	5.951 $\pm 0.103^a$
KK Genel Ortalama (N=8)		5.13 $\pm 4.279^B$	73.29 $\pm 7.587^A$	80.236 $\pm 0.989^B$	-3.312 $\pm 0.058^B$	6.032 $\pm 0.189^B$

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05). L*: Parlaklık, a*: Kırmızılık-yeşillik, b*: Sarılık-mavilik

4.2.4.1 Viskozite Değeri

Çizelge 4.12'den izlenebileceği üzere, İK örneklerinin genel ortalama viskozite değeri KK örneklerine göre oldukça yüksektir ve aradaki fark önemli (P<0.05) bulunmuştur. Bu durum, inek ve keçi sütünün kazein fraksiyonlarını farklı oranlarda içermesiyle ilişkilidir. Bu nedenle keçi sütünden elde edilen pıhtı daha yumuşak olup, fermente keçi ürünlerinde zayıf tekstüre neden olmaktadır (Vargas vd., 2008; Güneşer ve Karagül-Yüceer, 2010).

İnek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin dondurulmasıyla, örneklerin viskozite değerinde düşüş tespit edilmiştir (Çizelge 4.12). Nitekim, her iki kefir örneğinde de, dondurarak depolamanın 0. gününe göre depolamanın 15. gününde viskozite değerindeki düşüş önemlidir (P<0.05). Depolamanın 15. ile 45. günleri arasında, İK ve KK örneklerinin viskozite değerlerinde düşüş devam etmiş olsa da, fark önemli değildir (P>0.05). KK örneklerinin dondurarak depolama sırasındaki viskozite değeri (2.57-3.00 mPa.s), kefir üretiminde kullanılan keçi sütünün viskozite

değerine (2.20 mPa.s) yakın çıkmıştır. Fermente süt ürünlerinin kendine özgü karakteristik yapısının elde edilmesinde en önemli unsur proteinlerdir. Kefirin asit jeli, denatüre serum proteinleri ve kazeinden oluşan bir ağ yapısı şeklindedir (MEB, 2011). Laktik asit bakterileri tarafından üretilen ekzopolisakkaritlerin süt proteinleri ile etkileşime girdiği ve fermente süt ürünlerinde viskoziteyi ve su tutma kapasitesini arttırdığı bildirilmiştir (Milci ve Yaygın, 2005; Kök-Taş vd., 2013). Çalışmada stirred tip kefir üretilmesi sebebiyle, oluşan pıhtı fermantasyon sonrası kırılmıştır. Kefirin dondurulup çözülmesi ile kefir pıhtısının yapısı biraz daha olumsuz etkilenmiş olup kolloidal özelliğini kaybetmişlerdir. Bu durum, dondurulmamış kefire göre daha fazla pıhtının dibe çökmesine neden olmuştur. Ayrıca dondurarak depolama işleminin yağ emülsiyonunu olumsuz etkilediği bilinmektedir (Nurliyani vd., 2015b). Bu nedenle dondurulmamış ve dondurulmuş kefir arasında viskozite farkı oluşmuştur.

4.2.4.2 Serum Ayrılması Değeri

Çalışma kapsamında üretilen ve dondurarak muhafaza edilen İK örneklerinde elde edilen genel ortalama serum ayrılması değeri, KK örneklerinden düşük çıkmıştır (Çizelge 4.12). Aradaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Bu farkın, Bölüm 4.1.3.2'de açıklanan sebeplerden dolayı keçi sütünden üretilen fermente süt ürünlerinin inek sütünden üretilen ürünlere göre daha yumuşak bir pıhtının oluşmasına ve bu ürünlerde daha fazla serum ayrılmasına neden olduğu düşünülmektedir.

Dondurarak depolama işlemi, inek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin serum ayrılması değerlerinde artışa sebep olmuştur. Bu artış, İK ve KK örneklerinde dondurarak depolamanın 15. gününde önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.12). Depolamanın 15. ile 45. günleri arasında, İK ve KK örneklerinin serum ayrılması değerlerinde önemli bir değişim görülmemiştir ($P > 0.05$). Kefirin üretimi sırasında süte uygulanan ısı uygulaması ve inkübasyon sırasındaki asitlik gelişimiyle proteinlerden bir ağ yapısı oluşmaktadır. Bu ağ yapısı içine yağ globülleri ve çözünmüş bileşikler girmekte ve böylece pıhtının stabilitesi artmaktadır. Ancak oluşan pıhtı, fermantasyon sonrası kırılmasının yanı sıra dondurulup çözünme işlemiyle de yapısı bozulmaktadır. Bu nedenle kolloidal niteliğini kaybeden proteinler serum ayrılmasına neden olmaktadır (MEB, 2011). Culbertson (2006), dondurulmuş bir üründe proteinlerin, su tutma ve bağlama özelliklerini kaybedebileceğini bildirmiştir. Ayrıca su tutma

özelliğine sahip kefiran başta olmak üzere ekstraselüler polisakkarit (EPS) bileşikler, kefirin dondurulup çözünmesinden olumsuz etkilenmiş olabileceği düşünülmektedir.

4.2.4.3 Renk L* Değeri

Çizelge 4.12'den de görüleceği gibi, inek ve keçi sütü kullanılarak üretilen İK örneklerinin genel ortalama L* değeri, KK örneklerinin genel ortalama L* değerine göre daha yüksektir ve aradaki fark önemlidir ($P<0.05$).

Dondurarak depolama sırasında hem İK hem de KK örneklerinin L* değerinde, genel olarak düşüş ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.12). Her iki kefirde de en yüksek L* değeri dondurarak depolamanın 0. gününde tespit edilmiştir. İK örneğinde, depolamanın 15. günü ile 30. günü arasındaki L* değerlerindeki değişim önemsiz ($P>0.05$), 45. günündeki azalma ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinde, depolamanın 15.-45. günler arasındaki L* değerlerindeki fark önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Kefirin dondurulması ile kefir pıhtısında ve kalsiyum fosfat gibi bazı tuzların çökme eğilimi göstermesi sebebiyle, dondurulup çözünen kefirler ışığı daha az yansıtmış olabilir. Ayrıca dondurulma işlemi sonucu yağ emülsiyonunun bozulması ve/veya yağ globüllerinin parçalanması kefirin L* değerinde azalmaya sebep olmuş olabilir. Bundan dolayı dondurulma öncesi ve sonrası kefirlerin L* renginde fark oluşmuştur. Yaman ve Coşkun (2015), dondurarak depolamanın keçi sütünün L* değerini etkilediğini ve depolama sonunda L* değerinde önemli bir azalma olduğunu rapor etmişlerdir.

4.2.4.4 Renk a* Değeri

KK örneklerinin genel ortalama a* değeri, İK örneklerinin genel ortalama a* değerine göre (negatif yönde) daha yüksek tespit edilmiştir. Örneklerin genel ortalama a* değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.12). Bu çalışmada elde edilen değerler ile Tomar (2015) tarafından elde edilen değerler benzerlik göstermektedir.

Hem İK hem de KK örneklerinin a* değerleri (negatif yönde), dondurarak depolamada artmıştır. Bu artış, İK örneklerinde istatistiksel olarak önemli ($P>0.05$) değilken, KK örneklerinde ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinin a* değerinde, dondurma işleminin 0. günü ile 15. günü arasında farklılık önemlidir

($P < 0.05$). Yaman (2010), dondurarak depolanan keçi sütü örneklerinin 3 aylık depolama sırasındaki a^* değerlerinin inişli-çıkışlı bir seyir izlediğini ancak depolama süresince a^* değerindeki değişimin önemli olduğunu rapor etmiştir.

4.2.4.5 Renk b^* Değeri

Çalışmada, inek sütünden üretilen kefirlerin keçi sütünden üretilen kefirlerle göre genel ortalama b^* değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bu fark önemli ($P < 0.05$) ıkmıştır (izelge 4.12). KK örneklerine göre İK örneklerinde b^* değerlerinin daha yüksek olması, inek sütlerinin karoten miktarının keçi sütlerine göre daha yüksek içermesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir (Metin, 2009).

Çizelge 4.12'den de görüleceği gibi, dondurarak muhafaza süresi boyunca İK rneklerinin b^* değerlerinde azalma, KK rneklerinin b^* değerlerinde ise inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Ancak başlangıç değerine kıyasla bir azalma söz konusudur. Kefir rneklerinin dondurarak depolama sırasındaki bu değişimleri nemsiz ($P > 0.05$) bulunmuştur. Kefirin dondurulması ve depolanması sırasında yağ miktarı değişmediğinden dolayı b^* değerinin de değişmediği düşünülmektedir. Yapılan bir çalışmada, keçi sütü örneklerinin b^* değerlerinin, dondurarak depolama sırasında önce artış gösterdiği daha sonra düştüğü tespit edilmiş ve depolama süresince b^* değerindeki değişimin önemli olduğu rapor edilmiştir (Yaman, 2010).

4.2.5 Kefir rneklerinin Biyokimyasal zelliklerindeki Değişmeler

Çalışma kapsamında üretilen ve dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı biyokimyasal özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları izelge 4.13'te verilmiştir.

Çizelge 4.13. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin biyokimyasal özellikleri

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Biyokimyasal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)	
		Lipoliz değeri (meq KOH/100 g yağ)	Proteoliz değeri (mg tirozin/5 g kefir)
İK (n=2)	0	0.79±0.030 ^{a*}	0.610±0.031 ^a
	15	0.88±0.010 ^a	0.507±0.030 ^a
	30	0.95±0.005 ^a	0.511±0.027 ^a
	45	1.07±0.193 ^a	0.514±0.013 ^a
İK Genel Ortalama (N=8)		0.92±0.131^{B*}	0.535±0.050^A
KK (n=2)	0	1.03±0.045 ^b	0.419±0.018 ^a
	15	1.14±0.047 ^{ab}	0.326±0.008 ^b
	30	1.34±0.106 ^a	0.333±0.016 ^b
	45	1.19±0.006 ^{ab}	0.343±0.008 ^b
KK Genel Ortalama (N=8)		1.18±0.129^A	0.355±0.041^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c,d}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.2.5.1 Lipoliz Değeri

KK örneklerinin İK örneklerine göre genel ortalama lipoliz değeri daha yüksek çıkmıştır. Dondurarak muhafaza edilen İK ve KK örneklerinin genel ortalama lipoliz değerleri arasındaki fark, istatistiksel olarak önemli (P<0.05) çıkmıştır (Çizelge 4.13). KK örneklerinde İK örneklerine göre lipoliz değerinin yüksek çıkması, Bölüm 4.1.4.1'de açıklanan sebeplerden dolayı üretiminde kullanılan sütün lipoliz değerinin yüksek olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Dondurarak depolama sırasında gerek İK gerekse KK örneklerinde lipoliz değerleri artış göstermiştir. Depolama sırasında lipolizdeki bu değişim İK örneklerinde önemsiz bulunurken (P>0.05), KK örneklerinde önemli bulunmuştur (P<0.05). Bölüm 4.1'de elde edilen verilerle kıyaslanacak olursa, dondurarak depolama işleminin kefir örneklerinin lipoliz hızını yavaşlattığı söylenebilir. KK örneklerinde, depolama süresi boyunca en yüksek lipoliz değeri depolamanın 30. gününde tespit edilmiş ve depolamanın 0. gününe göre fark istatistiksel olarak önemli (P<0.05) bulunmuştur. Dondurarak depolama süresince kefirlerin ADV değerlerinde artış meydana gelmesi, ortamda bulunan mikrobiyal lipaz enzimlerinin aktivitesinin devam etmesiyle açıklanabilir (Katsiari vd., 2002). Diğer yandan 6 ay dondurarak muhafaza edilen peynirlerin ADV değeri kontrol grubuna göre yüksek bulunmuştur (Park vd., 2006). Dondurarak muhafaza edilmiş keçi sütü üzerine yürütülen bir çalışmada, keçi sütünün

dondurarak depolanması sırasında serbest yağ asidi miktarı depolamanın 30. gününe kadar arttığı, bilahare azaldığı tespit edilmiştir. Dondurulmuş gıdaların bozulması, genellikle dondurma işleminden önce mikroorganizmaların ürettikleri proteaz ve lipaz gibi enzimlerin neden olduğu enzimatik reaksiyonlarına atfedilmektedir. Organizmalar inaktif olsalar da, bu enzimler dondurulmuş gıdalarda aktif olabilmektedirler (Nurliyani vd., 2015b).

4.2.5.2 Proteoliz Değeri

Çizelge 4.13'ten de görüleceği üzere, genel ortalama proteoliz değeri, İK örneklerinde daha yüksek tespit edilmiştir. İK ve KK örnekleri proteoliz değerleri arasındaki bu fark istatistiksel olarak önemlidir ($P < 0.05$). Bunun muhtemel sebebi, İK örneklerinin incelenen mikrobiyal gruplarının sayısının, KK örneklerine göre yüksek olmasından kaynaklanabilir (Çizelge 4.14).

İK ve KK örneklerinin proteoliz değerlerinde, dondurma işlemiyle bir azalma olduğu tespit edilmiştir. Bu azalış istatistiksel olarak İK örneğinde önemli değilken ($P > 0.05$), KK örneğinde önemli ($P < 0.05$) bulunmuştur. Ayrıca dondurarak depolamanın 15. günü ile 45. günü arasında hemen hemen sabit ($P > 0.05$) kalmıştır. Dondurarak depolama işlemi, örneklerin toplam protein miktarını değiştirmese de, örneklerde pıhtılı yapı oluşmasına ve pıhtılı yapının tabana daha fazla çökmesine neden olmaktadır (Wendorf, 2001). Ayrıca serbest amino asitler alkollere, aldehitlere, uçucu asitlere, esterlere ve sülfür içeren bileşiklere dönüşmektedirler (Wszolek vd., 2006).

4.2.6 Kefir Örneklerinin Mikrobiyolojik Özelliklerindeki Değişmeler

İnek sütü ve keçi sütü kullanılarak üretilen ve buzdolabında en ideal saklama süresini doldurduktan sonra dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca bazı mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.14'te verilmiştir. Çizelge genel olarak incelendiğinde; KK örneklerinde incelenen mikroorganizma sayılarının İK örneklerine göre daha düşük olduğu, ayrıca dondurarak depolama sırasında KK örneklerinin mikroorganizma sayılarında daha fazla bir düşüş yaşandığı gözlenmiştir.

