

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**FARKLI YAĞ ORANLARININ VE FARKLI STARTER KÜLTÜRLERİN  
KEFİRİN NİTELİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ**

**Filiz YILDIZ**

**SÜT TEKNOLOJİSİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**

**2009**

**Her hakkı saklıdır**

## ÖZET

Doktora Tezi

### FARKLI YAĞ ORANLARININ VE FARKLI STARTER KÜLTÜRLERİN KEFİRİN NİTELİKLERİ ÜZERİNE ETKİSİ

Filiz YILDIZ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Süt Teknolojisi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

Bu çalışmada, farklı yağ oranlarına sahip inek sütlerinin kefir daneleri ile belirli bir pH değerine kadar (5,0-5,5 pH) fermentasyonundan sonra, her birine çeşitli starter kültürlerin inoküle edilmesiyle ikinci bir fermentasyon sonucu oluşan kefirlerin nitelikleri araştırılmıştır. İki aşamalı fermentasyon ile üretilen farklı yağ oranlı kefirler geleneksel kefirle karşılaştırılmış ve farklı starter kültürlerin kullanımıyla tat ve aroma özelliklerini geliştirebilme olanakları incelenmiştir. Bu amaçla asitlik gelişimi, karbondioksit ve tat aroma bileşenlerinin oluşumunu teşvik etmek için termofilik, probiyotik, mezofilik aromatik kültürler ve mayalar kullanılmıştır. Beş ayrı starter kültür ve üç ayrı yağ seviyesine göre üretilen onbeş farklı kefirlerde üç haftayı aşkın depolamanın 1., 5., 10., 16. ve 23. günlerinde kimyasal, mikrobiyolojik ve duyu analizler yapılmış, aroma bileşenleri ve serbest yağ asitleri belirlenmiştir.

Elde edilen sonuçlara göre, her üç yağ seviyesinde ve tüm örneklerde depolama süresince titrasyon asitliği, karbondioksit içeriği, tirozin değeri, laktik asit içeriği artmış, mikroorganizma içerikleri ise depolamanın belirli bir gününden (özellikle 5.ve 10. gün) sonra azalmıştır. Aroma bileşenlerinden asetaldehit ve etanol her üç yağ seviyesinde depolama süresince artmış, aseton ve diasetil ise azalmıştır. Serbest yağ asitleri miktarı yağ seviyelerine bağlı olarak depolama süresince sürekli artış göstermiştir. Duyusal değerlendirme açısından, yağlı kefir örnekleri, yağsız ve yarım yağlı örneklere göre daha çok beğenilmiştir. Yine ikinci fermentasyonun gerçekleştirildiği kültür katkılı örnekler, tat aroma ve genel beğeni bakımından geleneksel yöntemle üretilen kefirlerle göre daha çok puan almıştır. Kültür katkılı kefirlerden probiyotik kültür, mezofilik aromatik kültür ve maya kültürü ilave edilmiş örnekler panelistler tarafından daha çok tercih edilmiştir.

**Ekim 2009, 200 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Kefir, Yağ Oranı, Starter Kültür, İkinci Fermentasyon,

## **ABSTRACT**

Ph. D. Thesis

### **THE EFFECT OF DIFFERENT FAT LEVELS AND STARTER CULTURES ON PROPERTIES OF KEFIR**

Filiz YILDIZ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Dairy Technology

Supervisor: Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN

In this study, the effect of different levels of fat and starter cultures on some properties of kefir was examined. For this purpose, kefir samples were made from cows' milk with different fat levels, by adding kefir grains for the first stage fermentation to a pH value of 5.0-5.5, then by using starter cultures for the second stage. Properties of kefir samples obtained by this two-stage fermentation were investigated comparatively with those of the samples made by traditional method and the possibilities for improving the aroma and flavour characteristics by using different starter cultures tried to reveal. Thermophilic, probiotic, mesophilic-aromatic cultures of bacteria and yeast cultures were used to stimulate the formation of acidity, carbondioxide and aroma-flavour compounds. Fifteen samples of kefir, totally (5 different starter cultures x 3 different fat level), were analyzed for sensorial, chemical and microbiological properties on days 1, 5, 10, 16 and 23 during the storage for over 3 weeks. Free fatty acids and aroma compounds were also determined in the samples.

According to the results, titratable acidity, carbondioxide content, tyrosine value and lactic acid content increased during the storage in all the samples, while the number of microorganisms decreased especially from days 5 and 10. Concentration of acetaldehyde and ethanol increased gradually, whereas acetone and diacetyl concentrations decreased during the storage in the samples with 3 different fat levels. Contents of free fatty acids also showed a gradual increase during the storage depending on the fat levels in the samples. From the sensorial point of view, whole fat kefir samples were preferred to the non-fat and half-fat samples. Furthermore, the samples made by second stage fermentation had an overall points higher than those of the samples made by traditionally. Kefir samples made by using probiotic, mesophilic-aromatic culture of bacteria and yeast culture were preferred more by the panel members.

**October 2009, 200 pages**

**Key Words:** Kefir, Fat Level, Starter Culture, Second Fermentation,

## TEŞEKKÜR

Tez çalıőmam sırasında bana araştırma olanağı sağlayan ve çalıőmamın her safhasında bilgi ve tecrubesinden yararlandığım ve önerileri ile beni yönlendiren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Atila YETİŞEMİYEN'e (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Süt Teknolojisi Bölümü), tez izleme komitesinde yer alan çok değerli hocalarım Sayın Prof. Dr. Asuman Gürsel KIRAL'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Süt Teknolojisi Bölümü), Prof. Dr. Metin YILDIRIM'a (Gaziosmanpaőa Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Gıda Mühendisliği Bölümü), tezimin üretim ve laboratuvar aőamalarında bana yardım eden ve manevi desteğini esirgemeyen arkadaőım Sayın Seval MUNGAN'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Süt Teknolojisi Bölümü), Arő. Gör. İsmail TAŞ'a (Ankara Üniversitesi Ziraat Fakóltesi Tarımsal Yapılar ve Sulama Bölümü), diğer bölüm hocalarıma ve araştırma görevlisi arkadaőlarıma teőekkürlerimi sunarım.

Ayrıca çalıőmam boyunca gerek manevi destekleriyle gerekse gösterdikleri ilgi ve anlayıőla her zaman yanımda yer alan sevgili anneme, babama ve ağabeyime teőekkürü bir borç bilirim.

Filiz YILDIZ

Ankara, Ekim 2009

## İÇİNDEKİLER

ÖZET .....	i
ABSTRACT .....	ii
TEŞEKKÜR .....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ .....	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ .....	ix
1. GİRİŞ .....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ .....	6
2.1 Kefirin Tanımı ve Coğrafyası .....	6
2.2 Kefirin Tarihi .....	7
2.3 Kefir Danesi ve Kefirin Mikrobiyolojisi .....	8
2.4 Kefirin Bileşimi ve Kimyasal Özellikleri .....	12
2.5 Kefirin Üretim Yöntemleri .....	14
2.6 Kefirin Besin Değeri ve Fonksiyonel Özellikleri .....	18
2.7 Kefirde Meydana Gelen Biyokimyasal Reaksiyonlar ve Aroma Bileşenlerinin Oluşumu .....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM .....	24
3.1 Materyal .....	24
3.1.1 Çiğ süt .....	24
3.1.2 Kefir danesi ve starter kültür .....	24
3.2 Yöntem .....	24
3.2.1 Araştırmanın planlanması .....	25
3.2.2 Starter kültürlerin üretimi .....	26
3.2.3 Kefir üretim yöntemi .....	26
3.2.4 Uygulanan analizler .....	29
3.2.4.1 Hammadde çiğ sütte ve kefire işlenen standardize sütlerde yapılan analizler .....	29
3.2.4.1.1 Kurumadde içeriği .....	29
3.2.4.1.2 Yağ içeriği .....	29
3.2.4.1.3 Toplam azot .....	29
3.2.4.1.4 Protein içeriği .....	29
3.2.4.1.5 Titrasyon asitliği .....	29
3.2.4.1.6 pH değeri .....	29
3.2.4.2 Kefir Analizleri .....	30
3.2.4.2.1 Kurumadde içeriği .....	30
3.2.4.2.2 Yağ içeriği .....	30
3.2.4.2.3 Toplam azot .....	30
3.2.4.2.4 Protein içeriği .....	30
3.2.4.2.5 Titrasyon asitliği .....	30
3.2.4.2.6 pH değeri .....	30
3.2.4.2.7 Karbondioksit miktarı .....	30
3.2.4.2.8 Laktik asit miktarı .....	31
3.2.4.2.9 Tirozin miktarı .....	32
3.2.4.2.10 Viskozite .....	33
3.2.4.2.11 Uçucu aroma bileşenleri .....	33
3.2.4.2.12 Serbest yağ asitleri .....	35