Çizelge 4.14. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı mikrobiyolojik özelliklerindeki değişimler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Mikrobiyolojik Özellikler (log kob/g) (\bar{x} ±SD)					
		Laktokok	Laktobasil	Lökonostok	TMAB	AAB	Maya
İK (n=2)	0	8.52 ±0.162 ^{a*}	6.65 ±0.009 ^a	6.62 ±0.100 ^a	8.46 ±0.129 ^a	6.35 ±0.022 ^a	2.01 ±0.067 ^a
	15	8.33 ±0.083 ^{ab}	5.92 ±0.182 ^{ab}	6.37 ±0.061 ^{ab}	8.42 ±0.067 ^a	5.28 ±0.356 ^b	1.89 ±0.274 ^a
	30	8.34 ±0.042 ^{ab}	5.56 ±0.037 ^{bc}	6.13 ±0.046 ^{ab}	8.39 ±0.129 ^a	4.39 ±0.178 ^c	1.45 ±0.557 ^a
	45	8.00 ±0.139 ^b	5.04 ±0.337 ^c	6.03 ±0.243 ^b	8.31 ±0.137 ^a	4.24 ±0.171 ^c	1.25 ±0.921 ^a
İK Genel Ortalama (N=8)		8.30 ±0.220 ^{A*}	5.79 ±0.642 ^A	6.29 ±0.265 ^A	8.39 ±0.108 ^A	5.06 ±0.915 ^A	1.65 ±0.536 ^A
KK (n=2)	0	8.46 ±0.120 ^a	6.23 ±0.128 ^a	6.10 ±0.131 ^a	8.57 ±0.123 ^a	6.09 ±0.170 ^a	1.30 ±0.549 ^a
	15	7.72 ±0.052 ^b	4.71 ±0.203 ^b	5.72 ±0.059 ^{ab}	7.65 ±0.076 ^b	4.09 ±0.891 ^{ab}	1.14 ±0.030 ^{ab}
	30	7.01 ±0.136 ^c	3.42 ±0.318 ^c	5.31 ±0.257 ^b	7.45 ±0.093 ^b	2.41 ±0.262 ^{bc}	0.15 ±0.216 ^{ab}
	45	7.26 ±0.261 ^{bc}	2.49 ±0.022 ^d	4.41 ±0.135 ^c	7.07 ±0.028 ^c	1.44 ±0.296 ^c	0.00 ±0.000 ^b
KK Genel Ortalama (N=8)		7.61 ±0.604 ^B	4.21 ±1.512 ^B	5.38 ±0.683 ^B	7.68 ±0.593 ^B	3.51 ±1.923 ^A	0.65 ±0.654 ^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir, TMAB: Toplam mezofilik aerobik bakteri, AAB: Asetik asit bakteri. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c,d}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.2.6.1 Laktokok Sayısı

Çalışmada üretilen ve dondurarak depolanan İK ve KK örneklerinin genel ortalama laktokok sayıları, İK örneklerinde daha yüksek (P<0.05) çıkmıştır (Çizelge 4.14). KK örneklerinin laktokok sayılarının düşük çıkması, keçi sütünün yapısından kaynaklanmış olabilir. Elde edilen değerler, O'Brien vd. (2016) tarafından elde edilen dondurulup çözündürülmüş kefir örneklerinin laktokok sayısından yüksektir.

Dondurarak muhafaza edilen İK ve KK örneklerinin depolama boyunca laktokok sayıları genel anlamda düşüş (P<0.05) göstermiştir (Çizelge 4.14). İK örneklerinde, dondurarak depolamanın 0. günü ile 45. günü arasında laktokok sayısında yaklaşık 0.52 log azalma (P<0.05) tespit edilmiştir. KK örneklerinde ise, depolama süresince yaklaşık 1.2 log azalma (P<0.05) görülmüştür. Dondurarak

depolamada KK örneklerinin en düşük laktokok sayısı, depolamanın 30. günü tespit edilmiştir. KK örneklerinin depolamanın 0. günü ile 15., 30. ve 45. günlerdeki laktokok sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Dondurarak depolama sırasında İK örneklerinin laktokok sayısının 8 log, KK örneklerinin laktokok sayısının 7 log birimin altına düşmediği tespit edilmiştir. Nitekim Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (2009)'nde, kefirin toplam spesifik mikroorganizma sayısının en az 10^7 kob/g olması gerektiği belirtilmektedir. O'Brien vd. (2016), yapmış olduğu bir çalışmada, 30 günlük dondurarak depolama sırasında keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin laktokok sayısında önemli bir düşüş olduğunu rapor etmişlerdir. Ayrıca dondurulmamış örneğin laktokok sayısına göre kefir tanesiyle üretilen keçi kefir örneklerinde yaklaşık 3.08 log, starter kültür ile üretilmiş keçi kefir örneklerinde 3.56 log azalma tespit etmişlerdir. Araştırmacılar tarafından dondurarak depolamanın laktokok sayısı üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğu bulunmuştur. Demir (2001), depolama sırasında kefir dondurmalarındaki laktokok sayısındaki azalmanın önemsiz olduğunu bulmuştur. Al (2018) yapmış olduğu bir çalışmada, 6 farklı kefir dondurması mikslerinden ürettiği kefir dondurmalarının laktokok sayılarını üretildiği mikslerin laktokok sayılarından daha düşük tespit etmiştir. Araştırmacı, ayrıca kefir dondurmalarının depolama boyunca laktokok sayısındaki düşüşün önemli olduğunu da bildirmiştir.

4.2.6.2 Laktobasil Sayısı

Çizelge 4.14'ten de görüleceği üzere, İK örneklerinin genel ortalama laktobasil sayısı (5.79 log kob/g), KK örneklerinin genel ortalama laktobasil sayısından (4.21 log kob/g) daha yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. Çizelge 4.12'de de değinildiği üzere, KK örneklerinin viskozite değerleri İK örneklerinden düşüktür. Bu durum KK örneklerinde laktobasil sayısının daha düşük çıkmasına ve donma işleminden daha fazla etkilenmesine neden olmuş olabileceği düşünülmektedir.

Gerek İK ve gerekse KK örneklerinde laktobasil sayıları dondurarak depolama boyunca düşmüştür. Düşüş KK örneklerinde daha fazla olmuştur. Dondurarak depolama süresince laktobasil sayılarındaki düşüş hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14). Çizelgede görüldüğü üzere, İK örneklerinin laktobasil sayısı, depolamanın 0. gününe göre, 15. gününde yaklaşık 0.73 log ($P>0.05$), 30. gününde 1.09 log ($P<0.05$) ve 45. gününde 1.61 log ($P<0.05$)

azalmıştır. KK örneklerinde ise depolamanın 0. gününe göre, 15. gününde yaklaşık 1.52 log ($P<0.05$), 30. gününde 2.81 log ($P<0.05$) ve 45. gününde 3.74 log ($P<0.05$) azalma görülmüştür. Kısaca dondurarak muhafaza KK örneklerinde laktobasil sayılarını daha fazla etkilemiştir. O'Brien vd. (2016), yapmış oldukları bir çalışmada, kefir tanesi ve ticari kültür ile üretilen kefir örneklerinin başlangıç laktobasil sayısına göre 30 günlük dondurarak depolama sonunda sırasıyla 3.17 ve 2.82 log'luk azalma olduğunu ve bu azalmanın önemli olduğunu tespit etmişlerdir. Demir (2001), depolama sırasında kefir dondurmalarındaki laktobasil sayısındaki azalmanın önemli olduğunu bulmuştur. Yapılan başka bir kefir dondurması çalışmasında, dondurma mikslere göre kefir dondurmasının laktobasil sayılarında düşüş olduğu, bilahare depolama süresince kefir dondurmalarının laktobasil sayılarının düştüğü ve düşüşün önemli olduğu saptanmıştır (Al, 2018).

4.2.6.3 Lökonostok Sayısı

Dondurarak depolanan kefir örneklerinin genel ortalama lökonostok sayıları; İK örneklerinde 6.29 log kob/g, KK örneklerinde 5.38 log kob/g olarak bulunmuş ve aradaki farkın önemli ($P>0.05$) olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.14).

Çizelge 4.14'ten de anlaşılacağı gibi, inek ve keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin lökonostok sayıları dondurarak depolama boyunca düşüş göstermiştir. Depolama süresinin, kefir örneklerinin lökonostok sayıları üzerinde etkisinin önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Ancak, depolama sonunda KK örneklerinin lökonostok sayılarındaki düşüş İK örneklerine göre daha hızlıdır. İK örneklerinde, depolamanın 0. ile 45. günleri lökonostok sayıları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinde ise 0. ile 30. günler, 0. ile 45. günler, 15. ile 45. günler ve 30. ile 45. günler arasındaki değişim istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Kefir dondurması üzerinde yapılan bir çalışmada, kefir dondurması örneklerinin lökonostok sayısı üretildiği mikslardan genel olarak daha düşük olduğu, ayrıca depolama sırasında kefir dondurmalarının lökonostok sayısının düştüğü ve farkın önemli olduğu saptanmıştır (Al, 2018).

4.2.6.4 Toplam Mezofilik Aerobik Bakteri Sayısı

İK örneklerinin genel ortalama toplam mezofilik aerobik bakteri (TMAB) sayısı, KK örneklerinin TMAB sayısından yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Dondurarak depolama sırasında her iki örneğin TMAB sayısında azalma tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). İK örneklerindeki azalma önemsiz ($P>0.05$) bulunurken, KK örneklerinde ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Çizelgeden de görüleceği gibi, dondurarak depolama sırasında İK örneklerinin TMAB sayısı 8 log, KK örneklerinin TMAB sayısı ise 7 log birimin altına düşmediği tespit edilmiştir. KK örneklerinde depolamanın 0. gününe göre, 15. gününde yaklaşık 0.9 log ($P<0.05$), 30. gününde 1.1 log ($P<0.05$) ve 45. gününde 1.5 log ($P<0.05$) azalma görülmüştür. Yapılan çalışmalarda, keçi sütünün dondurarak depolaması sırasında TMAB sayısında önemli bir değişim olmamakla birlikte bir azalma gözlemlenmiştir (Nurliyani vd., 2015b; Yaman ve Coşkun, 2015). Al (2018) yapmış olduğu bir çalışmada, depolama sonunda kefir dondurması örneklerinin TMAB sayısında üretilen mikslere göre yaklaşık 1 log'luk azalma olduğunu ve değişimin önemli olduğunu bulmuştur.

4.2.6.5 Asetik Asit Bakteri Sayısı

İK ve KK örneklerinin genel ortalama asetik asit bakteri sayıları sırasıyla 5.06 ve 3.51 log kob/g şeklinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.14). Yapılan istatistiksel analiz sonuçlarına göre her iki kefir örneğinin genel ortalama asetik asit bakteri sayıları arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.

Dondurarak depolamanın 0. gününde inek ve keçi sütünden yapılan kefir örneklerinin asetik asit bakteri sayısı sırasıyla 6.35 ve 6.09 log kob/g olarak tespit edilmiştir. Depolama sonunda bu sayılar İK örneklerinde 4.24 log kob/g'a, KK örneklerinde 1.44 log kob/g'a düşmüştür. Düşüş, KK örneklerinde çok daha fazla olmuştur. KK örneklerinde asetik asit bakterilerinin dondurarak depolanmadan oldukça etkilendikleri anlaşılmaktadır (Çizelge 4.14). Kefir örneklerinin dondurarak depolama süresi boyunca asetik asit bakteri sayılarındaki düşüş önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Laktokok, laktobasil, lökonostok ve TMAB sayılarında olduğu gibi İK örneklerinin asetik asit bakteri sayısı da KK örneklerine göre yüksek çıkmıştır. Bu durum, İK örneklerinde mikroorganizmaların soğuktan daha az etkilenmesiyle ilişkili

olduğu düşünülmektedir. Al (2018) tarafından yağsız süt tozu kullanılarak yapılan bir çalışmada, 6 farklı kefir dondurmasında üretildikleri mikslere göre daha düşük asetik asit bakterisi olduğu, yine kefir dondurması örneklerinde, depolama süresince asetik asit bakterilerinin sayısının azaldığı ve bu değişimin önemli olduğu rapor edilmiştir.

4.2.6.6 Maya Sayısı

İK örneklerinin, KK örneklerine göre genel ortalama maya sayıları daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.14). Nitekim, yapılan istatistiksel analiz sonuçları da iki örnek arasındaki farkın önemli ($P < 0.05$) olduğunu göstermektedir. O'Brien vd. (2016), kefir tanesi ve ticari kültür ile ürettiği keçi kefir örneklerinin dondurarak depolanması sırasında, elde ettiğimiz sayılardan daha yüksek maya sayısı tespit etmişlerdir. Bunun muhtemel sebebi araştırmacının çalıştığı örneklerde başlangıç maya sayısının yüksek olmasından kaynaklanabilir.

Dondurarak depolama boyunca her iki örnekte maya sayısında hızlı bir düşüş tespit edilmiştir. Düşüş KK örneklerinde daha hızlı olmuştur. Hatta dondurarak depolamanın son gününde KK örneklerinde maya tespit edilememiştir. Söz konusu düşüş; İK örneklerinde önemsiz ($P > 0.05$), KK örneklerinde önemli ($P < 0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.14). Kefir örneklerinin maya sayıları dondurulmuş örneklerde 2 log birimin altında kalmıştır. O'Brien vd. (2016) yapmış oldukları bir çalışmada, dondurulmuş kefir örneklerinin maya sayısını 30 günlük depolama süresi boyunca kefir tanesiyle üretilen kefirlerde yaklaşık 2 log, ticari kültür ile üretilen kefirlerde yaklaşık 2.8 log düştüğünü rapor etmişlerdir. Kefir dondurması üzerine yapılan bir çalışmada, dondurma mikslarında 2.11-2.61 log kob/g arasında maya sayısı belirlenirken, kefir dondurması örneklerinin maya sayısı depolama süresi boyunca önemli bir şekilde azaldığı tespit edilmiştir. Ayrıca araştırmacılar depolamanın son gününde 6 farklı kefir dondurmasının hiçbirinde maya sayısı tespit edilememiştir (Al, 2018). Benzer sonuç, Tejada vd. (2002) tarafından peynir örneklerinde de rapor edilmiştir.

4.2.7 Kefir Örneklerinin Organik Asit İçeriklerindeki Değişmeler

Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin dondurarak depolama boyunca bazı organik asit içeriğinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.15'te verilmiştir.

Çizelge 4.15. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin bazı organik asit içeriklerindeki değişimler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Organik Asitler (µg/g) (\bar{x} ±SD)					
		Laktik Asit	Asetik Asit	Sitrik Asit	Pirüvik Asit	Orotik Asit	Oksalik Asit
İK (n=2)	0	7392.00 ±334.777 ^{a*}	226.71 ±11.176 ^a	0.00 ±0.000	12.19 ±1.496 ^a	20.42 ±2.169 ^a	65.51 ±2.945 ^a
	15	7292.69 ±603.529 ^a	344.56 ±52.824 ^a	0.00 ±0.000	8.99 ±1.603 ^a	17.27 ±4.445 ^a	60.01 ±8.462 ^a
	30	7445.43 ±318.336 ^a	291.15 ±30.180 ^a	0.00 ±0.000	8.82 ±1.291 ^a	19.49 ±3.839 ^a	58.76 ±3.572 ^a
	45	7232.32 ±209.524 ^a	220.67 ±23.174 ^a	0.00 ±0.000	8.28 ±0.161 ^a	18.48 ±2.585 ^a	60.50 ±5.288 ^a
İK Genel Ortalama (N=8)		7340.61 ±310.958^{A*}	270.77 ±59.745^B	0.00 ±0.000^B	9.57 ±1.905^A	18.92 ±2.850^A	60.50 ±5.288^B
KK (n=2)	0	7605.41 ±133.590 ^a	1131.78 ±65.938 ^b	198.51 ±10.160 ^b	1.90 ±0.557 ^a	0.00 ±0.000	74.53 ±0.928 ^a
	15	7491.54 ±123.288 ^a	1204.70 ±29.530 ^{ab}	248.74 ±2.266 ^a	1.68 ±0.616 ^a	0.00 ±0.000	72.90 ±0.641 ^a
	30	7372.47 ±131.788 ^a	1291.20 ±127.761 ^{ab}	270.84 ±2.053 ^a	2.11 ±0.252 ^a	0.00 ±0.000	58.93 ±0.062 ^c
	45	7399.55 ±237.705 ^a	1532.64 ±88.753 ^a	263.13 ±20.186 ^a	2.61 ±0.098 ^a	0.00 ±0.000	68.74 ±0.281 ^b
KK Genel Ortalama (N=8)		7467.24 ±157.393^A	1290.08 ±173.941^A	245.31 ±31.310^A	2.08 ±0.493^B	0.00 ±0.000^B	68.77 ±6.495^A

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.2.7.1 Laktik Asit Değeri

İnek ve keçi sütlerinden yapılan kefir örneklerinin genel ortalama laktik asit miktarı sırasıyla 7340.61 ve 7467.24 µg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Örneklerin genel ortalama laktik asit miktarları arasındaki fark önemsiz (P>0.05) çıkmıştır.

Depolama sırasında İK ve KK örneklerinin laktik asit miktarları inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir. Ancak başlangıç değerlerine kıyasla bir azalma söz konusudur. İK ve KK örneklerinin dondurarak depolanması esnasında laktik asit miktarlarında meydana gelen değişimler istatistiksel olarak önemsiz (P>0.05) bulunmuştur (Çizelge 4.15).

4.2.7.2 Asetik Asit Değeri

Çizelge 4.15'te görüldüğü üzere, KK örneklerinin genel ortalama asetik asit miktarı İK örneklerinin genel ortalama asetik asit miktarından oldukça yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Bu farkın, kefir üretiminde kullanılan keçi sütünün asetik asit miktarının inek sütünün asetik asit miktarından fazla olmasıyla ilişki olduğu düşünülmektedir (bkz. Çizelge 4.9). Ayrıca, depolama sırasında kefir örneklerinin asetik asit miktarı elde edildikleri sütlerin asetik asit miktarından yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Çizelge 4.15'ten de anlaşılacağı gibi, dondurarak muhafaza sırasında İK örneklerinin asetik asit miktarında, depolamanın 15. gününde artış, akabinde depolama sonuna kadar düşüş gerçekleşmiştir. İK örneklerinde, başlangıç değerlerine kıyasla depolama sonunda asetik asit miktarının daha düşük olduğu görülmüştür. Dondurarak depolama sırasında, İK örneklerinin asetik asit miktarındaki değişim istatistiksel olarak önemli olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. KK örneklerinin asetik asit miktarları depolama süresince artmış ($P<0.05$) ve depolamanın 45. gününde en yüksek değere yükselmiştir. KK örneğinde, dondurarak depolamanın 0. günü ile 45. günü arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). KK örneklerinin asetik asit miktarlarındaki artış, aynı örneklerin asetik asit bakteri sayısı ile ters orantılı bir seyir izlediği gözlemlenmiştir. Bu sonucun, asetik asit bakterilerinin, dondurma işleminin veya dondurarak saklamasının etkisiyle hücre zarının hasarlanmasına ve asetik asit üreten enzimlerin hücre içi ortamdan hücre dışına salınmasına ve böylece asetik asit üretimine etkili olduklarına bağlanabilir. Zira dondurma işlemiyle enzim aktivitesi yavaşlayabilir, ancak durmaz.

4.2.7.3 Sitrik Asit Değeri

Dondurarak depolama süresince KK örneklerinin genel ortalama sitrik asit miktarı 245.31 $\mu\text{g/g}$ olarak tespit edilirken, İK örneklerinde ise sitrik asit tespit edilememiştir (Çizelge 4.15). Nitekim, kefir örneklerinin sitrik asit miktarları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$). Kefirlerin üretiminde kullanılan inek sütünün sitrik asit miktarı 1396.7 $\mu\text{g/g}$ olarak belirlenmiştir (bkz. Çizelge 4.9). İK örneklerinde sitrik asit miktarının tespit edilememesi, fermantasyon sırasında sitrik asidin tamamının parçalanmasıyla ilişki olduğu düşünülmektedir. Kesenkaş vd. (2011b),

laktik asit bakterileri tarafından sitrik asidin aroma bileşiklerine metabolize edildiğini bildirmektedir. Ismaiel vd. (2011) yapmış oldukları çalışmada, kefir örneklerinde sitrik asit tespit edememişlerdir.

Çizelge 4.15'te görüleceği üzere, dondurarak depolama sırasında KK örneklerinin sitrik asit miktarında bir artış olduğu ve bu artışın istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) olduğu bulunmuştur. Dondurarak depolama süresi boyunca KK örneklerinin en düşük sitrik asit miktarı, depolamanın 0. gününde tespit edilmiştir. Başlangıç değerine kıyasla, depolamanın 15. gününde KK örneğinin sitrik asit miktarındaki artış ($P<0.05$) önemlidir. Dondurarak depolamanın 15. günü ile 45. günü arasındaki sitrik asit miktarındaki değişim önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Depolama sırasında sitrik asit miktarındaki dalgalanma, sitratın biyokimyasal metabolizmasıyla yani hem substrat hem de ürün olması ile ilişkili olduğu düşünülmektedir. Çünkü sitrik asit, Krebs çemberinde pirüvik ve asetik asit üretmek için starter kültür bakterileri tarafından substrat olarak kullanılabilir (Park vd., 2006). Park vd. (2006) tarafından dondurulmuş peynirler üzerine yapılan bir çalışmada, yumuşak peynir örneklerinin sitrik asit miktarı kontrol grubuna göre dondurarak depolamanın 1. gününde ve 3. ayında yüksek, 6. ayında düşük bulunmuştur. Aynı araştırmacılar, Monterey Jack peyniri örneklerinin sitrik asit miktarını kontrol grubuna göre dondurarak depolamanın 1. gününde ve 3. ayında düşük, dondurarak depolamanın 6. ayında yüksek bulmuşlardır.

4.2.7.4 Pirüvik Asit Değeri

İK örneklerinin ($9.57 \mu\text{g/g}$) KK örneklerine ($2.08 \mu\text{g/g}$) göre genel ortalama pirüvik asit miktarı daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.15). Örneklerin genel ortalama pirüvik asit miktarları arasındaki fark önemli olduğu ($P<0.05$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.15'te görüleceği üzere, dondurarak muhafaza edilen İK örneklerinin pirüvik asit miktarları depolama süresince azalmıştır. KK örneklerinde ise inişli-çıkışlı bir seyir izlemiş ve depolamanın son gününde pirüvik asit miktarı depolamanın 0. gününe göre artmıştır. Ancak, depolama süresince hem İK hem de KK örneklerinin pirüvik asit miktarındaki değişim önemli olmadığı ($P>0.05$) tespit edilmiştir. Park vd. (2006) yapmış oldukları bir çalışmada hem kontrol grubu hem de dondurarak depolanan yumuşak peynir örneklerinde pirüvik asit tespit edememişlerdir. Monterey

Jack peynir örneklerinde ise sadece kontrol grubunda ve 24 saat dondurulup çözünen peynir örneklerinde tespit edildiği, dondurarak depolamanın ilerleyen günlerinde tespit edilemediği rapor edilmiştir. Depolama sırasında örneklerin pirüvik asit miktarının inişli-çıkışlı bir seyir izlemesi, pirüvik asidin bir ara ürün olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir. Pirüvik asidin miktarı, organik asit ve aroma bileşenlerinin sentezinde başlangıç maddesi olması sebebiyle depolama sırasında genellikle azalmaktadır (Kılıç, 2014).

4.2.7.5 Orotik Asit Değeri

İK örneklerinin üretiminde kullanılan inek sütünün orotik asit miktarı yaklaşık 35 µg/g olarak tespit edilirken (bkz. Çizelge 4.9), İK örneklerinin genel ortalama orotik asit miktarı 18.92 µg/g olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.15). Ancak hem KK örneklerinin üretiminde kullanılan keçi sütlerinde hem de KK örneklerinin depolama sırasında orotik asit tespit edilememiştir. Bunun bir sonucu olarak, kefir örneklerinin orotik asit miktarları arasındaki fark önemlidir ($P<0.05$).

Depolama sırasında İK örneklerinin orotik asit miktarları inişli-çıkışlı bir seyir izlemiştir (Çizelge 4.15). Ancak depolamanın 0. gününe göre depolama sonunda bir azalma söz konusudur. İK örneklerinin depolama sırasında orotik asit miktarındaki değişimi istatistiksel olarak önemli değildir ($P>0.05$). Park vd. (2004b), yumuşak keçi peyniri örneklerinin dondurarak depolanması sırasında organik asitlerdeki değişimi incelemiştir. Araştırmacılar, bu peynir örneklerinde en düşük konsantrasyona sahip organik asidin orotik asit olduğunu, hatta 6 ay dondurarak depolanan örneklerde tespit edilemediğini rapor etmişlerdir.

4.2.7.6 Oksalik Asit Değeri

Dondurarak depolanan KK örneklerinin genel ortalama oksalik asit miktarı (68.77 µg/g), İK örneklerinin genel ortalama oksalik asit miktarından (60.50 µg/g) daha yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.15).

Çizelge 4.15'ten görüleceği üzere, depolama süresi boyunca İK ve KK örneklerinin oksalik asit miktarları depolamanın 30. gününe kadar azalırken, 45. gününde arttığı görülmüştür. Dondurarak depolama sırasındaki bu değişim İK örneklerinde istatistiksel olarak önemli değilken ($P>0.05$), KK örneklerinde

istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($P<0.05$). KK örneğinde, depolamanın 0. gününe göre depolamanın 15. gününde oksalik asit miktarındaki azalışın önemsiz ($P>0.05$), depolamanın 30. gününde oksalik asit miktarındaki azalışın ve depolamanın 45. gününde oksalik asit miktarındaki artışın önemli ($P<0.05$) olduğu saptanmıştır.

4.2.8 Kefir Örneklerinin Aroma Bileşenlerindeki Değişmeler

Dondurarak muhafaza edilen inek ve keçi sütünden yapılmış kefir örneklerinin depolama boyunca aroma içeriğinde meydana gelen değişmeler ile bu değişmelerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir.

Çizelge 4.16. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin aroma bileşenlerindeki değişmeler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Aroma Bileşenleri ($\mu\text{g/g}$) ($\bar{x}\pm\text{SD}$)			
		Asetaldehit	Diasefil	Asetoin	Etil Alkol
İK (n=2)	0	1.86 \pm 0.304 ^{a*}	1.19 \pm 0.170 ^a	17.51 \pm 0.580 ^a	26.36 \pm 1.315 ^a
	15	1.50 \pm 0.035 ^a	1.10 \pm 0.272 ^a	16.13 \pm 1.361 ^a	23.11 \pm 4.363 ^a
	30	1.48 \pm 0.004 ^a	1.34 \pm 0.071 ^a	17.66 \pm 0.598 ^a	21.57 \pm 1.619 ^a
	45	1.54 \pm 0.180 ^a	1.41 \pm 0.028 ^a	18.01 \pm 0.357 ^a	22.36 \pm 4.221 ^a
İK Genel Ortalama (N=8)		1.59\pm0.212^{A*}	1.26\pm0.178^A	17.33\pm0.982^A	23.35\pm3.112^B
KK (n=2)	0	2.25 \pm 0.283 ^a	0.39 \pm 0.039 ^a	3.66 \pm 0.141 ^a	32.48 \pm 0.096 ^a
	15	2.16 \pm 0.099 ^{ab}	0.93 \pm 0.212 ^a	3.99 \pm 0.551 ^a	33.23 \pm 11.310 ^a
	30	1.56 \pm 0.039 ^{bc}	0.80 \pm 0.149 ^a	3.92 \pm 0.042 ^a	37.63 \pm 0.032 ^a
	45	1.48 \pm 0.080 ^c	0.90 \pm 0.099 ^a	4.37 \pm 0.014 ^a	34.19 \pm 0.583 ^a
KK Genel Ortalama (N=8)		1.86\pm0.388^A	0.76\pm0.252^B	3.98\pm0.346^B	34.38\pm4.771^A

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı ($P<0.05$), aynı harf taşıyanlar farksızdır ($P>0.05$).

4.2.8.1 Asetaldehit Değeri

İK ve KK örneklerinin genel ortalama asetaldehit miktarları sırasıyla 1.59 ve 1.86 $\mu\text{g/g}$ olarak bulunmuştur (Çizelge 4.16). Dondurarak depolanan kefir örneklerinin asetaldehit miktarı üzerinde süt çeşidinin etkisi önemli ($P>0.05$) bulunmamıştır.