3.2.4.2.13 Mikrobiyolojik analizler .....	37
3.2.4.2.14 Duyusal değerlendirme .....	38
3.2.4.2.15 İstatistik değerlendirme .....	38
4. ARAŞTIRMA BULGULARI .....	40
4.1 Araştırmada Kullanılan Çiğ Sütler ile Kefire İşlenen Standardize Sütlerin Bazı Nitelikleri .....	40
4.2 Kefir Örneklerine İlişkin Özellikler .....	41
4.2.1 Kefirlerin bazı kimyasal özellikleri .....	41
4.2.1.1 Kurumadde içeriği .....	41
4.2.1.2 Toplam azot içeriği .....	44
4.2.1.3 Protein içeriği .....	45
4.2.1.4 Titrasyon asitliği .....	49
4.2.1.5 pH Değeri .....	50
4.2.1.6 Karbondioksit içeriği .....	54
4.2.1.7 Laktik asit içeriği .....	58
4.2.1.8 Tirozin içeriği .....	61
4.2.1.9 Viskozite değeri .....	64
4.2.1.10 Kefir örneklerinin aroma bileşenleri .....	68
4.2.1.10.1 Asetaldehit .....	68
4.2.1.10.2 Aseton .....	73
4.2.1.10.3 Butanon .....	76
4.2.1.10.4 Etanol .....	80
4.2.1.10.5 Diasetil .....	83
4.2.1.11 Kefir örneklerinin serbest yağ asitleri içeriği .....	87
4.2.1.11.1 Bütirik asit (C4) .....	87
4.2.1.11.2 Kaproik asit (C6) .....	91
4.2.1.11.3 Kaprilik asit (C8) .....	97
4.2.1.11.4 Kaprik asit (C10) .....	101
4.2.1.11.5 Laurik asit (C12) .....	104
4.2.1.11.6 Miristik asit (C14) .....	107
4.2.1.11.7 Palmitik asit (C16) .....	110
4.2.1.11.8 Stearik asit (C18:0) .....	113
4.2.1.11.9 Oleik asit (C18:1) .....	116
4.2.1.11.10 Linoleik asit (C18:2) .....	119
4.3 Kefir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları .....	122
4.3.1 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları .....	122
4.3.2 <i>Lactococcus</i> cinsi bakteri sayısı .....	125
4.3.3. <i>Lactobacillus</i> cinsi bakteri sayısı .....	129
4.3.4. <i>Leuconostoc</i> cinsi bakteri sayısı .....	133
4.3.5. Maya sayısı .....	136
4.4. Kefir Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları .....	139
4.4.1 Tat ve aroma .....	139
4.4.2 Kıvam .....	143
4.4.3 Genel beğeni .....	145
5. SONUÇLAR .....	148
KAYNAKLAR .....	155
EKLER .....	164
EK 1 Aroma bileşenlerine ait standart kromatogram .....	166

EK 2 < % 0,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı .....	167
EK 3 < % 0,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı .....	168
EK 4 < % 0,5 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı .....	169
EK 5 < % 0,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı .....	170
EK 6 < % 0,5 yağlı E örneğinin 16. gün kromatogramı .....	171
EK 7 % 1,5 yağlı A örneğinin 1.gün kromatogramı .....	172
EK 8 % 1,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı .....	173
EK 9 % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı .....	174
EK 10 % 1,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı .....	175
EK 11 % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı .....	176
EK 12 % 3,0 yağlı A örneğinin 1.gün kromatogramı .....	177
EK 13 % 3,0 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı .....	178
EK 14 % 3,0 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı .....	179
EK 15 % 3,0 yağlı D örneğinin 10. gün kromatogramı .....	180
EK 16 % 3,0 yağlı E örneğinin 10. gün kromatogramı .....	181
EK 17 Serbest yağ asitlerine ait standart kromatogram .....	182
EK 18 < % 0,5 yağlı A örneğinin 10. gün kromatogramı .....	183
EK 19 < % 0,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı .....	184
EK 20 < % 0,5 yağlı C örneğinin 1. gün kromatogramı .....	185
EK 21 < % 0,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı .....	186
EK 22 < % 0,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı .....	187
EK 23 % 1,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı .....	188
EK 24 % 1,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı .....	189
EK 25 % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı .....	190
EK 26 % 1,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı .....	191
EK 27 % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı .....	192
EK 28 % 3,0 yağlı A örneğinin 23. gün kromatogramı .....	193
EK 29 % 3,0 yağlı B örneğinin 23. gün kromatogramı .....	194
EK 30 % 3,0 yağlı C örneğinin 23. gün kromatogramı .....	195
EK 31 % 3,0 yağlı D örneğinin 23. gün kromatogramı .....	196
EK 32 % 3,0 yağlı E örneğinin 23. gün kromatogramı .....	197
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>198</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 3.1 Kefir üretim akım şeması .....	28
Şekil 3.2 Kefir örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde kullanılan hedonik skala .....	39
Şekil 4.1 Kefir örneklerinin kurumadde içeriğindeki değişimler .....	42
Şekil 4.2 Kefir örneklerinin protein içeriğindeki değişimler .....	48
Şekil 4.3 Kefir örneklerinin pH değerindeki değişimler .....	53
Şekil 4.4 Kefir örneklerinin karbondioksit içeriklerindeki değişimler .....	56
Şekil 4.5 Kefir örneklerinin laktik asit içeriklerindeki değişimler .....	60
Şekil 4.6 Kefir örneklerinin tirozin içeriklerindeki değişimler .....	63
Şekil 4.7 Kefir örneklerinin viskozite değerlerindeki değişimler .....	67
Şekil 4.8 Kefir örneklerinin asetaldehit içeriklerindeki değişimler .....	72
Şekil 4.9 Kefir örneklerinin aseton içeriklerindeki değişim .....	75
Şekil 4.10 Kefir örneklerinin butanon içeriklerindeki değişim .....	79
Şekil 4.11 Kefir örneklerinin etanol içeriklerindeki değişim .....	82
Şekil 4.12 Kefir örneklerinin diasetil içeriklerindeki değişim .....	86
Şekil 4.13 Kefir örneklerinin bütirik asit (C <sub>4</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	89
Şekil 4.14 Kefir örneklerinin kaproik asit (C <sub>6</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	93
Şekil 4.15 Kefir örneklerinin kaprilik asit (C <sub>8</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	100
Şekil 4.16 Kefir örneklerinin kaprik asit (C <sub>10</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	102
Şekil 4.17 Kefir örneklerinin laurik asit (C <sub>12</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	106
Şekil 4.18 Kefir örneklerinin miristik asit (C <sub>14</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	109
Şekil 4.19 Kefir örneklerinin palmitik asit (C <sub>16</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	112
Şekil 4.20 Kefir örneklerinin stearik asit (C <sub>18:0</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	115
Şekil 4.21 Kefir örneklerinin oleik asit (C <sub>18:1</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	118
Şekil 4.22 Kefir örneklerinin linoleik asit (C <sub>18:2</sub> ) içeriğindeki değişimler .....	121
Şekil 4.23 Kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim .....	124
Şekil 4.24 Kefir örneklerinin <i>Lactococcus</i> cinsi bakteri sayısındaki değişim ....	128
Şekil 4.25 Kefir örneklerinin <i>Lactobacillus</i> cinsi bakteri sayısındaki değişim ...	131
Şekil 4.26 Kefir örneklerinin <i>Leuconostoc</i> cinsi bakteri sayısındaki değişim .....	135