Dondurarak depolama süresi boyunca İK ve KK örneklerinin asetaldehit miktarı azalmıştır (Çizelge 4.16). Ancak İK örneklerinin depolama sırasındaki azalışı istatistiksel olarak önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Diğer yandan KK örneklerinde asetaldehit miktarı, İK örneklerine göre daha hızlı azalış göstermiş ve bu azalış

istatistiksel bakımdan önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Asetaldehit miktarındaki azalış, laktik asit bakterileri ile asetik asit bakterileri tarafından üretilen alkol dehidrogenaz enzimi nedeniyle asetaldehitin etil alkole dönüşmesinden kaynaklanmış olabilir (Cais-Sokolińska vd., 2008; Grønnevik vd., 2011; Leite vd., 2013).

4.2.8.2 Diasetil Değeri

Dondurarak depolanan İK örneklerinin genel ortalama diasetil miktarı, KK örneklerinden yüksek olduğu ve aradaki farkın önemli ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Wszolek vd. (2001), kefirin diasetil miktarı öncelikle kefir üretiminde kullanılan sütün sitrat miktarı ile ilişkili olduğunu bildirmişlerdir. Bu çalışmada, kefir örneklerinin üretiminde kullanılan inek sütünün sitrat miktarı keçi sütünün sitrat miktarından yüksek olduğu (bkz. Çizelge 4.9) ve fermantasyon sonunda İK örneklerinde sitratın tamamının başka bileşenlere dönüşürken, KK örneklerinde ise sütte bulunan sitratın yaklaşık 1/3'ünün kaldığı tespit edilmiştir (bkz. Çizelge 4.10).

Çizelge 4.16'da görüldüğü gibi, dondurarak depolamanın başlangıç değerine göre depolama sonunda İK ve KK örneklerinin diasetil miktarı artmıştır ($P>0.05$). İK örneklerinde, dondurarak depolamanın 0. gününe göre, depolamanın 15. gününde hafif azalmış ($P>0.05$) ve akabinde depolama sonuna kadar artmıştır ($P>0.05$). KK örneklerinde, depolamanın 0. günü ile 15. günü diasetil miktarları arasındaki fark önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. Ortamda diasetil birikiminin sitrik asidin parçalanmasının yanı sıra, laktik aside dönüşmeyen pirüvattan da kaynaklanabileceği rapor edilmiştir (Beshkova vd., 2003). Bu çalışmada, dondurarak depolama sırasındaki diasetil miktarındaki artış, diasetilin sadece sitrattan kaynaklı olmadığına bir göstergesi olabilir. Çünkü fermantasyon sonunda İK örneklerinde sitrat tespit edilemezken, dondurarak depolama sırasında pirüvik asit miktarında azalış, diasetil miktarında ise artış görülmüştür.

4.2.8.3 Asetoin Değeri

Çizelge 4.16'da görüldüğü üzere, İK örneklerinin genel ortalama asetoin miktarı KK örneklerinin genel ortalama asetoin miktarından yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Asetoin, diasetil redüktaz tarafından katalizlenen geri dönüşümsüz reaksiyon ile aroma bileşeni olan diasetilden oluşmaktadır (Köse ve Ocak, 2014). İK

örneklerinin KK örneklerine göre aseton içeriğinin yüksek olması, depolama sırasındaki diasetil miktarının yüksek olmasıyla ilişkili olduğu düşünülmektedir.

Kefir örneklerinin dondurarak depolanması sırasında, depolamanın başlangıç değeri dikkate alındığında her iki örnekte de depolama sonunda aseton değeri yüksek çıkmıştır. Ancak depolama boyunca meydana gelen değişimler önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.16).

4.2.8.4 Etil Alkol Değeri

Keçi sütü ile yapılan ve dondurarak depolanan KK örneklerinde, genel ortalama etil alkol miktarı İK örneklerinkinden daha yüksek çıkmıştır (Çizelge 4.16). Her iki örneğin genel ortalama etil alkol miktarları arasındaki fark önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Keçi sütünden üretilen kefir örneklerinin etil alkol miktarının inek sütünden üretilen kefir örneklerine göre daha yüksek olduğu, Tratnik vd. (2006) tarafından da rapor edilmiştir. Wszolek vd. (2001), süt çeşidinin kefir örneklerinin etil alkol miktarı üzerinde etkili olduğunu bildirmişlerdir.

Dondurarak depolama esnasında İK örneklerinin etil alkol miktarı genel olarak azaldığı, KK örneklerinin etil alkol miktarı genel olarak arttığı tespit edilmiştir (Çizelge 4.16). Ancak her iki örneğin depolama boyunca etil alkol miktarındaki değişimin önemli olmadığı ($P>0.05$) belirlenmiştir.

4.2.9 Kefir Örneklerinin Duyusal Özelliklerindeki Değişmeler

İnek ve keçi sütünden yapılan ve daha sonra dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin depolama boyunca duyusal özelliklerinde meydana gelen değişimler ile bu değişimlerin istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.17'de bir araya getirilmiştir.

Çizelge 4.17. Dondurarak muhafaza edilen kefir örneklerinin duyuşal özelliklerinde meydana gelen değişmeler

Kefir Çeşitleri	Depolama Zamanı (Gün)	Duyusal Özellikler ($\bar{x}\pm SD$)		
		Yapı, Kıvam ve Tekstür	Tat ve Koku	Genel Beğeni
İK (n=2)	0	4.14±0.405 ^{a*}	4.41±0.049 ^a	4.25±0.197 ^a
	15	3.50±0.236 ^{ab}	3.92±0.236 ^{ab}	3.65±0.088 ^b
	30	3.27±0.257 ^{ab}	3.59±0.000 ^b	3.36±0.064 ^b
	45	2.93±0.096 ^b	3.48±0.096 ^b	3.25±0.096 ^b
İK Genel Ortalama (N=8)		3.46±0.515^{A*}	3.85±0.399^A	3.63±0.424^A
KK (n=2)	0	4.22±0.303 ^a	3.82±0.050 ^a	4.07±0.202 ^a
	15	2.89±0.314 ^b	2.63±0.177 ^b	2.63±0.000 ^b
	30	1.97±0.040 ^c	2.63±0.265 ^b	2.41±0.221 ^b
	45	1.81±0.000 ^c	2.28±0.045 ^b	2.00±0.088 ^b
KK Genel Ortalama (N=8)		2.72±1.034^A	2.84±0.637^B	2.78±0.843^B

\bar{x} : İki tekerrür ortalaması, SD: Standart sapma, n: Tekerrür sayısı, N: Analiz edilen veri sayısı, İK: İnek sütünden yapılan kefir, KK: Keçi sütünden yapılan kefir. ^{A,B}: Kefir çeşitleri arasındaki farklılığı gösteren t-testi/Mann Whitney U testi sonuçları, ^{a,b,c}: Depolama boyunca her bir özellik için elde edilen değerlerin Tukey testi sonuçları, *: Farklı harf taşıyan ortalamalar birbirinden farklı (P<0.05), aynı harf taşıyanlar farksızdır (P>0.05).

4.2.9.1 Yapı, Kıvam ve Tekstür Puanları

Çizelge 4.17’de görüleceği gibi, İK örneklerinin genel ortalama yapı, kıvam ve tekstür puanları KK örnekleri genel ortalama puanlarına göre daha yüksektir. Örneklerinin genel ortalama yapı, kıvam ve tekstür puanları arasındaki bu fark önemli bulunmamıştır (P>0.05).

Kefir örneklerinin dondurarak depolama süresi boyunca yapı, kıvam ve tekstür puanlarında bir düşüş (P<0.05) görülmüştür (Çizelge 4.17). İK örnekleri, depolamanın 0. gününde panelistler tarafından 4.14 puan alırken, depolamanın sonunda yapı, kıvam ve tekstür puanı 2.93 puana kadar düşmüştür. Depolamanın 0. ve 45. günleri arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir (P<0.05). KK örnekleri ise depolamanın 0. gününde panelistler tarafından 4.22 puan alırken, depolamanın sonunda yapı, kıvam ve tekstür puanı 1.81 puana kadar düşmüştür. KK örneklerinin depolama sırasında yapı, kıvam ve tekstür puanlarındaki azalma, depolamanın 30. gününe kadar önemli (P<0.05), depolamanın 30. ile 45. günleri arasındaki farkın ise önemsiz (P>0.05) olduğu tespit edilmiştir.

Panelistler tarafından yapılan değerlendirmelerde; dondurarak depolamanın 0. gününde panelistlerin bir kısmı İK örneklerinin kıvamını beğenirlerken, diğer kısmı ise

biraz kıvamlı bulduklarını, genel anlamda homojenize olmamasından kaynaklı çok az pıhtılı yapı olduğunu ancak bu durumun rahatsız etmediğini bildirmişlerdir. İK örneklerinin dondurup çözünmesiyle pütürlü-pıhtılı yapının oluştuğu ve bu yapının bekledikçe dibe çöktüğü bildirilmiştir. Dondurulup çözündürülen kefirlerin akışkanlığı, depolamanın 0. günündeki kıvamı beğenen panelistler tarafından düşük bulunurken, depolamanın 0. günündeki kıvamı yüksek olduğunu düşünen panelistler tarafından uygun bulunmuştur. Panelistlerin genel düşüncesi özellikle depolamanın 45. gününde pıhtılı yapının çok daha fazla oluştuğu, serum ayrılmasının arttığı, homojen olmayan bir yapının oluştuğu bildirilmiş ve genel olarak bu yapı panelistler tarafından seyreltik bir yapı şeklinde tanımlanmıştır.

Depolamanın 0. gününde panelistler KK örneğinin kıvamının iyi ancak ağızda dolgunluk hissi oluşturmadığını bildirmişlerdir. Ayrıca, homojenizasyon yapılmamasından dolayı KK örneklerinde çok az pıhtılı yapı olduğunu, ancak genel anlamda homojen yapıda olduğunu, İK örneğine göre çok akışkan olduğunu ve kıvamının düşük olduğunu belirtmişlerdir. Panelistlerin bir kısmı KK örneğinin düşük viskoziteli yapısını beğendiğini söylerken, kalan büyük bir çoğunluk ise biraz daha yoğun olması gerektiğini bildirmişlerdir. KK örneklerinin dondurulup çözündürülmesiyle kıvamının çok düştüğü ve pıhtılı süt gibi olduğu, partiküllü yapının oluştuğu ve tabana çöktüğü, serum ayrılmasının arttığı, heterojen bir görüntü oluştuğu bildirilmiştir.

4.2.9.2 Tat ve Koku Puanları

Çalışmada üretilen İK kefir örneklerinin genel ortalama tat ve koku puanları, KK örneklerinkinden yüksek bulunmuştur. Ayrıca, örneklerin genel ortalama tat ve koku puanları arasındaki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır (Çizelge 4.17).

Dondurarak depolanan kefir örneklerinin en yüksek tat ve koku puanları depolamanın 0. günü tespit edilmiştir (Çizelge 4.17). Çizelgeden, her iki kefir örneklerinde de depolama süresince tat ve koku puanlarında düşüş ($P<0.05$) olduğu görülmektedir. Dondurulup çözündürülen kefirlerin tat ve koku puanları; İK örneklerinde 3 puanın üstünde kalırken, KK örneklerinde ise bu değer altına düşmüştür. İK örneklerinde, depolamanın 0. gününe göre depolamanın 30. ve 45. günlerdeki tat ve koku puanındaki azalış istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). KK

örneklerinde ise, depolamanın 15. gününde tat ve koku puanında önemli bir azalma ($P<0.05$) görülmüştür. Ancak depolamanın 15. ile 45. günleri arasında tat ve koku puanlarındaki değişim önemli ($P>0.05$) çıkmamıştır.

Depolamanın 0. gününde İK örneklerinin tat ve kokusunun uygun olduğu, asitliği istenildiği gibi olduğu ve istenilmeyen kokunun olmadığı, ancak yeterince ferahlatıcı olmadığı bildirilmiştir. Panelistler tarafından dondurulup çözündürülen İK örneklerinin tat, koku ve asitlik için genel olarak olumsuz bir eleştiri yapılmamıştır. Dondurulup çözünen İK örneklerinin tat ve kokusu beğenilmiştir.

Panelistler tarafından KK örneklerinin tat ve kokusu depolamanın 0. gününde genel olarak beğenilmiştir. Kefirin asitlik seviyesinin uygun olduğu ve keçi kokusunun az olduğu bildirilmiştir. KK örneklerinin dondurulup çözündürülmesi sonucu ürünlerin tat ve aroması çok beğenilmemiştir. Panelistler, örneklerde keçi aroması veya istenmeyen tat ve koku algılandığını, tadının yavan olduğunu, acı ve tuzlu bir tat algılandığını bildirmişlerdir. Depolamanın 30. ve 45. günlerinde istenmeyen kokunun çok daha yoğun olduğu bildirilmiştir. Bu durum, KK örneklerinin lipoliz değerinin depolamanın 30. gününde önemli bir şekilde yükselmesiyle ilişkili olduğu düşünülmektedir. Literatürde, keçi sütünden yapılan ürünlerde keçi aroması hissedilir düzeye ulaşmışsa, bu durum serbest yağ asidi konsantrasyonundaki artıştan kaynaklanacağı belirtilmektedir. Serbest bütirik asidin neden olduğu ransit tat ortaya çıkabilmektedir (Nurliyani vd., 2015b).

4.2.9.3 Genel Beğeni Puanları

Yapılan duyuşal değerlendirme neticesinde panelistler en çok inek sütü ile yapılan kefir örneklerini beğenmişlerdir. İK örneklerinin genel ortalama genel beğeni puanları, KK örneklerinden daha yüksek çıkmıştır. Aradaki fark istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) bulunmuştur (Çizelge 4.17).

Çizelge 4.17'de görüleceği gibi, depolamanın 0. gününde İK ve KK örneklerinin duyuşal genel beğeni puanları sırasıyla 4.25 ve 4.07 olarak tespit edilmiştir. Bu puanlar, ayrıca dondurarak depolama süresince panelistler tarafından verilen en yüksek genel beğeni değerleridir. Kefir örneklerinin depolama süresince genel beğeni puanlarındaki değişim hem İK hem de KK örneklerinde önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Her iki örnekte de depolamanın 0. gününe göre depolamanın 15.

gününde genel beğeni puanında önemli bir azalma ($P<0.05$) görülmüştür. Ancak depolamanın 15. günü ile 45. günü arasında her iki kefirin genel beğeni puanlarında önemli bir değişim ($P>0.05$) olmamıştır. Depolama süresince genel beğeni puanı İK örneklerinde 3 puanın üstünde kalırken, KK örneklerinde henüz depolamanın 15. gününde bu değerin altına düşmüştür.

Panelistler, her ne kadar İK örneklerinin dondurulup çözündürülmesi sonucu yapısında pıhtılı yapı oluşmuş olsa da, genel olarak çalkalanarak içildiğinde herhangi bir rahatsız edici durum olmadığını, tat ve kokusunun uygun olduğunu ve memnuniyetle tüketebileceklerini bildirmişlerdir. Ancak bu durum KK örnekleri için geçerli değildir. Panelistler, dondurulup çözündürülen KK örneklerinde kıvamın çok düştüğünü, çok pıhtılı yapının oluştuğunu, serum ayrılmasının çok yüksek olduğunu, tat ve kokunun istenildiği gibi olmadığını, hatta istenmeyen tat ve kokunun geliştiğini belirtmişler ve dondurulup çözündürülen KK örneklerini beğenmemişlerdir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada inek ve keçi sütü kullanılarak buzdolabı sıcaklığında ve ayrıca dondurarak muhafaza esnasında kefir örneklerinde meydana gelen değişimler incelenmiştir. Bu amaçla ilk aşamada, inek (İK) ve keçi sütü (KK) kullanılarak kefir örnekleri üretilmiş ve buzdolabı sıcaklığında 35 gün muhafaza edilmiştir. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örnekleri depolamanın 1., 7., 14., 21., 28. ve 35. günlerinde kimyasal, fiziksel, biyokimyasal, mikrobiyolojik, organik asit, aroma bileşenleri ve duyuusal yönden analiz edilmiştir. Elde edilen veriler doğrultusunda, İK örneklerinde depolamanın 14. günü, KK örneklerinde ise 21. günü dondurarak muhafaza için en uygun günler olduğu belirlenmiştir. İkinci aşamada, tekrar inek ve keçi sütünden aynı koşullarda kefir üretilmiştir. İkinci aşamada üretilen İK örnekleri buzdolabı sıcaklığında 14 gün, KK örnekleri buzdolabı sıcaklığında 21 gün depolanmış ve bu sürenin sonunda örnekler derin dondurucuda (-35 °C'de 24 saat) dondurulmuştur. Dondurulmuş kefir örnekleri, -18 °C'de 45 gün muhafaza edilmiştir. Dondurarak depolamanın 0., 15., 30. ve 45. günlerinde yukarıda adı geçen analizler yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre:

A) Kefir örneklerinin buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilmesiyle;

1. Kurumadde ve pH değerleri KK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) bulunurken, titrasyon asitliği değerleri İK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. Örneklerin yağ ve protein değerleri birbirine yakın ($P>0.05$) çıkmıştır. İK örneklerinin kurumadde, yağ ve protein değerleri ile KK örneklerinin kurumadde ve yağ değerleri depolama süresince değişimi önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Depolama süresinin, kefir örneklerinin pH ve titrasyon asitliği değerleri üzerinde etkisi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.
2. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen kefir örneklerinin serum ayrılması ve a^* değerleri KK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) bulunurken, viskozite, L^* ve b^* değerleri İK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince örneklerin viskozite ve serum ayrılması değerlerinin değişimi; İK örneklerinde önemli ($P<0.05$), KK örneklerinde ise önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin, kefir örneklerinin L^* ve b^* değerleri üzerinde etkisi önemliyken ($P<0.05$), a^* değerleri üzerindeki etkisi önemsizdir ($P>0.05$).

3. Kefir örneklerinin lipoliz değerleri KK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) bulunurken, proteoliz değeri İK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. Ayrıca, buzdolabı sıcaklığında depolamada, depolama süresi boyunca örneklerin lipoliz ve proteoliz değerlerindeki değişim istatistiksel olarak önemli ($P<0.05$) çıkmıştır.
4. Buzdolabı sıcaklığında depolama sırasında İK ve KK örneklerinin laktokok, lökonostok ve TMAB sayısı birbirine yakın bulunmuştur ($P>0.05$). Ancak örneklerin laktobasil, asetik asit bakteri ve maya sayıları arasındaki fark önemli ($P<0.05$) çıkmıştır. İK örneklerinde bu mikroorganizmaların sayılarının daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Örneklerin laktokok, laktobasil, lökonostok ve asetik asit bakteri sayıları depolama süresince azalmış ($P<0.05$), özellikle depolamanın 1. ve 7. günü arasındaki değişim önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. Depolama süresince hem İK hem de KK örneklerinin maya sayısındaki değişimi önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır. Depolama süresince örneklerin TMAB sayısındaki değişimi İK örneğinde önemli ($P<0.05$), KK örneğinde ise önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur.
5. Buzdolabı sıcaklığında depolama sırasında örneklerin laktik asit, asetik asit, sitrik asit ve oksalik asit miktarları KK örneğinde daha yüksek ($P<0.05$) tespit edilmişken; orotik asit miktarı ise İK örneğinde daha yüksek ($P<0.05$) tespit edilmiştir. İK örneklerinde sitrik asit, KK örneklerinde ise orotik asit hiç tespit edilememiştir. İK ve KK örneklerinin pirüvik asit miktarları arasındaki fark önemsizdir ($P>0.05$). İK örneklerinin orotik ve oksalik asit miktarları ile KK örneklerinin asetik asit miktarının depolama süresince değişimi önemsiz ($P>0.05$); İK örneklerinin laktik, asetik ve pirüvik asit miktarları ile KK örneklerinin laktik, sitrik, pirüvik ve oksalik asit miktarlarının depolama süresince değişimi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.
6. Buzdolabı sıcaklığında depolama sırasında örneklerin diasetil ve asetoin miktarı İK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) çıkarken, etil alkol miktarı KK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. İK ve KK örneklerinin asetaldehit miktarı arasındaki fark önemsizdir ($P>0.05$). İK örneklerinin etil alkol miktarı hariç, asetaldehit, diasetil ve asetoin miktarlarının depolama süresince değişimi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinin asetaldehit, diasetil, asetoin ve etil alkol miktarlarının depolama süresince değişimi önemsiz ($P>0.05$) çıkmıştır.

7. Duyusal analiz sonuçlarına göre, İK örnekleri panelistler tarafından genel olarak en çok beğenilen örnekler olmuştur. Diğer yandan, incelenen tüm duyusal özellikler itibarıyla İK örnekleri depolamanın 14. gününde, KK örnekleri ise depolamanın 21. gününde en yüksek puanları almıştır. Ayrıca İK ve KK örneklerinin en çok beğenildiği bu günlerde diasetil miktarı da diğer günlere kıyasla en yüksek çıkmıştır.

B) Kefir örneklerinin dondurarak muhafaza edilmesiyle;

1. Yağ değerleri KK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) bulunurken, kurumadde, protein, titrasyon asitliği değerleri İK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) bulunmuştur. İK ve KK örneklerinin pH değerleri arasındaki fark önemsizdir ($P>0.05$). Depolama süresinin hem İK hem de KK örneklerinde kurumadde değerleri üzerindeki etkisi önemli ($P<0.05$); yağ, protein, asitlik ve pH değerleri üzerinde ise önemsizdir ($P>0.05$).
2. Dondurarak depolama sırasında kefir örneklerinin viskozite, L^* , a^* ve b^* değerleri İK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) çıkarken, serum ayrılması değerleri KK örneklerinde yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. Depolama süresinin hem İK hem de KK örneklerinde viskozite, serum ayrılması ve L^* değerleri üzerinde etkisinin önemli ($P<0.05$) olduğu; b^* değeri üzerinde ise önemsiz ($P>0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresinin a^* değeri üzerindeki etkisi İK örneklerinde önemsiz ($P<0.05$), KK örneklerinde önemli ($P>0.05$) bulunmuştur.
3. Kefir örneklerinin lipoliz değeri KK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) çıkarken, proteoliz değeri İK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) çıkmıştır. Dondurarak depolamada, depolama süresinin örneklerin lipoliz ve proteoliz değerleri üzerindeki etkisi; KK örneklerinde önemli ($P<0.05$), İK örneklerinde ise önemsiz ($P>0.05$) olduğu saptanmıştır.
4. Dondurarak depolama sırasında İK örneklerinin laktokok, laktobasil, lökonostok, TMAB, asetik asit bakteri ve maya sayıları KK örneklerine göre daha yüksek çıkmıştır. Aradaki fark, asetik asit bakteri sayısı hariç, istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). Depolama süresince mikrobiyal değişim, İK örneğinin TMAB ve maya sayıları hariç, hem İK hem de KK örneklerinde istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$).

5. Dondurarak depolama sırasında örneklerin orotik asit ve pirüvik asit miktarları İK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$); laktik asit, asetik asit, sitrik asit ve oksalik asit miktarları KK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) tespit edilmiştir. İK ve KK örneklerinin laktik asit miktarları arasındaki fark ($P>0.05$) hariç, diğer organik asit bileşenlerinin miktarları arasındaki fark istatistiksel olarak önemlidir ($P<0.05$). İK örneklerinde sitrik asit hiç tespit edilemezken; laktik asit, asetik asit, pirüvik asit, orotik asit ve oksalik asit miktarlarının depolama süresince değişimi önemsiz ($P>0.05$) bulunmuştur. KK örneklerinde ise orotik asit tespit edilemezken; depolama süresince laktik asit ve pirüvik asit değişimi önemsiz ($P>0.05$), asetik asit, sitrik asit ve oksalik asit değişimi önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.
6. Dondurarak depolama sırasında örneklerin asetaldehit ve etil alkol miktarları KK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$); diasetil ve asetoin miktarları İK örneklerinde daha yüksek ($P<0.05$) olduğu tespit edilmiştir. Depolama süresi boyunca hem İK hem de KK örneklerinde diasetil, asetoin ve etil alkol miktarlarındaki değişim önemsizdir ($P>0.05$). KK örneğinin asetaldehit miktarı ise önemli ($P<0.05$) bulunmuştur.
7. Buzdolabı sıcaklığında muhafaza edilen örneklerde olduğu gibi, dondurarak muhafaza edilen örneklerde de; panelistler, incelenen tüm duyuşsal özellikler bakımından en çok İK örneklerini beğenmişlerdir. Dondurarak depolanan örneklerin duyuşsal puanları, depolama süresi boyunca her iki örnekte düşmüştür ($P<0.05$). Hem genel beğeni puanları ve hem de mikrobiyolojik sayılar esas alındığında İK örnekleri dondurarak depolamanın 45. gününe kadar dondurucuda muhafaza edilebilir. Ancak keçi sütünden yapılan örneklerin duyuşsal özellikleri dondurarak muhafazadan olumsuz etkilenmişlerdir.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçlara dayanarak söylenebilir ki, gerek inek ve gerekse keçi sütünden üretilen kefir örnekleri 35 güne kadar buzdolabı sıcaklığında saklanabilir. Öte yandan, inek sütünden yapılan kefir örnekleri 14 gün buzdolabı sıcaklığında ve ardından 45 gün dondurucuda saklamak suretiyle raf ömrü yaklaşık iki aya kadar çıkartılabilir. Ancak keçi sütü kullanılarak kefir yapımı söz konusu olduğunda en iyi muhafaza yönteminin buzdolabı sıcaklığında muhafaza yöntemi olduğunu, dondurarak saklamanın olumsuz etki gösterdiğini söylemek mümkündür.

6. KAYNAKLAR

- Adiloğlu AK, Gönülateş N, İşler M ve Şenol A (2013) “Kefir Tüketiminin İnsan Bağışıklık Sistemi Üzerine Etkileri: Bir Sitokin Çalışması”, Mikrobiyoloji Bülteni, 47(2): 273-281.
- Affane ALN, Muller N, der Wijst MV, Sigge G and Britz TJ (2016) “Metabolite Profiles and Acceptability by Clusters of Different Kefir Types for South African Consumers”, Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 5(4): 364-368.
- Ahmed Z, Wang Y, Ahmad A, Khan ST, Nisa M, Ahmad H and Afreen A (2013) “Kefir and Health: A Contemporary Perspective”, Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 53(5): 422-434.
- Akuzawa R, Miura T and Suroño IS (2011) Asian Fermented Milks. In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (2):507-511, London.
- Al M (2018) Farklı pH Değerlerindeki Dondurma Mikslerinin ve Dondurma Üretim Yöntemlerinin Kefir Dondurmasının Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Alpkent Z ve Küçükçetin A (2000) “Farklı Sıcaklıklarda Muhafaza Edilen Kefirlerin Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinde Meydana Gelen Değişimler”, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, 22-23 Mayıs, Tekirdağ.
- Altay F, Karbancıoğlu-Güler F, Daskaya-Dikmen C and Heperkan D (2013) “A Review on Traditional Turkish Fermented Non-alcoholic Beverages: Microbiota, Fermentation Process and Quality Characteristics”, International Journal of Food Microbiology, 167: 44-56.
- Amigo L and Fontecha J (2011) Goat Milk. In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):484-493, London.
- Angelis M De and Gobbetti M (2011) *Lactobacillus* spp.: General Characteristics In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):78-90, London.
- Arslanbaş E ve Bodur AE (2010) “Türkiye’de Süt Keçisi Yetiştiriciliği ve Modern Süt Bilimi Bakış Açısıyla Keçi Sütünün Değerlendirilmesi”, Ulusal Keçicilik Kongresi, 24-26 Haziran 2010, Çanakkale.
- Aşcı Arslan A (2015) Üretim Parametrelerinin Kefirin Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Özellikleri Üzerine Etkisi İle Üretilen Kefirlerin Peptid Profiline Belirlenmesi, Doktora Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.