Şekil 4.27 Kefir örneklerinin maya sayılarındaki değişim .....	138
Şekil 4.28 Kefir örneklerinin tat ve aroma puanlarındaki değişimler .....	142
Şekil 4.29 Kefir örneklerinin kıvam puanlarındaki değişimler .....	144
Şekil 4.30 Kefir örneklerinin genel beğeni puanlarındaki değişimler .....	146

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Depolama sırasında kefirin bileşiminde meydana gelen değişim ...	13
Çizelge 2.2 Çeşitli sınıftaki kefirlerin özellikleri .....	14
Çizelge 3.1 Araştırmanın planlanması ve örneklerin kodlanması .....	25
Çizelge 3.2 Birinci ve ikinci fermentasyona ilişkin inkübasyon değerleri .....	27
Çizelge 4.1 Hammadde sütün bazı nitelikleri, (n=3) .....	40
Çizelge 4.2 Standardize sütlerin bazı nitelikleri, (n=3) .....	40
Çizelge 4.3 Kefir örneklerinin kurumadde içeriği (%) .....	41
Çizelge 4.4 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kurumadde içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (%).....	43
Çizelge 4.5 Kefir örneklerinin toplam azot içeriği (%) .....	44
Çizelge 4.6 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin toplam azot içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (%) .....	45
Çizelge 4.7 Kefir örneklerinin protein içeriği (%) .....	46
Çizelge 4.8 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin protein içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (%) .....	47
Çizelge 4.9 Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% Laktik asit) .....	49
Çizelge 4.10 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin titrasyon asitliklerindeki değişimin karşılaştırılması (% LA) .....	50
Çizelge 4.11 Kefir örneklerinin pH değerleri .....	51
Çizelge 4.12 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin pH değerlerindeki değişimin karşılaştırılması .....	52
Çizelge 4.13 Kefir örneklerinin karbondioksit içeriği (mg/ 100 mL) .....	55
Çizelge 4.14 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin karbondioksit içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (mg/100 mL) .....	55
Çizelge 4.15 Kefir örneklerinin laktik asit içeriği (g/100 g) .....	58
Çizelge 4.16 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laktik asit içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (g/100 g) .....	59
Çizelge 4.17 Kefir örneklerinin tirozin içeriği (mg/ 5g) .....	61
Çizelge 4.18 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin tirozin içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (mg/5 g) .....	62

Çizelge 4.19 Kefir örneklerinin viskozite değerleri (cp) .....	64
Çizelge 4.20 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin viskozite içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (cp) .....	65
Çizelge 4.21 Kefir örneklerinin asetaldehit içeriği (ppm) .....	69
Çizelge 4.22 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin asetaldehit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	70
Çizelge 4.23 Kefir örneklerinin aseton içeriği (ppm) .....	73
Çizelge 4.24 Farklı yağ oranlarında ve farklı kefir örneklerinde aseton içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	74
Çizelge 4.25 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin aseton içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	74
Çizelge 4.26 Kefir örneklerinin butanon içeriği (ppm) .....	77
Çizelge 4.27 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin bütanon içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	77
Çizelge 4.28 Kefir örneklerinin etanol içeriği (ppm) .....	80
Çizelge 4.29 Kefir örneklerinin diasetil içeriği (ppm) .....	83
Çizelge 4.30 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin diasetil içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	84
Çizelge 4.31 Kefir örneklerinin bütirik asit içeriği (ppm) .....	88
Çizelge 4.32 Farklı örneklerde ve yağ oranlarında örneklerinin bütirik asit (C <sub>4</sub> ) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	88
Çizelge 4.33 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin bütirik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	90
Çizelge 4.34 Kefir örneklerinin kaproik asit içeriği (ppm) .....	92
Çizelge 4.35 Farklı yağ oranlarında, farklı örneklerde ve depolama sürelerinde kefirin kaproik asit içeriklerinin karşılaştırılması (ppm) .....	96
Çizelge 4.36 Kefir örneklerinin kaprilik asit içeriği (ppm) .....	97
Çizelge 4.37 Farklı örneklerde ve yağ oranlarında kaprilik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	98
Çizelge 4.38 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprilik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	98
Çizelge 4.39 Kefir örneklerinin kaprik asit içeriği (ppm) .....	101

Çizelge 4.40 Farklı örneklerde ve yağ oranlarında kaprik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	103
Çizelge 4.41 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	103
Çizelge 4.42 Kefir örneklerinin laurik asit içeriği (ppm) .....	105
Çizelge 4.43 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laurik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	105
Çizelge 4.44 Kefir örneklerinin miristik asit içeriği (ppm) .....	107
Çizelge 4.45 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin miristik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	108
Çizelge 4.46 Kefir örneklerinin palmitik asit içeriği (ppm) .....	110
Çizelge 4.47 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin palmitik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	111
Çizelge 4.48 Kefir örneklerinin stearik asit içeriği (ppm) .....	113
Çizelge 4.49 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin stearik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	114
Çizelge 4.50 Kefir örneklerinin oleik asit içeriği (ppm) .....	116
Çizelge 4.51 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin oleik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	117
Çizelge 4.52 Kefir örneklerinin linoleik asit içeriği (ppm) .....	119
Çizelge 4.53 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin linoleik asit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm) .....	120
Çizelge 4.54 Kefir örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları, $\log_{10}$ kob/mL .....	122
Çizelge 4.55 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	123
Çizelge 4.56 Kefir örneklerinin <i>Lactococcus</i> cinsi bakteri sayısı, $\log_{10}$ kob/mL ....	126
Çizelge 4.57 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin <i>Lactococcus</i> cinsi bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	126
Çizelge 4.58 Kefir örneklerinin <i>Lactobacillus</i> cinsi bakteri sayısı, $\log_{10}$ kob/mL .	130

Çizelge 4.59 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin <i>Lactobacillus</i> cinsi bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	130
Çizelge 4.60 Kefir örneklerinin <i>Leuconostoc</i> cinsi bakteri sayısı, $\log_{10}$ kob/mL ...	133
Çizelge 4.61 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde <i>Leuconostoc</i> cinsi bakteri sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	134
Çizelge 4.62 Farklı örneklerde ve farklı depolama sürelerinde <i>Leuconostoc</i> bakteri sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	134
Çizelge 4.63 Kefir örneklerinin maya sayısı, $\log_{10}$ kob/mL .....	136
Çizelge 4.64 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin maya sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$ kob/mL) .....	137
Çizelge 4.65 Kefir örneklerinin tat aroma puanları (10 puan üzerinden) .....	140
Çizelge 4.66 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin tat ve aroma puanlarının değişimi .....	141
Çizelge 4.67 Kefir örneklerinin kıvam puanları (10 puan üzerinden) .....	143
Çizelge 4.68 Kefir örneklerinin genel beğeni puanları (10 puan üzerinden) .....	145

## 1. GİRİŞ

Fermente süt ürünleri, sütün başta laktik asit bakterileri olmak üzere belirli mikroorganizmalar tarafından fermente edilmesi sonucu elde edilen farklı kıvam ve aromaya sahip ürünlerdir. Sütün fermentasyon yoluyla asitliğinin geliştirilip, ürüne dönüştürülmesi böylece raf ömrünün uzatılması eskiden beri bilinen ve uygulanan yöntemlerden birisidir (Tamime 1978, Atamer vd.. 1988).