- Atalar İ (2012) Kurutulmuş Kefir Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Atamer M, Çavuş A ve Şen H (1985) “Süt ve Ürünlerinde Lipoliz”, GIDA, 10(3): 177-183.
- Bensmira M and Jiang B (2012) “Effect of Some Operating Variables on the Microstructure and Physical Properties of a Novel Kefir Formulation”, Journal of Food Engineering, 108: 579-584.
- Beresford TP (2011) Citrate Fermentation by Lactic Acid Bacteria In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):166-172, London.
- Beshkova DM, Simova ED, Frengova GI, Simov ZI and Dimitrov ZP (2003) “Production of Volatile Aroma Compounds by Kefir Starter Cultures”, International Dairy Journal, 13: 529-535.
- Bezerra M, Araujo A, Santos K and Correia R (2015) “Caprine Frozen Yoghurt Produced with Fresh and Spray Dried Jambolan Fruit Pulp (*Eugenia jambolana* Lam) and *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BI-07”, LWT – Food Science and Technology, 62: 1099-1104.
- Bolla PA, Carasi P, Angeles Bolla M, Antoni GL and Angeles Serradell M (2013) “Protective Effect of a Mixture of Kefir-Isolated Lactic Acid Bacteria and Yeast in a Hamster Model of *Clostridium difficile* Infection”, Anaerobe, 21: 28-33.
- Cais-Sokolińska D, Danków R and Pikul J (2008) “Physicochemical and Sensory Characteristics of Sheep Kefir during Storage”, Acta Sci. Pol., Technol. Aliment., 7(2): 63-73.
- Cais-Sokolińska D, Wójtowski J, Pikul J, Danków R, Majcher M, Teichert J and Bagnicka E (2015) “Formation of Volatile Compounds in Kefir made of Goat and Sheep Milk with High Polyunsaturated Fatty Acid Content”, J. Dairy Sci., 98: 6692-6705.
- Case RA, Bradley RL and Williams RR (1985) Chemical and physical methods In: GH Richardson (Editor) Standard Methods for the Examination of Dairy Products, 15th Edition, American Public Health Association, Washington D.C.
- Chaves ACS, Fernandez M, Lerayer ALS, Mierau I, Kleerebezem M and Hugenholtz J (2002) “Metabolic Engineering of Acetaldehyde Production by *Streptococcus thermophilus*”, Applied and Environmental Microbiology, 68(11): 5656-5662.
- Codex Alimentarius (2011), Milk and Milk Products, FAO/WHO Food Standards, Food and Agriculture Organization, 245, Rome.
- Çıray Z (2017) Piyasada Satılan Ticari Kefirlerin Mikrobiyal Kalitesinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Medipol Üni. Sağlık Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Coşkun H ve Öndül E (2004) “Keçi Sütü ve İnsan Beslenmesindeki Önemi”, GIDA, 29(6): 411-418.
- Culbertson JD (2006) Food Protein Functionality In: YH Hui (Editor in chief) Handbook of Food Science, Technology, and Engineering, CRC Press, Chapter 7, Boca Raton.
- Davras F (2018) Doğal Kefir Danesinden ve Starter Kefir Kültüründen Üretilen Kefirlerin in vivo Bazı İmmünolojik Etkilerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Deeth HC (2011) Lipolysis and Hydrolytic Rancidity In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):721-726, London.
- Demir M (2001) Kefir Dondurması Üretimi ve Üretilen Dondurmaların Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya.
- Dertli E and Çon AH (2017) “Microbial Diversity of Traditional Kefir Grains and Their Role on Kefir Aroma”, LWT – Food Science and Technology, 85: 151-157.
- Devore J and Peck R (1993) Statistics: The Exploration and Analysis of Data, Duxbury Press, An imprint of Wadsworth Publishing Company, Belmont/California/USA.
- Diñç A (2008) Kefirin Bazı Mikrobiyolojik ve Kimyasal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, AÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Dinkçi N, Kesenkaş H, Korel F and Kınık Ö (2015) “An Innovative Approach: Cow/Oat Milk Based Kefir” Mljekarstvo, 65(3): 177-186.
- Doğan M (2011) “Rheological Behaviour and Physicochemical Properties of Kefir with Honey”, J. Verbr. Lebensm., 6: 327-332.
- Dousset X and Caillet F (1993) “Aspect Microbiologiques et Biochimiques de la Fermentation du Kefir”, Microbiologie Aliments Nutrition, 11: 463-470.
- Drake MA (2009) Modern Sensory Practices In: S Clark M Costello MA Drake F Bodyfelt (Editors) The Sensory Evaluation of Dairy Products, Second Edition, Springer, New York.
- Düzgüneş O, Kesici T ve Gürbüz F (1993) İstatistik Metodları, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 369, Ankara.
- Ebner J, Aşçı Arslan A, Fedorova M, Hoffmann R, Küçükçetin A and Pischetsrieder M (2015) “Peptide Profiling of Bovine Kefir Reveals 236 Unique Peptides Released from Caseins during its Production by Starter Culture or Kefir Grains”, Journal of Proteomics 117: 41-57.

- Ender G, Karagözlü C, Yerlikaya O ve Akbulut N (2006) “Dünyada ve Türkiye’de tüketimim artan fermente süt içecekleri”, Türkiye 9. Gıda Kongresi, 24-26 Mayıs 2006, Bolu.
- Ergüllü E ve Üçüncü M (1983) “Kefir Mikroflorası Üzerinde Araştırma”, GIDA, 8(1): 3-10.
- Ersoy M ve Uysal H (2003) “Süttozu, Peyniraltı Suyu Tozu ve Yayıkaltı Karışımları ile Üretilen Kefirlerin Özellikleri Üzerine Bir Araştırma* II. Bazı Fiziksel ve Duyusal Özellikler”, Ege Üniv. Ziraat Fak. Derg., 40(1): 79-86.
- Ertekin B and Güzel-Seydim ZB (2010) “Effect of fat replacers on Kefir Quality”, J. Sci. Food Agric., 90: 543-548.
- Esmek EM ve Güzeler N (2015) “Kefir ve Kefir Kullanılarak Yapılan Bazı Ürünler”, Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi, 19(4): 250-258.
- Farnworth ER (2005) “Kefir – a complex probiotic”, Food Science and Technology Bulletin: Functional Foods, 2(1): 1-17.
- Fontecha J, Belanato J and Juarez M (1993) “Infrared and Raman Spectroscopic Studies of Casein in Cheese: Effect of Freezing and Frozen Storage”, Journal of Dairy Science, 76(11): 3303-3309.
- Fox PF (2011) Milk. In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):458-466, London.
- Gamble JA, Ellis NR and Besley AL (1939) Composition and Properties of Goat’s Milk as Compared with Cow’s Milk, United States Department of Agriculture Washington Technical Bulletin, 671, Washington D.C.
- García Fontán MC, Martínez S, Franco I and Carballo J (2006) “Microbiological and Chemical Changes during the Manufacture of Kefir Made from Cows’ Milk, Using A Commercial Starter Culture”, International Dairy Journal, 16: 762-767.
- García-Lara NR, Escuder-Vieco D, García-Algar O, De la Cruz J, Lora D and Pallás-Alonso C (2012) “Effect of Freezing Time on Macronutrients and Energy Content of Breastmilk”, Breastfeeding Medicine, 7(4): 295-301.
- Garofalo C, Osimani A, Milanović V, Aquilanti L, De Filippis F, Stellato G, Di Mauro S, Turchetti B, Buzzini P, Ercolini D and Clementi F (2015) “Bacteria and Yeast Microbiota in Milk Kefir Grains from Different Italian Regions”, Food Microbiology, 49:123-133.
- Garrote GL, Abraham AG and De Antoni GL (1998) “Characteristics of Kefir Prepared with Different Grain: Milk Ratios”, Journal of Dairy Research, 65: 149-154.
- Gomes MIFV, Bonassi IA and Roça RdeO (1997) “Caraterísticas Químicas, Microbiológicas e Sensoriais de Leite de Cabra Congelado”, Cienc. Technol. Aliment., 17(2): 111-114.

- Gök E ve Garipoğlu AV (2010) “Beslemenin Keçi Sütü Yağ İçeriği ve Kompozisyonu Üzerinde Etkisi”, Ulusal Keçicilik Kongresi, 24-26 Haziran 2010, Çanakkale.
- Grønnevik H, Falstad M and Narvhus JA (2011) “Microbiological and Chemical Properties of Norwegian Kefir during Storage”, *International Dairy Journal*, 21: 601-606.
- Gul O, Mortas M, Atalar I, Dervisoglu M and Kahyaoglu T (2015) “Manufacture and Characterization of Kefir made from Cow and Buffalo Milk, using Kefir Grain and Starter Culture”, *J. Dairy Sci.*, 98: 1517-1525.
- Gul O, Atalar I, Mortas M and Dervisoglu M (2018) “Rheological, Textural, Colour and Sensorial Properties of Kefir Produced with Buffalo Milk using Kefir Grains and Starter Culture: A Comparison with Cows’ Milk Kefir”, *International Journal of Dairy Technology*, 71: 73-80.
- Güler Z and Park YW (2009) “Evaluation of Chemical and Color Index Characteristics of Goat Milk, Its Yoghurt and Salted Yoghurt”, *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 11: 37-39.
- Güneşer O ve Karagül-Yüceer Y (2010) “Keçi Sütünün Kefir Üretiminde Kullanılması: Fiziksel, Kimyasal ve Duyusal Özellikler”, Ulusal Keçicilik Kongresi, 24-26 Haziran 2010, Çanakkale.
- Güzel-Seydim ZB, Seydim AC, Greene AK and Bodine AB (2000a) “Determination of Organic Acids and Volatile Flavor Substances in Kefir during Fermentation”, *Journal of Food Composition and Analysis*, 13: 35-43.
- Güzel-Seydim ZB, Seydim AC and Greene AK (2000b) “Organic Acids and Volatile Flavor Components Evolved during Refrigerated Storage of Kefir”, *Journal of Dairy Science*, 83(2): 275-277.
- Güzel-Seydim ZB, Kök-Taş T and Greene AK (2010) Kefir and Koumiss: Microbiology and Technology In: F Yıldız (Editor) Development and Manufacture of Yogurt and Other Functional Dairy Products, CRC Press, 143-163, Boca Raton.
- Güzel-Seydim ZB, Kök-Taş T, Greene AK and Seydim AC (2011) “Functional Properties of Kefir”, *Food Science and Nutrition*, 51(3): 261-268.
- Huma N, Ghaffar F, Rafiq S, Pasha I, Sameen A, Hayat I and Hussain I (2018) “Characterization of Milk Proteins from Different Animal Species through Gel Electrophoresis”, *Pakistan J. Zool.*, 50:1983-1986.
- Hull ME (1947) “Studies on Milk Proteins. II. Colorimetric Determination of the Partial Hydrolysis of the Proteins in Milk”, *J. Dairy Sci.*, 30: 881-884.
- IDF (2001) Milk and Milk Products-General Guidance For the Preparation of Test Samples, Initial Suspensions and Decimal Dilutions for Microbiological Examination, International IDF Standard: 122, Belgium.

- Irigoyen A, Arana I, Castiella M, Torre P and Ibáñez FC (2005) "Microbiological, Physicochemical and Sensory Characteristics of Kefir during Storage", *Food Chemistry*, 90: 613-620.
- Ismail AA, Ghaly MF and El-Naggar AK (2011) "Some Physicochemical Analyses of Kefir Produced under Different Fermentation Conditions", *Journal of Scientific & Industrial Research*, 70: 365-372.
- Kaczyński, LK, Cais-Sokolińska D and Rudzińska M (2018) "Cholesterol Oxidation Products in Kefir from Goats' Milk during Storage", *International Dairy Journal*, 85: 35-40.
- Kahraman C (2011) Production of Kefir from Bovine and Oat Milk Mixture, Master's Thesis, İzmir Institute of Technology, İzmir.
- Kaptan N, Gürsel A ve Gürsoy A (1990) "İnkübasyon Sıcaklığının Kefirin Bazı Nitelikleri Üzerine Etkisi", *GIDA*, 15(5): 291-298.
- Karaçalı R (2017) Soya Sütü ve Probiyotik Kültür İlaveli Kefir Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Karagözlü C ve Dumanoglu Z (2011) "Türkiye'de Endüstriyel Kefir Üretiminin Artırılması: Avrupa'da Yakult Pazarlanması Örneği", *Gıda Teknolojisi*, 15(12): 48-51.
- Katsiari MC, Voutsinas LP and Kondyli E (2002) "Manufacture of Yoghurt from Stored Frozen Sheep's Milk", *Food Chemistry*, 77: 413-420.
- Kavas G (2015) "Kefirs Manufactured from Camel (*Camelus Dromedarius*) Milk and Cow Milk: Comparison of Some Chemical and Microbial Properties", *Ital. J. Food Sci.*, 27: 357-366.
- Kesenaş H, Dinkçi N, Seçkin K, Kınık Ö ve Gönç S (2011a) "Antioxidant Properties of Kefir Produced from Different Cow and Soy Milk Mixtures", *Journal of Agricultural Sciences*, 17:253-259.
- Kesenaş H, Dinkçi N, Seçkin K, Kınık Ö, Gönç S, Ergönül PG and Kavas G (2011b) "Physicochemical, microbiological and sensory characteristics of Soymilk Kefir", *African Journal of Microbiology Research*, 5(22): 3737-3746.
- Kesenaş H, Gürsoy O ve Özbaş H (2017) Kefir In: J Frias C Martinez-Villaluenga E Peñas (Editors) *Fermented Foods in Health and Disease Prevention*, Elsevier, UK.
- Kezer G (2013) İnek ve Keçi Sütü Karışımından Yapılan Kefirlerin Fizikokimyasal, Mikrobiyal ve Duyusal Özellikleri Üzerine Yağ İkame Maddelerinin Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, OMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Kılıç S (2014) Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri, Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 542, İzmir.

- Kınık Ö, Akalın AS ve Gönç S (1998) “Kefir Üretimi ve Depolanması Sırasında Organik Asitlerin Değişimi Üzerine Bir Araştırma”, V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 21-22 Mayıs 1998, Tekirdağ.
- Kilcawley K (2010) Determination of Lipolysis In: LML Nollet F Toldrá (Editors) Handbook Dairy Foods Analysis, CRC Press, 428-444, Boca Raton.
- Kim DH, Jeong D, Song KY and Seo KH (2018) “Comparison of Traditional and Backslopping Methods for Kefir Fermentation Based on Physicochemical and Microbiological Characteristics”, LWT – Food Science and Technology, 97: 503-507.
- Kljajevic NV, Jovanovic ST, Miloradovic ZN, Macej OD, Vucic TR and Zdravkovic IR (2016) “Influence of the Frozen Storage Period on the Coagulation Properties of Caprine Milk”, International Dairy Journal, 58:36-38.
- Koschak MS, Fennema O, Amundson CH and Lee JY (1981) “Protein Stability of Frozen Milk as Influenced by Storage Temperature and Ultrafiltration”, Journal of Food Science, 46:1211-1217.
- Kök-Taş T (2010) Kontrollü Atmosfer Uygulamasının Kefir Danesi ve Kefir Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.
- Kök-Taş T, Seydim AC, Özer B and Güzel-Seydim ZB (2013) “Effects of Different Fermentation Parameters on Quality Characteristics of Kefir”, J. Dairy Sci., 96: 780-789.
- Köse Ş ve Ocak E (2014) “Yoğurta Lezzet Bileşenlerinin Oluşumu ve Bu Oluşum Üzerine Etki eden Faktörler”, Akademik Gıda, 12(2): 101-107.
- Kurt A, Çakmakçı S ve Çağlar A (1993) Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları Rehberi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, 18, Erzurum.
- Lad SS, Aparnathi KD, Mehta B and Velpula S (2017) “Goat Milk in Human Nutrition and Health – A Review”, Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci, 6(5): 1784-1792.
- Leite AMO, Leite DCA, Del Aguila EM, Alvares TS, Peixoto RS, Miguel MAL, Silva JT and Paschoalin MF (2013) “Microbiological and Chemical Characteristics of Brazilian Kefir during Fermentation and Storage Processes”, J. Dairy Sci., 96: 4149-4159.
- Libudzisz Z and Stepaniak L (2011) Buttermilk In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (2):489-495, London.
- Magalhães KT, Dragone G, de Melo Pereira GV, Oliveira JM, Domingues L, Teixeira JA, Almeida e Silve JB and Schwan RF (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.

- Mainville I, Montpetit D, Durand N and Farnworth ER (2001) “Deactivating the Bacteria and Yeast in Kefir using Heat Treatment, Irradiation and High Pressure”, *International Dairy Journal*, 11: 45-49.
- Martín-Diana AB, Janer C, Peláez C and Requena T (2003) “Development of a Fermented Goat’s milk Containing Probiotic Bacteria”, *International Dairy Journal*, 13: 827-833.
- MEB (2007), Kefir, MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Ankara.
- MEB (2011), Ayran, MEGEP (Mesleki Eğitim ve Öğretim Sisteminin Güçlendirilmesi Projesi), Ankara.
- Metin M (2009) Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, 33, İzmir.
- Milani FX and Wendorff WL (2011) “Goat and Sheep Milk Products in the United States (USA)”, *Small Ruminant Research*, 101: 134-139.
- Moatsou G and Park, YW (2017) Goat Milk Products: Types of Products, Manufacturing Technology, Chemical Composition and Marketing In: YW Park GFW Haenlein WL Wendorff (Editors) *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, Second Edition, Wiley Blackwell, 84-150, USA.
- Montanuci FD, Pimentel TC, Garcia S and Prudencio SH (2012) “Effect of Starter Culture and Inulin Addition on Microbial Viability, Texture, and Chemical Characteristics of Whole or Skim Milk Kefir”, *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, 32(4): 850-861.
- Muir DD, Tamime AY and Wszolek M (1999) “Comparison of the Sensory Profiles of Kefir, Buttermilk and Yogurt”, *International Journal of Dairy Technology*, 52(4): 129-134.
- Nip WK (2007) *Fundamentals of Food Manufacturing* In: YH Hui (Editor in chief) *Handbook of Food Products Manufacturing*, Wiley, 5-44, New Jersey.
- Nurliyani, Sadewa AH and Sunarti (2015a) “Kefir Properties Prepared with Goat Milk and Black Rice (*Oryza sativa L.*) Extract and its Influence on the Improvement of Pancreatic β -Cells in Diabetic Rats”, *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 27(10): 727-735.
- Nurliyani, Suranindyah Y and Pretiwi P (2015b) “Quality and Emulsion Stability of Milk from Ettawah Crossed Bred Goat during Frozen Storage”, *Procedia Food Science*, 3: 142-149.
- O’Brien KV, Aryana KJ, Prinyawiwatkul W, Carabante Ordonez KM and Boeneke CA (2016) “Short Communication: The Effects of Frozen Storage on the Survival of Probiotic Microorganisms Found in Traditionally and Commercially Manufactured Kefir”, *Journal of Dairy Science*, 99: 1-6.

- Öner Z, Karahan AG ve Çakmakçı ML (2010) “Effects of Different Milk Types and Starter Cultures on Kefir”, *GIDA*, 35(3): 177-182.
- Ötles S and Çağında Ö (2003) “Kefir: A Probiotic Dairy-Composition, Nutritional and Therapeutic Aspects”, *Pakistan Journal of Nutrition*, 2(2): 54-59.
- Park YW, Kalantari A and Frank JF (2004a) “Changes in the Microflora of Commercial Soft Goat Milk Cheese during Refrigerated and Frozen-Storage”, *Small Ruminant Research*, 53: 61-66.
- Park YW, Lee JH and Arora KL (2004b) “Effect of Six Months Prolonged Frozen-Storage on Changes in Organic Acid Composition of Plain Soft Goat Milk Cheese”, *South African Journal of Animal Science*, 34.
- Park YW and Drake MA (2005) “Effect of 3 Months Frozen-Storage on Organic Acid Contents and Sensory Properties, and Their Correlations in Soft Goat Milk Cheese”, *Small Ruminant Research*, 58: 291-298.
- Park YW, Lee JH and Lee SJ (2006) “Effects of Frozen and Refrigerated Storage on Organic Acid Profiles of Goat Milk Plain Soft and Monterey Jack Cheeses”, *J. Dairy Sci.*, 89: 862-871.
- Park YW, Juárez M, Ramos M and Haenlein GFW (2007) “Physico-chemical characteristics of Goat and Sheep Milk”, *Small Ruminant Research*, 68:88-113.
- Park YW (2013) “Effect of 5 Years Long-term Frozen Storage on Sensory Quality of Monterey Jack Caprine Milk Cheese”, *Small Ruminant Research*, 109:136-140.
- Park YW (2017) *Goat Milk – Chemistry and Nutrition* In: YW Park GFW Haenlein WL Wendorff (Editors) *Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals*, Second Edition, Wiley Blackwell, 42-83, USA.
- Picon A, Gaya P, Fernández-García E, Rivas-Cañedo A, Ávila M and Nuñez M (2010) “Proteolysis, Lipolysis, Volatile Compounds, Texture, and Flavor of Hispánico Cheese made using Frozen Ewe Milk Curds Pressed for Different Times”, *J. Dairy Sci.*, 93: 2896-2905.
- Purnomo H and Muslimin LD (2012) “Chemical Characteristics of Pasteurised Goat Milk and Goat Milk Kefir Prepared using Different Amount of Indonesian Kefir Grains and Incubation Times”, *International Food Research Journal*, 19(2): 791-794.
- Ranadheera CS, Evans CA, Adams MC and Baines SK (2012) “Probiotic Viability and Physico-chemical and Sensory Properties of Plain and Stirred Fruit Yogurts made from Goat’s Milk”, *Food Chemistry*, 135: 1411-1418.
- Ratray FP and O’Connell MJ (2011) *Kefir* In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) *Encyclopedia of Dairy Sciences*, Second Edition, Elsevier, (2):518-524, London.

- Saadi LO, Zaidi F, Oomah BD, Haros M, Yebra MJ and Hosseinian F (2017) "Pulse Ingredients Supplementation Affects Kefir Quality and Antioxidant Capacity during Storage", *LWT – Food Science and Technology*, 86: 619-626.
- Saito Z and Hashimoto Y (1962) "Studies on Frozen Milk With Special Reference to Denaturation of Milk Proteins", *Journ. Facul. Agr. Hokkaido Univ.*, 52(2):162-185.
- Salimei E and Park YW (2017) *Mare Milk In: YW Park GFW Haenlein WL Wendorff (Editors) Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals, Second Edition, Wiley Blackwell, 369-408, USA.*
- Salji JP, Kroger M (1981) "Proteolysis and Lipolysis in Ripening Cheddar Cheese Made with Conventional Bulk Starter and with Frozen Concentrated Direct-to-the-Vat Starter Culture", *Journal of Food Science*, 46(5), 1345-1348.
- Samuelsson EG, Thome KE, Borgstrom G and Hjalmdahl M (1957) "The Manufacture and Storage of Frozen Milk and Cream-Part I. A review." *Dairy Science Abstracts*, 19(11), 875–890.
- Santos DC dos, Oliveira Filho JG de, Santana ACA, Freitas BSM de, Silva FG, Takeuchi KP and Egea MB (2019) "Optimization of Soymilk Fermentation with Kefir and the Addition of Inulin: Physicochemical, Sensory and Technological Characteristics", *LWT – Food Science and Technology*, 104: 30-37.
- Sarıca E, Coşkun H, Kemer İC, Samur ES, Çifçi FM, Aktaş A, Erer H and Vergili E (2019) "A Comparative Study on the Shelf Life of the Yogurts Produced from Cow and Buffalo Milks", *The Journal of Food*, 44(3): 483-490.
- Shah NP (2016) *Novel Dairy Probiotic Products. In: P Foerst C Santivarangkna (Editors) Advances in Probiotic Technology, CRC Press, 338-355, Boca Raton.*
- Sodini I, Montella J and Tong PS (2005) "Physical Properties of Yogurt Fortified with Various Commercial Whey Protein Concentrates", *J. Sci. Food Agric.*, 85: 853-859.
- Surono S and Hosono A (2011) *Types and Standards of Identity. In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):470-476, London.*
- Şatır G (2011) *Kefir Fermantasyonunun Keçi Sütünün Bazı Fonksiyonel Özelliklerine Etkisinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, SDÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta.*
- Şen İ (2015) *Kefir Kültürü Kullanılarak Üretilen Fermente Süt Ürünlerinin Aroma Aktif Bileşenlerinin ve Duyusal Özelliklerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, ÇOMÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Çanakkale.*
- Şimşek Ş, Sánchez-Rivera L, El SN, Karakaya S and Recio I (2017) "Characterisation of in vitro Gastrointestinal Digests from Low Fat Caprine Kefir Enriched with Inulin", *International Dairy Journal*, 75: 68-74.

- Tamime AY, Skriver A and Nilsson LE (2006) Starter Cultures In: AY Tamime (Editor) Fermented Milks, Blackwell Science, 11-52, Ayr.
- Tamime AY and Robinson RK (2007) Tamime and Robinsons's Yoghurt, Third Edition, Woodhead Publishing Limited, 791, Cambridge.
- Tamuçay-Özünü B ve Koçak C (2010) "Farklı İnkübasyon Sonu Asitliğinin Ayran Kalitesine Etkisi", GIDA, 35(2): 113-119.
- Taşkın B ve Bağdatlıoğlu N (2011) "Süt ve Fermente Süt Ürünlerinin Antioksidan Özellikleri", Akademik Gıda, 9(5): 67-74.
- T.C. Resmi Gazete, Türk Gıda Kodeksi Fermente Süt Ürünleri Tebliği (Tebliğ No: 2009/25), 16.02.2009, Sayı 27143.
- TDK, T.C. Atatürk Kültür, Dil ve Tarih Yüksek Kurumu, Büyük Türkçe Sözlük, <http://www.tdk.gov.tr/> 18 Şubat 2019.
- Temiz H and Kezer G (2015) "Effects of Fat Replacers on Physicochemical, Microbial and Sensorial Properties of Kefir made using Mixture of Cow and Goat's Milk", Journal of Food Processing and Preservation, 39: 1421-1430.
- Terzi G (2007) "Kefirin Bileşimi ve Beslenme Açısından Önemi", Veteriner Hekimler Derneği Dergisi, 78(1): 23-30.
- Tejada L, Sánchez E, Gómes R, Vioque M and Fernández-Salguero J (2002) "Effect of Freezing and Frozen Storage on Chemical and Microbiological Characteristics in Sheep Milk Cheese", Journal of Food Science, 67(1): 126-129.
- Tomar O (2015) Farklı Yağ Oranlarına Sahip İnek ve Manda Sütleri Kullanılarak İki Ayrı Üretim Metoduyla Üretilen Kefir Örneklerinin Depolama Süresince Bazı Kalite Karakteristiklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, AKÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Afyon.
- Tonguç İE (2012) Laktoz ve Galaktoz İntoleranslı Bireylerin Tüketimine Yönelik Fermente Süt Ürünlerinin Geliştirilmesi ve Kalite Özelliklerinin Belirlenmesi, Doktora Tezi, EÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tratnik L, Božanić R, Herceg Z and Drgalić I (2006) "The quality of Plain and Supplemented Kefir from Goat's and Cow's Milk", International Journal of Dairy Technology, 59(1): 40-46.
- Türker G, Kızılkaya B and Arifoğlu N (2014) "Determination of Organic Acid Composition and Free Radical Scavenging Capacity of Kefir", Asian Journal of Chemistry, 26(8): 2443-2446.
- Ulusal Süt Konseyi, Türkiye Süt Sektör İstatistikleri Özet Raporu, <https://ulusalsutkonseyi.org.tr/turkiye-sut-sektor-istatistikleri-ozet-raporu-2450/> 18 Şubat 2019
- Ulusoy BH (2015) "Nutritional and Health Aspects of Goat Milk Consumption", Academic Food Journal, 13(1): 56-60.

- Uniacke-Lowe T (2011) Koumiss In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):512-517, London.
- Ürkek B, Erkaya T ve Şengül M (2011) “Kefir: Bileşimi, Üretimi, Probiyotik ve Terapötik Özellikleri”, Akademik Gıda, 9(5): 60-66.
- Van Den Berg L (1961) “Changes in pH of Milk During Freezing and Frozen Storage”, Journal of Dairy Science, 44(1): 26-31.
- Van Hekken DL, Tunick MH and Park YW (2005) “Effects of Frozen Storage on the Proteolytic and Rheological Properties of Soft Caprine Milk Cheese”, J. Dairy Sci., 88: 1966-1972.
- Vargas M, Cháfer M, Albors A, Chiralt A and González-Martínez C (2008) “Physicochemical and Sensory Characteristics of Yoghurt Produced from Mixtures of Cows’ and Goats’ Milk”, International Dairy Journal, 18: 1146-1152.
- Varnacı Z (1980) “Kaybolmuş Bir İçecek Kefir”, GIDA, 6: 61.
- Verruck S, Dantas A and Prudencio ES (2019) “Functionality of the Components from Goat’s Milk, Recent Advances for Functional Dairy Products Development and Its Implications on Human Health”, Journal of Functional Foods, 52: 243-257.
- Vieira CP, Álvares TS, Gomes LS, Torres AG, Paschoalin VMF and Conte-Junior CA (2015) “Kefir Grains Change Fatty Acid Profile of Milk during Fermentation and Storage”, Plos One, 10(10): 1-18.
- Voutsinas LP, Katsiari, MC, Pappas CP and Mallatou H (1995) “Production of Brined Soft Cheese from Frozen Ultrafiltered Sheep’s Milk. Part 1. Physicochemical, Microbiological and Physical Stability Properties of Concentrates”, Food Chemistry, 52: 227-233.
- Voutsinas LP, Katsiari, MC, Pappas CP and Mallatou H (1996a) “Production of Yoghurt from Sheep’s Milk which had been Concentrated by Reverse Osmosis and Stored Frozen. Part 1. Physicochemical, Microbiological and Physical Stability Characteristics of Concentrates”, Food Research International, 29(3-4): 403-409.
- Voutsinas LP, Katsiari, MC, Pappas CP and Mallatou H (1996b) “Production of Yoghurt from Sheep’s Milk which had been Concentrated by Reverse Osmosis and Stored Frozen. 2. Compositional, Microbiological, Sensory and Physical Characteristics of Yoghurt”, Food Research International, 29(3-4): 411-416.
- Weese SJ, Butcher DF and Thomas RO (1969) “Effect of Freezing and Length of Storage on Milk Properties”, J. Dairy. Sci., 52(11): 1724-1726.
- Weese SJ, Thayne WV and Butcher DF (1973) “Effect of Freezing Rate and Thawing Rate on Milk Properties”, J. Dairy. Sci., 56(2): 168-170.
- Wendorff WL (2001) “Freezing Qualities of Raw Ovine Milk for Further Processing”, J. Dairy Sci., 84: 74-78.