Dünyada farklı adlar altında bilinen ancak temelde birbirine yakın özellikler gösteren 400'den fazla yoğurt ve yoğurt benzeri fermente süt ürünü bulunmaktadır (Kurmann vd.. 1992). Avrupa, Asya, Amerika ve Afrika lkelerinde günlük diyetinde önemli yer tutan fermente süt ürünleri, doğal starter kültür kullanılarak geleneksel yöntemlerle, evlerde hazırlanmaktadır. Bu rnlere Rusya'da 'protokvasha', Türkiye'de 'yoğurt, ayran', Mısır, Suriye ve Lübnan'da 'leben', Kafkasya'da 'kefir', Orta Asya ve Kazakistan'da 'katık, al' örnek olarak verilebilir. Büyük bir kısmını laktik asit fermentasyonunun oluşturduğu bu ürünlerde, aynı zamanda starterde bulunan mayalardan kaynaklanan alkol fermentasyonu da gerçekleşmektedir (Koroleva 1988a, Lucey 2001).

Fermente süt ürünleri içerisinde yoğurttan sonra en çok bilinen kefir, eski çağlardan beri Kafkasya'da üretilen ve buradan Dünya'ya yayılan sindirimi kolay, serinletici, çok az alkol içeren ve mayhoş bir tadı olan süt ürünüdür.

Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği' nde kefir; laktik asit bakterileri, asetik asit bakterileri ve *Torula* mayalarını içeren kefir danelerinin sütü fermente etmesiyle oluşan içilebilir kıvamdaki ürün olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2001).

Kefirin spesifik mikroflorasını laktik asit bakterileri, mayalar ve bazı asetik asit bakterileri oluşturduğundan kefir, laktik asit ve maya fermentasyonu ile karakterize edilmektedir. Bunun sonucunda ekşi, hafif alkollü ve köpüklü bir ürün elde edilmektedir (Hafliger vd.. 1991, Kurmann vd.. 1992).

Kefir, süt içindeki tüm besin maddelerini içerdiğinden besin değeri yüksek bir üründür. Dane bileşimindeki mikroorganizmaların etkisi ile laktoz ve proteinlerin bir kısmı parçalandığı için besleyici değerinin artması ve vücut tarafından daha iyi absorbe edilebilmesi kefirin önemini ortaya koymaktadır. B1, B12, ve K vitaminlerince zengin olan, sindirilebilir protein, çeşitli mineral maddeler ve esansiyel aminoasitleri içermektedir. Fermentasyon sonucunda oluşan laktik asidin yaklaşık % 50' sinin L(+) tipte olması onun vcudaya yararlılığını daha da artırmaktadır. Kefir tüketimi ile birçok hastalığın kontrolü ve iyileştirilmesi üzerine çalışmalar halen devam etmekte, antimikrobiyel ve antikanserojen etkisi ile mide ve bağırsak florasının dengesini sağlayarak bu rahatsızlıklara karşı koruyucu ve tedavi edici etkiler yarattığı belirtilmektedir (Koçak ve Grsel 1981, Koroleva 1988a,b, Alpkent ve Küçükçetin 2000, Karagzlu 2003, Chen vd.. 2008).

Orijini Kuzey Kafkasya olan kefir, yüzyıllardır eski Sovyetler Birliği'nde tüketilmektedir. Besinsel ve fonksiyonel özelliklerinden dolayı insan diyetinde Güneybatı Asya, Doğu ve Kuzey Avrupa, Ortadoğu ve Kuzey Afrika'yı kapsayan Dünyanın pek çok bölgesinde önemli bir yeri bulunmaktadır. Kefir Finlandiya, Macaristan, Norveç, Polonya, İsviçre, Rusya, Danimarka ve diğer bazı ülkelerde ticari olarak üretilmektedir. Güncel rakamlara ulaşılamadığı için, Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) bülteninin 1988 yılı istatistik rakamlarına göre bazı ülkelerde kefir üretim miktarları şu şekildedir: Finlandiya 1.280 ton / yıl, Macaristan 12.902 ton / yıl, Norveç 7.000 ton / yıl, Polonya 17.000 ton / yıl, İsviçre 16.000 ton / yıl, İsviçre 350 ton/ yıl, Rusya 1.206.200 ton/ yıl ve Danimarka' da 2.000 ton / yıl' dır (Anonymous 1988). Kefir ayrıca Yunanistan, Avusturya, Brezilya ve İsrail' de de bilinmekte ve tüketilmekte, Amerika ve Japonya'da ise popülaritesi gün geçtikçe artmaktadır (Karagzlu 2003). Bir diğer ülke olan Arjantin' de kefirin endüstriyel üretimi olmamasına karşın evlerde geleneksel olarak üretildiği bildirilmektedir (Garrote vd.. 1997). Son yıllara ilişkin kefir üretim ve tüketim miktarlarına ait istatistik verilere ulaşılamamıştır. Bunun nedeni kefirin fermente süt ürünleri içinde değerlendirilmesi ve rakamların da fermente süt ürünü olarak verilmesidir.

Türkiye' ye baktığımızda ise, son beş yıldır ülke genelinde kefir yeniden gündeme gelmiştir. Bazı ticari firmalar, endüstriyel boyutta kefir üretmeye başlamıştır. Kefirin

özelliği ve besin değeri hakkındaki bilinçlenme ve basında çıkan tanıtıcı reklamların artması ile tüketici nezdinde kefir daha bir önem kazanmıştır. Günümüzde artık tüm marketlerde kefir bulunabilmekte, sade, meyveli ve light olmak üzere değişik çeşitleri de raflarda yer almaktadır.

Kefir yapımında geleneksel ve endüstriyel prosesler kullanılmaktadır. Geleneksel yöntemle yapılmış kefir, tüketiciler tarafından daha çok beğenildiğinden bilim insanları, bu yolla üretilen kefire yakın yapı ve tatta ürün elde etmek için modern teknikler ve yöntemler üzerine çalışmaktadır (Karagözlü vd. 2007).

Kefir geleneksel olarak; süte % 2-3 oranında dane ilavesiyle ve 10-15 °C'de 24-48 saat inkübasyona bırakılarak yapılmaktadır. Rusya'da endüstriyel boyuttaki kefir üretimi de danelerle gerçekleştirilmektedir. Fakat Batı Avrupa'da kefir danelerinden izole edilen sıvı veya dondurularak kurutulmuş konsantre starter kültürler kullanılmaktadır. Yüksek derecede pastörize edilmiş süte % 1-3 oranında kültür ilave edilip ve 20-25 °C'de 12-16 saat inkübasyona bırakılarak kefir elde edilmektedir. Bu şekilde endüstriyel olarak üretilen kefirin, geleneksel ürüne göre daha kıvamlı olduğu, maya tadının daha az hissedildiği, mikrobiyel ve kimyasal bileşiminin farklılık gösterdiği bildirilmektedir (Hafliger vd. 1991).

Yukarıda anılan geleneksel veya endüstriyel kefir üretim yöntemleri, genelde kefir daneleri ve/veya starter kültürün kullanıldığı ve tek aşamalı fermentasyonun uygulandığı yöntemlerdir. Ancak bu yöntemin yanında son yıllarda geliştirilen iki aşamalı fermentasyon tekniğinin mikroorganizma aktivitesini stimüle (teşvik) ettiği ve sütteki metabolik değişimleri hızlandırdığı bildirilmektedir (Özer vd. 2000). İki aşamalı fermentasyon tekniğinde süt belli bir pH değerine kadar kefir daneleri ile inkübe edilmektedir. Bu aşama birinci fermentasyon aşamasıdır. Kefirden daneler ayrıldıktan sonra süt, starter kültürler (yoğurt ve peynir kültürü) ilave edilerek ikinci bir fermentasyona bırakılmaktadır. Bu da ikinci fermentasyon aşamasıdır. İkinci aşama 12-18 saat kadar sürmekte ve elde edilen son ürünün kalite özelliklerinin geleneksel kefire oranla daha iyi olduğu ifade edilmektedir (Özer vd. 2000).



Kefir üretim yöntemini geliştirmek amacıyla yapılan çalışmaların çoğu starter kültürlerle yöneliktir. Bu araştırmalar, kefir danelerinden izole edilen mikroorganizmaların starter kültür olarak kullanımıyla ilgilidir. Kefir üretiminde termofilik-, mezofilik-, probiyotik kültürler ve mayalar kefir kültürü içinde yer almakta ve kefir danesiyle beraber veya ayrı olarak ilk inkübasyonda kullanılmaktadır. İncelenen literatür bilgilerinden iki aşamalı fermentasyon tekniğinin kefir üretiminde alternatif bir metot olarak uygulanabileceği düşünülmüştür. Çünkü bu yöntem ile ilgili olarak Türkiye’ de sadece bir çalışmaya (Özer vd. 2000) rastlanmıştır. Adı geçen araştırmada, kefir daneleri ile 22 °C’ de 18 saat fermente edilen ve daneleri süzülen ön kefir kısımlara ayrılmıştır. Birinci kısım içine % 0,5 yoğurt kültürü, ikinci kısım içine % 1 peynir kültürü inoküle edilerek ikinci fermentasyon sonucu oluşan kefirlerin bazı kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir. Bu çalışmada sadece iki farklı kültür (termofilik-, mezofilik-) denenmiş, mikrobiyolojik analizlerde ise toplam bakteri ve maya sayımı yapılmıştır. *Lactobacil*, *Lactococ* gibi mikroorganizmalar belirlenmemiş, ayrıca kefirin tat aroma bileşenleri, serbest yağ asitleri ve kimyasal özellikleri ayrıntılı bir şekilde incelenmemiştir.

Günümüzde teknolojinin ilerlemesiyle vücudun günlük enerji tüketimi genel olarak azalmakta, dolayısıyla gıdalarla alınan yağ, obezite ve kalp damar rahatsızlıkları gibi bir takım hastalıklara yol açmaktadır (Akoh 1998). Bu durum tüketicilerin, yağsız veya az yağlı ürünleri daha fazla tercih etmelerine neden olmaktadır. Çevremizde kalori içeriği azaltılmış ürünlerin tüketiminde son yıllarda hızlı bir artış görülmektedir. Bu ürünler ‘düşük yağlı’, ‘diyet veya light’, ‘düşük kalorili’ gibi isimlerle piyasaya sunulmaktadır. Fakat yağın gerek tat aroma, gerekse üründe fiziksel iyileşmeleri sağlaması bakımından önemli olduğu bilinmektedir. Literatürler incelendiğinde yapılan çalışmalarda kefir üretiminde genellikle yağsız veya tam yağlı süt kullanıldığı görülmüştür.

Türkiye’de son 5 yılda kefirin yeniden keşfedilmesi, bu konuya olan ilginin artmasına neden olmuştur. Tüketici tercihlerine yönelik kefirler bir çok firma tarafından üretilmeye başlanmıştır. Hemen hemen her firmanın üretim yöntemi ve kullandıkları starter kültürlerin sayısı fazla olmasa da birbirlerinden farklı olabilmektedir. Bu bağlamda üretici firmaların hem bilgi dağarcığına katkı sağlamak, hem de üretim

yöntemlerinin standart hale gelmesine yardımcı olmak amacıyla bu tez çalışmasında kefir konusu seçilmiştir.

Bu konuda, geleneksel kefire göre daha iyi bir aromaya sahip, besin ve probiyotik değeri yüksek bir ürün elde edilmesi hedeflenmiştir. Bunun için de üretimde değişik starterlerin kullanıldığı ikinci bir fermentasyon aşamasının yer aldığı üretim yöntemi denenmiştir. Ayrıca yağsız, yarım yağlı ve tam yağlı süttten kefir üretimi de deneme kapsamına alınmış, böylece yağ seviyelerinin kefirin tat ve aroması üzerine etkisinin belirlenmesi de amaçlanmıştır.

Gerçekleştirilen bu tez çalışmasında; kefir daneleri ile fermente edilen farklı yağ oranlarına sahip sütlerin (ön kefir) içerisine çeşitli starter kültürler (termofilik kültür, probiyotik kültür, mezofilik aromatik kültür ve maya) inoküle edilerek ikinci bir fermentasyon sonucu oluşan kefirlerin bazı fiziksel, kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal nitelikleri araştırılmıştır. Starter kültürler için ikinci fermentasyonun başlangıç pH değeri, kültür inokulum (katım) oranı ve inkübasyon sıcaklıkları belirlenmiştir. Yağ seviyesi ve starter kültürleri kapsayan iki faktörlü çalışmada depolama süresi de dikkate alınmış ve istatistik değerlendirmeler buna göre yapılmıştır. İki aşamalı fermentasyon ile üretilen kefirler, geleneksel kefirle karşılaştırılmış, farklı yağ oranlarının ve farklı starter kültürlerin kullanımıyla tat ve aroma özelliklerini geliştirebilme olanakları ve depolama süresince meydana gelen değışimler incelenmiştir.

Araştırmada elde edilen sonuçların süt endüstrisine teknolojik olarak Kefir üretim yöntemi açısından katkı sağlanması ve bilimsel boyutuyla da kefire ilişkin literatür dağarcığını zenginleştirmesi hedeflenmektedir. Tez konusunun bilimsel ve teknolojik açıdan yarar sağlayacağı düşünölmüştür.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Kefirle ilgili genel bilgiler (tanımı, coğrafyası, tarihçesi vb.), kefir daneleri, kefirin bileşimi ve kimyasal özellikleri, kefirin üretim yöntemleri, kefirin besin değeri ve fonksiyonel özellikleri, kefirin duyuşal özellikleri ve kefir konusunda bugüne kadar yapılan çalışmaların özeti alt konu başlıkları şeklinde aşağıda verilmiştir.

### 2.1 Kefirin Tanımı ve Coğrafyası

Kefir, kefir daneleri içinde bulunan bakteri ve mayaların faaliyeti ile oluşun fermente bir süt ürünüdür (Sarkar 2008). Uçucu yağ asitleri, karbondioksit, etil alkol gibi fermentasyon ürünlerini içeren kefir, koyu kıvamlı ve kendine özgü ferahlatıcı maya tadıyla karakterize edilmektedir (Beshkova vd. 2002). Kefir pürüzsüz, viskoz ve kremamsı bir yapıya sahiptir. Kefir yağsız, yarım yağlı ve yağlı süttten üretilebilmektedir (Sarkar 2008).

Anavatanı Kafkasya olan kefir'in ismi Türkçe hoşu giden, sarhoşluk veren anlamına gelen 'kef' kelimesinden türetilmiştir. Diğer taraftan başka bir kaynaktan ise Kafkas dilinde en iyi kalite anlamında 'kefy' sözcüğünden türetildiği ifade edilmektedir (Hafliger vd. 1991, Kurmann vd. 1992). Üretiminin yapıldığı ülkelerde kephir, kiaphur, kefer, knapon, kepi ve kippi gibi bir çok değişik isimle anılmaktadır (Koroleva 1988a, Angulo vd. 1993, Garrote vd. 2001).

Kafkas dağları, Tibet, Moğolistan ve Rusya da yüzyıllardır yapılan ve tüketilen kefir Dünya'nın çeşitli yerlerine yayılmıştır (Irigoyen vd. 2005). Kefirin en fazla tanındığı ülkeler, özellikle, Güneybatı Asya, Doğu ve Kuzey Avrupa, Kuzey Amerika, (Sarkar 2008), Orta Doğu ve Kuzey Afrika (Koroleva 1982)' da bulunan ülkelerle Japonya'dır.