- Wendorff WL and Kalit S (2017) Processing of Sheep Milk In: YW Park GFW Haenlein WL Wendorff (Editors) Handbook of Milk of Non-Bovine Mammals, Second Edition, Wiley Blackwell, 222-260, USA.
- White CH (2011) Effect of Storage and Transport on Milk Quality In: JW Fuquay PF Fox PLH McSweeney (Editors) Encyclopedia of Dairy Sciences, Second Edition, Elsevier, (3):642-648, London.
- Witthuhn RC, Schoeman T, Cilliers A and Britz TJ (2005) "Impact of Preservation and Different Packaging Condition on the Microbial Community and Activity of Kefir Grains", Food Microbiology, 22: 337-344.
- Wszolek M, Tamime AY, Muir DD and Barclay MNI (2001) "Properties of Kefir made in Scotland and Poland using Bovine, Caprine and Ovine Milk with Different Starter Cultures, Lebensm.-Wiss. U.-Technol., 34: 251-261.
- Wszolek M, Kupiec-Teahan B, Skov Guldager H and Tamime AY (2006) Production of Kefir, Koumiss and Other Related Products In: AY Tamime (Editor) Fermented Milks, Blackwell Science, 174-216, Ayr.
- Yaman H (2010) Pastörize Keçi Sütünün Dondurulması ve Dondurarak Depolanması Sırasında Sütte Meydana Gelen Değişmeler, Yüksek Lisans Tezi, AİBÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Bolu.
- Yaman H, Elmalı M ve Kamber U (2010) "Observation of Lactic Acid Bacteria and Yeast Populations During Fermentation and Cold Storage in Cow's, Ewe's and Goat's Milk Kefirs", Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg, 16:113-118.
- Yaman H (2011) "Kefir: A Fermented Milk Product and Production Methods", Kocatepe Veterinary Journal, 4(1): 43-56.
- Yaman H ve Coşkun H (2015) "Pastörize Keçi Sütünün Dondurulması ve Dondurarak Depolanması Sırasında Meydana Gelen Değişmeler", GIDA, 40(4): 217-224.
- Yaygın H ve Kılıç S (1993) Süt Endüstrisinde Saf Kültür, Altındağ Matbaacılık, 108, İzmir.
- Yaygın H (1994) "Kefir ve Özellikleri", III. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 2-3 Haziran 1994, İstanbul.
- Yıldız F (2009) Farklı Yağ Oranlarının ve Farklı starter Kültürlerin Kefirin Nitelikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, AÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Yıldız H (2015) Gıda Dondurma. In: T Baysal, F İçier (Çeviri Editörleri) Gıda Mühendisliğine Giriş, Nobel Akademik Yayıncılık, 521, Ankara.
- Yılmaz-Ersan L, Özcan T, Akpınar-Bayızıt A and Şahin S (2016) "The Antioxidative Capacity of Kefir Produced from Goat Milk", International Journal of Chemical Engineering and Applications, 7(1): 22-26.
- Yanmış D and Coşkun H (2018) "The Changes in Goat Milk during Heating and Storge after Milking", Journal of Food and Nutrition Research, 6(12): 760-766.

Zhang RH, Mustafa AF, Ng-Kwai-Hang KF and Zhao X (2006) "Effects of Freezing on Composition and Fatty Acid Profiles of Sheep Milk and Cheese", *Small Ruminant Research*, 64:203-210.



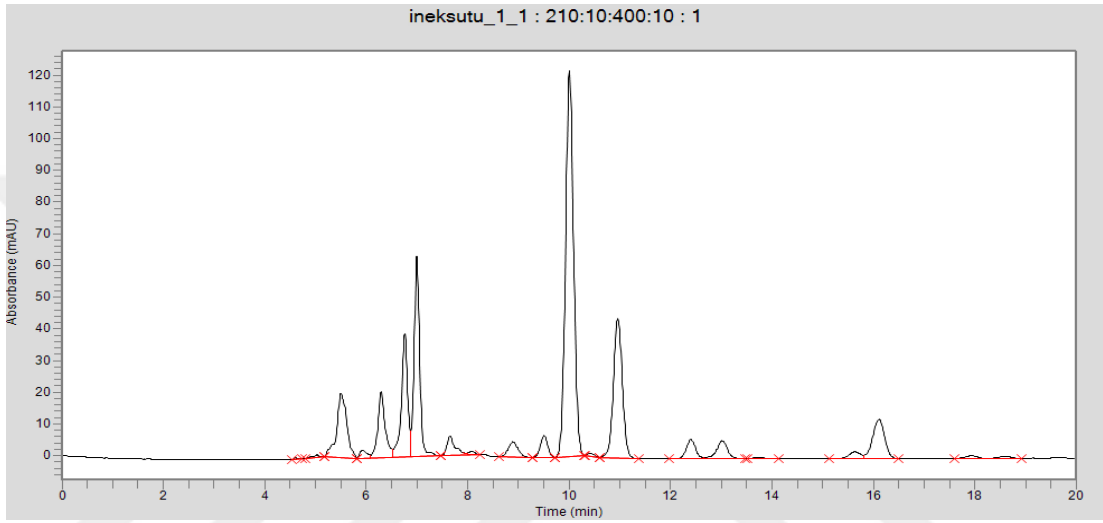


EKLER

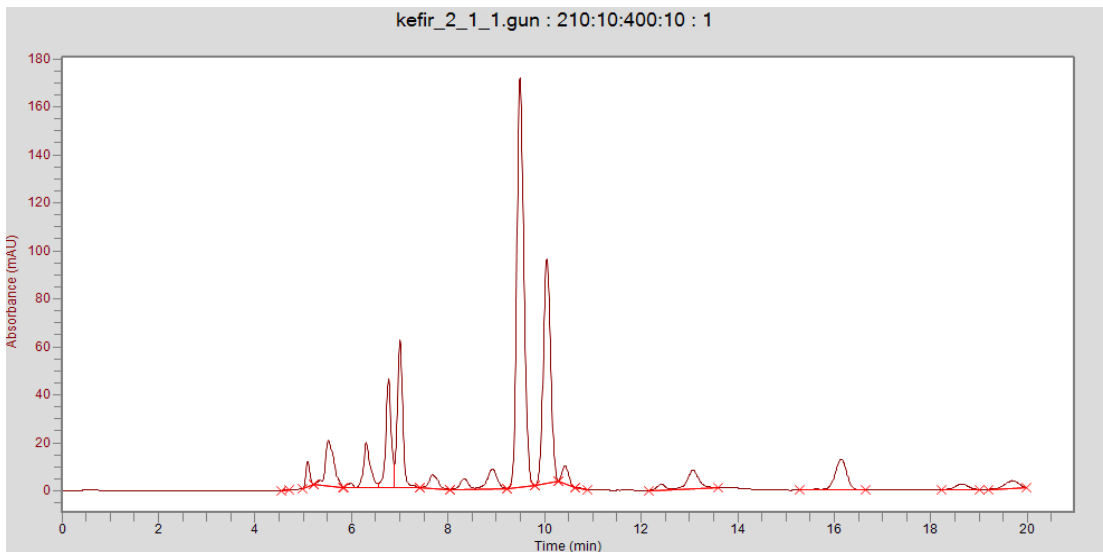
7. EKLER

EK A. Kefir Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Süt ile Kefir Örneklerinin Organik Asit Bileşiklerine Ait Kromatogramlar

A1. Kefir Örneklerinin Üretiminde Kullanılan Sütlerin Organik Asit Bileşiklerine Ait Örnek Bir Kromatogram

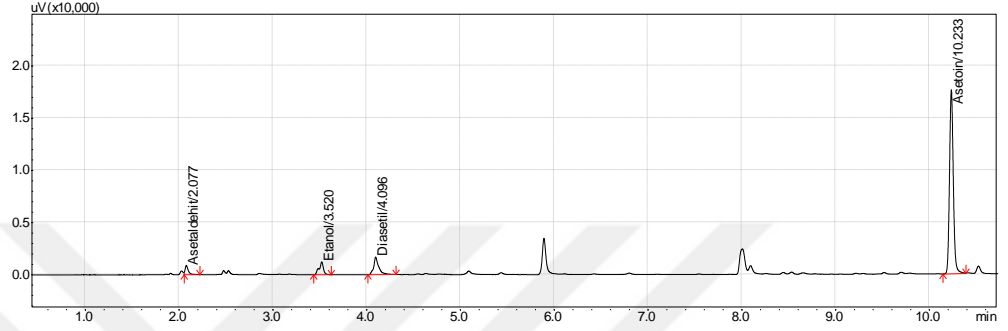


A2. Kefir Örneklerinin Organik Asit Bileşiklerine Ait Örnek Bir Kromatogram

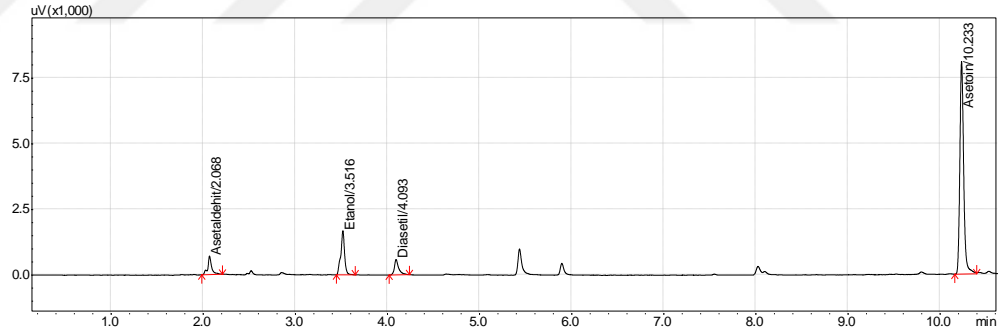


EK B Kefir Örneklerinin Aroma Bileşilerine Ait Kromatogramlar

B1. İnek Sütünden Üretilen Kefir Örneklerinin Aroma Bileşiklerine Ait Örnek Bir Kromatogram



B1. Keçi Sütünden Üretilen Kefir Örneklerinin Aroma Bileşiklerine Ait Örnek Bir Kromatogram



8. ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Ercan SARICA

Doğum Yeri ve Tarihi : Elmalı 18.05.1988

Lisans Üniversite : Selçuk Üniversitesi

Y. Lisans Üniversite : Akdeniz Üniversitesi

Elektronik posta : ercansarica@ibu.edu.tr

İletişim Adresi : BAİBÜ Gölköy Kampüsü Mühendislik
Fakültesi 4. Kat No: 428

Yayın Listesi :

Makaleler

Sarıca E, Coşkun H, Kemer İC, Samur ES, Çifçi FM, Aktaş A, Erer H and Vergili E (2019) A Comparative Study on the Shelf Life of the Yogurts Produced from Cow and Buffalo Milks. The Journal of Food, 44(3): 483-490.

Sarıca E ve Coşkun H (2015) Peynir Teknolojisinde Yüksek Basınç Uygulamaları. Akademik Gıda, 13(3): 247-256.

Uluslararası Bildiriler

Sarıca E, Kızılay HK and Demir M (2018). Determination of Some Physicochemical, Microbiological and Sensorial Properties of the Concentrated Acidophilus Milk Produced from Cow's Milk and Goat's Milk with Different Production Methods. 13. International Conference of Food Physicists, 79

Yaman H, **Sarıca E** and Coşkun H (2017). The Effect of High Pressure on Some Ripening Properties of White Cheese Produced from Different Milks Species. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 631.

Yaman H and **Sarıca E** (2017). The Effect of Freezing Temperatures on Particle Size Distribution and Some Rheological Properties of Raw Milks from Different

Species. International Conference on Agriculture, Forest, Food Sciences and Technologies, 741.

Sarıca E and Coşkun H (2015). Yanıksı Ice Cream. The 3rd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 191.

Çakır İ, **Sarıca E** and Kurhan Ş (2013). Microbiological and Chemical Properties of Traditional Manda Kaymagı Manufactured in Bolu. The 2nd International Symposium on Traditional Foods from Adriatic to Caucasus, 32.

Ulusal Bildiriler

Coşkun H, **Sarıca E**, Şen K, Doğrul R, Yılmaz AN, Akıllıok Ş ve Coci G (2019). Tulum Peyniri Üretiminde Yoğurt Kullanımının Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi. 2. Ulusal Sütçülük Kongresi, 148-158.

Sarıca E, Coşkun H, Kemer İC, Samur ES, Çifçi FM, Aktaş A, Erer H and Vergili E (2019). Manda Sütünden Yapılan Yoğurtların Raf Ömürleri Üzerine Bir Çalışma. 2. Ulusal Sütçülük Kongresi, 4.

Sarıca E ve Demir M (2014). Konsantre Asidofiluslu Süt. Gıda Mühendisliği 5. Öğrenci Kongresi, 104.

Yeşilyurt N, **Sarıca E** ve Erge HS (2013). Biyoaktif Bileşiklerin Ekstraksiyonunda Ultrases Dalgasının Kullanımı. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, 120.

Sarıca E ve Demir M (2013). Asidofiluslu Süt Ürünlerinin Sınıflandırılması. 8. Gıda Mühendisliği Kongresi, 113.

Sarıca E, Gündeş AG, Demir M ve Küçükçetin A (2012). Tatlı Asidofiluslu Süt, Süt Endüstrisinde Yenilikçi Yaklaşımlar Sempozyumu, 60.

Sarıca E, Yılmaz M ve Türker S (2012). Ekmek Maliyetinin Hesaplanması. III. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu, 887.