Kefir Asya' da ilk kez Türkler tarafından yapılmıştır (Kaptan ve Gürsel 1983). Büyük Hun İmparatoru Atilla'nın orduları Roma'ya saldırdığında, Avrupa salgın hastalıklardan kitlesel ölümleri yaşamaktaydı. Türklerin hastalıklara karşı dirençli olmaları Avrupalılar için hep soru işareti olmuştur. Türklerin beslenmelerinde dikkat çeken kefir; Avrupalı

tarihçiler tarafından o tarihlerdeki kayıtlara sihirli, mucizevi içecek olarak geçmiştir. Macaristan, Polonya ve İskandinav ülkelerinde bugün yerel olarak çok yaygın olan kefir Orta Asya'dan gelen Türkler tarafından getirilmiştir (Anonim 2009).

## 2.2 Kefirin Tarihçesi

Kefirin tarihçesi konusunda fazla bilgi ve belge bulunmamakla birlikte Kafkasya' da yaşayan göçebe halkın inek ve keçi sütünü kullanarak kefiri ürettikleri kayıtlardan anlaşılmaktadır. Ürünün yapımında starter olarak kefir daneleri kullanılmaktadır. Ancak bu danelerin nerede ve nasıl oluştuğu bilinmemektedir. Göçebeler arasında mevcut olan bir rivayete göre, kefir danelerinin Muhammet tarafından Ortodoks insanlarına verildiği ve onlara nasıl kullanacaklarının anlatıldığı bildirilmektedir. Danelerin yapım metodunun kimseye verilmediği eğer verilirse sihrinin bozulacağı söylenmiştir. Bu nedenle danelerin kaynağı bir sır olarak kalmıştır (Koroleva 1988a). Diğer taraftan başka bir kaynakta ise kefir danelerinin Kafkasya' da keçi tulumu içinde, inek sütünün dana ve koyun şirdenleriyle pıhtılaştırılması sonucunda elde edildiği bildirilmektedir (Koçak ve Gürsel 1981). Pıhtılaştırmanın yapıldığı tulumun iç yüzeyinde birkaç hafta sonra süngerimsi bir kabuk tabakası meydana geldiği, bu kabuk tabakasının alındığı, kurutulduğu ve kuruma sonunda oluşan küçük topakların kefir danesi olarak isimlendirildiği ifade edilmektedir.

Ünlü gezgin Marco Polo seyahatlerinde kefirde söz etmekte, ancak bir türlü elde edemediğinden Avrupa'ya getiremediğini belirtmektedir. Tibet'te budist rahiplerin elde ettikleri kefiri sürekli mayalayarak tapınaklarında gelen ziyaretçilere şifa olarak dağıttıkları, hastaları kefirle iyileştirdikleri bilinmektedir. Böylece kefir bütün dünyada dilden dile dolaşarak bir efsane haline gelmiştir (Anonim 2009).

Rusların uzun yıllar kefiri elde etmek için Türk toplulukları ile mücadele ettikleri ve bir türlü kefiri alamadıkları yine efsaneler arasında yer almaktadır. 19. yüzyılda kefirle ilgili yayınların ortaya çıkmasıyla Moskova Süt İşletmesinin sahibi bu ürünü endüstriyel düzeyde üretmeyi düşünmüş, kefir danesini ele geçirmek için fabrikasında çalışan bir kızı görevlendirmiştir (Koroleva 1988a). Bu kız Kafkaslar' da çok güzel ağırlandığına karşın kefir danesini almayı başaramamıştır. Geri dönüş yolunda

Kafkaslar tarafından kaçırılmış ve prensle evlendirilmiştir. İşletme sahibi bu durumu mahkemeye bildirmiş, mahkeme de işletmeye kefir danesi verildiği takdirde prensin affedileceği kararını almıştır. Böylece işletme kefir danesini elde etmiş ve küçük partiler halinde kefir yaparak çoğaltmıştır.

Rusya’ da 1930’ lu yıllarda endüstriyel düzeyde kefir üretimi başlamıştır (Koroleva 1988a). O dönemlerde süt cam şişeler içinde inoküle edilmiş ve pıhtı oluşuncaya kadar bir termostat içinde tutulmuş ardından ürün soğutulmuştur. Sonuçta set tipi ürün elde edilmiştir.

1950’ li yılların sonunda ise, Rusya’ da bir araştırma enstitüsü bugünkü anlamda kefir üretim metodunu geliştirmiş ve bu metotla yapılan kefir geleneksel yöntemle yapılan kefirle benzer özellikler sergilemiştir (Koroleva 1988a).

### **2.3 Kefir Danesi ve Kefirin Mikrobiyolojisi**

Kefir danesi sarımtırak renkte, çapı 1-2 mm’ den 3-6 mm’ye kadar değişen minyatür karnabahar görünümündedir (Irigoyen vd. 2005). Ortadoğu’ da bu daneye ‘Peygamber darısı’ da denilmektedir (Yaygın 1999). Mikroorganizmalar dane içinde simbiyotik yaşam sürmekte ve daneler çoğalarak bir sonraki generasyona özelliklerini aktarmaktadır. Pratikte büyüyen kefir daneleri bölünerek yeni kefir danelerini oluşturmaktadır. Daneler elektron mikroskopunda incelendiğinde temel yapısının, dokuma ipliklerinin bir araya gelerek oluşturduğu bir yapıya benzediği ve mikroorganizmaların da bu yapı içinde tutunduğu tespit edilmiştir (Koroleva 1988b).

Kefir daneleri, laktik asit bakterileri ve mayaların oluşturduğu ‘kefiran’ adı verilen polisakkarit bileşimine sahiptir (Beshkova vd. 2002). Kefiranın nasıl oluştuğu tam olarak anlaşılamamakla birlikte, başlıca glukoz ve galaktozun dallanmış hexa- ve heptasakkarit oluşumlarıdır (Güzel-Seydim vd. 2005). Süt yağı ve denatüre olmuş süt proteinleri bu polisakkarit bileşimin oluşumunda etkilidir (Beshkova vd. 2002). Söz konusu polisakkarit suda zor çözünebilmektedir. Çeşitli homofermentatif *Lactobacillus* türleri (ki buna *Lactobacillus kefiranofaciens* ve *Lactobacillus kefir* dahildir) bu

polisakkariti üretebilmektedir (Irigoyen vd. 2005). Sanayide kefiranın, kalınlaştırma, stabilize ve emülsifiye etme özelliklerinden yararlanılmaktadır (Tada vd. 2007).

İyi bir kefir danesi elastiki olmalı, yapışkan ve yumuşak olmamalıdır. Dane temiz tutulduğu ve dikkatli bakıldığı zaman yıllarca kullanılabilir. Kefir daneleri, kaynatılmış soğutulmuş suda yıkandıktan sonra ıslak durumda 4-5 °C’ de 8-10 gün saklanabilmektedir. Daneler uzun süre kullanılmayacaksa, oda sıcaklığında kurutulup soğuk ve kuru bir yerde 12-18 ay kalabilmektedir (Karagözlü 1990). Kurutulan daneler kullanılacağı zaman 30-32 °C’ deki suda 3 saat bırakılmakta, şişen ve karnabahar görünümünde suyun yüzeyine çıkan daneler kaynatılmış soğutulmuş su ile yıkanıp, 1 kısım dane+3 kısım süt olacak şekilde sterilize süte aktarılmaktadır. 20 °C’ de 24 saatte süt pıhtılaştırılmakta ve böylece daneler aktif duruma getirilmiş olmaktadır. Witthuhn vd. (2005), kefir danelerinin mikrobiyel popülasyonunu korumak için, dondurma, liyofilizasyon, havada kurutma ve buzdolabında muhafaza gibi çeşitli tekniklerin kullanıldığını bildirmişlerdir.

Kefir danesi protein ve polisakkarit yapıya sahip kompleks bir mikrofloradan oluşmaktadır (Garrote vd. 1997). Kefir danesinin kimyasal bileşimi şu şekildedir: ağırlık oranına (w/w) göre, % 89-90 su, % 0,2 yağ, % 3,0 protein, % 6,0 şeker ve % 0,7 kül bulunmaktadır.

Kefirin mikroflorası laktik streptokok, leukonostok, termofilik laktobasil, mezofilik laktobasil, mayalar (laktozu fermente eden ve edemeyen) ve sıklıkla asetik asit bakterilerinden oluşmaktadır. Kefir danelerinin mikrobiyel bileşimi danelerin orijinine ve fermentasyon metoduna bağlı olarak değişebilmektedir (Kurmann vd. 1992, Beshkova vd. 2002, Güzel-Seydim vd. 2005).

Mikroorganizmalar dane bünyesinde farklı tabakalarda bulunmaktadır. Laktozu fermente edemeyen mayalar danenin daha dip katmanlarında, laktozu fermente edenler büyük oranda dış yüzeylerde yer almaktadır. Kefir danesinin yüzeyinde ise laktik asit bakterileriyle asetik asit bakterisi bulunmaktadır (Koroleva 1988a, Kurman vd. 1992, Güzel-Seydim vd. 2005).

Genel olarak laktobasiller (homofermentatif, heterofermentatif; mezofil ya da termofil) dane mikroflorasının % 65-80' ini, geri kalan kısmın % 20' sini streptokoklar ve % 5' ini mayalar oluşturmaktadır (Libudzisz ve Piatkiewicz 1990, Wszolek vd. 2001).

Danelerdeki mikroflora konusunda farklı bilgiler bulunmaktadır. Yapılan araştırmalarda (Koroleva 1988a, Kurmann vd. 1992) yüksek kaliteli kefirin mikrobiyel bileşimi şu şekilde verilmektedir.

- termofilik laktobasil  $10^7 - 10^8$  kob/ml
- homofermentatif mezofilik laktik asit streptokok  $10^9$  kob/ml
- heterofermentatif laktik asit streptokok  $10^7 - 10^8$  kob/ml
- mayalar  $10^4 - 10^5$  kob/ml
- asetik asit bakterileri  $10^4 - 10^5$  kob/ml arasında değişmektedir.

Kefir danelerinin yaklaşık % 65-80'ini oluşturan laktik asit bakterileri farklı araştırmacılar tarafından değişik zamanlarda kefir danesinden izole edilmiştir. Bunlara birkaç örnek verilebilir: *Lactobacillus acidophilus* (Angulo vd. 1993), *Lactobacillus brevis* (Simova vd. 2002), *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* (Simova vd. 2002), *Lactobacillus delbrueckii subsp.* (Simova vd. 2002, Witthuhn vd. 2004), *Lactobacillus helveticus* (Angulo vd. 1993, Lin vd. 1999, Simova vd. 2002), *Lactobacillus kefir* (Angulo vd. 1993, Takizawa vd. 1998, Garrote vd. 2001), *Lactobacillus kefiranofaciens* (Takizawa vd. 1998), *Lactobacillus plantarum* (Garrote vd. 2001), *Leuconostoc mesenteroides subsp.* (Lin vd. 1999, Garrote vd. 2001, Witthuhn vd. 2004), *Lactococcus lactis subsp.* (Garrote vd. 2001, Simova vd. 2002, Witthuhn vd. 2004), *Streptococcus thermophilus* (Simova vd. 2002, Chen vd. 2008).

Kefirdeki alkol fermentasyonundan başlıca mayalar sorumludur. Kefir daneleri genellikle laktozu fermente edebilen mayaları içermekte (*Kluyveromyces lactis*, *Kluyveromyces marxianus*, *Torula kefir*), aynı zamanda laktozu fermente edemeyen mayalar da dane bünyesinde bulunmaktadır (*Saccharomyces cerevisia*) (Irigoyen vd. 2005). Çeşitli kaynaklarda kefir danesinden izole edilen mayaların: *Saccharomyces cerevisia* (Rohm vd. 1992, Angulo vd. 1993), *Candida kefir* (Angulo vd. 1993, Marshall 1993), *Saccharomyces delbruecki* (Engel vd. 1986), *Torulopsis holmii*, *Candida holmii* ve *Saccharomyces unisporus* (Engel vd. 1986, Angulo vd. 1993), *Kluyveromyces*

*marxianus* (Rohm vd. 1992), *Torulospora delbrueckii* ve *Candida friedricchi* (Angulo vd. 1993) olduğu bildirilmektedir.

Koliformlar, *Mycoderma* ve *Geotrichum candidum* gibi mikroorganizmalar kefire sonradan bulaşmaktadır. Doğal kefir mikroflorasında koliform grubu mikroorganizmalar inhibe olmaktadır. Kefirin depolama süresi uzarsa *Mycoderma* ve *Geotrichum candidum* gelişebilmektedir. Shigella ve Salmonella gibi patojenik bakteriler ise kefir daneleri ile birlikte sütte bulduklarında aktivite gösterememektedirler (Koroleva 1988b). Çünkü kefir danesinde bulunan mikroorganizmalar laktik asit ve antibiyotik gibi ürünler üretmekte ve bu bileşenler sütte bulunan patojen ve üründe bozulmaya sebep olan mikroorganizmaların gelişimini engellemektedir (Chen vd. 2008).

Süte farklı oranlarda katılan kefir danelerinden elde edilen ürünün karakteristik özellikleri Garrote vd. (1998) tarafından araştırılmıştır. Çalışmada, süt 1-10-20-50 ve 100 g/l konsantrasyonlarda kefir daneleriyle inoküle edilerek 20 °C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Dane konsantrasyonuna bağlı olarak ürünlerdeki laktokok miktarının azaldığı, buna karşın laktobasil miktarının arttığı belirlenmiştir.

Kefir danelerindeki ve kefirdeki mikrobiyel sayıyı belirlemeye çalışan Güzel-Seydim vd. (2005), toplam laktik asit bakterilerinin, laktokok, laktobasil ve maya popülasyonunun fermentasyon sırasında arttığını, soğukta depolama süresinde de çok az bir artış gösterdiğini bildirmişlerdir.

Witthuhn vd. (2005)'in geleneksel kefir üretiminin ve kefir daneleri fermentasyonunun farklı aşamalarındaki mikrobiyal popülasyonu belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada kefir üretimi süresince mikroorganizma sayısının  $1,6 \times 10^3$ - $2,6 \times 10^8$  kob/g arasında değiştiğini saptamışlardır. Geleneksel kefir danelerinden *Zygosaccharomyces* sp. izole edilmiş ve fermentasyondan sonra *Candida lambica* ve *Candida krusei* bulunmuştur. Bu iki tür, diğer fermente ürünlerde olmasına karşın, kefir mikroflorasında ilk kez bu çalışmada tespit edilmiştir. Leukonostok, laktokok, laktobasil ve cryptokok geleneksel danelerden izole edilmiştir.



Kefir danelerinden izole edilen laktozu fermente edemeyen mayalar (*Saccharomyces unisponus* ve *Saccharomyces italicus*) ile laktik asit bakterilerinin (*Lactobacillus kefir*, *Lactobacillus kefiranofaciens*, *Lactococcus lactis* var. *lactis* ve *Enterococcus durans*) saf kültürü kefir üretiminde starter olarak kullanılmıştır. 4 °C’de 30 gün depolanan örneklerin pH değeri 4,35 ve CO<sub>2</sub> miktarı 0,44 g/l olmuştur. Çevre koşullarına bağlı olarak diasetil ve asetoin gibi karbonil bileşiklerinin konsantrasyonlarında ve viskozitede azalmalar tespit edilmiştir (Rossi ve Gobbetti 1992).

Türk kefir örneklerindeki laktik asit bakterilerinin bazı kok formlarının özelliklerini inceleyen Yüksekdağ vd. (2004), 15 adet kefir örneğinden toplam 21 tane kok formunda laktik asit bakterisi (*lactococci*) izole etmişlerdir. Yapılan testlerin sonucunda *Lactococcus cremoris* (11 suş), *Lactococcus lactis* (4 suş), *Streptococcus thermophilus* (3 suş) ve *Streptococcus durans* (3 suş) bakterileri tanımlanmıştır. Ayrıca izole edilen laktokoklar’ ın laktik asit ve hidrojen peroksit üretim miktarları, proteolitik aktiviteleri, diasetil ve asetaldehit oluşturma yetenekleri belirlenmiştir.

#### **2.4 Kefirin Bileşimi ve Kimyasal Özellikleri:**

Kodeks standartlarına (TSE Fermente sütler tebliği) göre; kefirde süt yağı miktarının en fazla % 10, süt proteininin en az % 2,8 ve titrasyon asitliğinin % 0,6 olması gerektiği bildirilmektedir. Bununla beraber etanol içeriği için bir sınırlama bulunmamaktadır (Sarkar 2008).

Kefirin bileşimi ve kimyasal özellikleri yapımında kullanılan sütün niteliklerine, inkübasyon süresine ve soğuk odada muhafazasına bağlı olarak değişmektedir. Koroleva (1988b) kefirin % 3,2- % 2,0- % 1,0 ve % 0,0 düzeyinde yağ içerebildiğini, ürünün asitliğinin 36-40 °SH arasında olduğunu, alkol içeriğinin ise % 0,1’i geçmemesi gerektiğini bildirmiştir. Kefirin kalori değerinin ise 65 kalori/100g olduğu ifade edilmiştir.

Karagözlü (1990) kefir tanesi ile hazırlanan kefirin özelliklerini ve 9 günlük depolama sırasında bileşen oranlarındaki değişimi Çizelge 2.1’deki gibi belirlemiştir.

Çizelge 2.1 Depolama sırasında kefirin bileşiminde meydana gelen değişim

<b>Nitelikler</b>	<b>1.Gün</b>	<b>6.Gün</b>	<b>9. Gün</b>
<b>Kurumadde, %</b>	11,63	11,57	11,18
<b>Laktoz, %</b>	3,35	3,30	3,20
<b>Yağ, %</b>	2,8	2,8	2,8
<b>Protein, %</b>	3,57	3,37	3,25
<b>Kül, %</b>	0,69	0,69	0,69
<b>Asitlik, °SH</b>	39,2	40,32	43,38
<b>pH değeri</b>	4,20	4,17	4,15
<b>Serbest yağ asitleri, mg/100 g yağ</b>	41,96	45,08	47,48
<b>Etil alkol, ppm</b>	1365	2205	2280
<b>Asetaldehit, ppm</b>	29,5	65,0	75,0
<b>Aseton, ppm</b>	0,0	6,95	4,55
<b>Canlı maya, kob/g</b>	$2 \times 10^5$	$1,7 \times 10^5$	$1,0 \times 10^5$

Kaynak: Karagözlü 1990

Yapılan bir çalışmada, kefir üretiminde daha önce izole edilmiş starter kültürler kullanılmıştır. Laktik asit bakterisi, mayalar ve asetik asit bakterilerinin çeşitli oranlarının ürün kalitesi üzerine etkilerini araştıran Asadi vd. (2000), sabit inkübasyon sıcaklığı süresinde (25 °C’de 24 saat) çeşitli oranlarda kültür katılan örneklerin protein, yağ, şeker, alkol, CO<sub>2</sub>, asitlik ve riboflavin içeriklerini belirlemişlerdir. Örneklerin daha az asitli, fakat daha fazla CO<sub>2</sub> ve alkol içeriğine sahip olduğunu, kefir üretiminde doğal mikrobiyal suşların kültür olarak kullanılabileceğini ve kültür oranının kefirin kalitesini etkilediğini bildirmişlerdir.

Kefirin muhafazası sırasında asitlik, karbondioksit ve alkol miktarı artmaktadır. Bu nedenle kefir, tatlı, orta sert, sert ve çok sert kefir olarak sınıflandırılmaktadır. Çeşitli sınıftaki kefirlerin özellikleri Çizelge 2.2’ de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Çeşitli sınıftaki kefirlerin özellikleri

Nitelikler	Tatlı kefir	Orta sert kefir	Sert kefir	Çok sert kefir
Su, %	88,2	88,9	89,4	89,0
Süt asidi, %	0,8	0,6	0,7	0,9
Etil alkol, %	0,6	0,7	0,8	1,1
Laktoz, %	2,7	2,9	2,3	1,7
Kazein, %	2,9	2,7	2,9	2,5
Laktalbumin, %	0,3	0,2	0,1	0,1
Yağ, %	3,3	3,1	2,8	3,3
Kül, %	0,8	0,6	0,7	0,6

Kaynak: Yaygın 1999

## 2.5 Kefirin Üretim Yöntemleri

Kefir Kafkasya’da daneler kullanılarak keçi tulumu veya sığır işkembesi içerisinde üretilmektedir. Kefire işlenecek süt tulumda, kefir danesindeki mikroorganizmaların etkisiyle pıhtılaştırılmaktadır. Fermente olmuş süt tulumdan alındıktan sonra içine tekrar taze süt konmakta ve böylece üretimin sürekliliği sağlanmaktadır. Fermentasyon sırasında tulum, yazın evin dışında kışın ise evin içinde tutulmaktadır (Weis ve Burgbacher 1986).

Geleneksel yöntemle evlerde kefir yapımında, süt 5 dak. kadar kaynatılmaktadır. 25 °C’ ye soğutulan sütün üzerindeki kaymak tabakası alınmaktadır. 1 litre süt için 15-20 gram kefir danesi katılmakta ve 22-25 °C’ de olacak şekilde sıcak bir yerde bırakılmaktadır. Süt, normal olarak, 18-24 saat sonra pıhtılaşmaktadır. Pıhtılaşma süresi üzerine kefir danesinin miktarı, inkübasyon sıcaklığı etkilidir. Süt pıhtılaştıktan sonra süzgeçten geçirilmekte, daneler yıkanarak bir bardağa konmakta ve ağzı kapatılarak buzdolabına alınmaktadır (Yaygın 1999).

Endüstriyel kefir üretimi ile ilgili farklı yöntemler bildirilmiştir. Fakat bütün yöntemlerde temel işlemler aynıdır. Puhan (1988) Rusya, İsveç, Danimarka, İsviçre, Polonya, Norveç, Macaristan, Finlandiya ve Çekoslovakya’ daki endüstriyel kefir üretim teknolojisini şöyle özetlemiştir: Yağlı, yarım yağlı veya yağsız, yaklaşık % 8 yağsız kurumadde içeren inek sütü homojenize edilmekte ve 90-95 °C’de 5-10 dak. ısıtılarak işlem uygulanmaktadır. 18-20 °C’ye soğutulduktan sonra % 2-8 oranında kefir kültürü ile mayalanarak aynı derecelerde inkübasyona bırakılmaktadır. İnkübasyon esas olarak

tankta yapılmakta, inkübasyon süresi 18-24 saat arasında olmakta ve inkübasyon sonunda pH 4,4-4,9, asitlik 30-40 °SH arasında değişmektedir. Bazı işletmelerde kefir 12-14 °C'de 24 saat olgunlaşmaya bırakılmakta, bazılarında ise doğrudan soğuk odaya alınmaktadır. Kefirin soğuk odada muhafaza ve satış süresinin 3-10 gün arasında değiştiği bildirilmiştir.

Endüstriyel olarak üretilen kefirin, geleneksel ürüne göre daha kıvamlı ve maya tadının daha az olduğu ve her iki ürünün de mikrobiyel ve kimyasal bileşiminin farklı olduğu bildirilmiştir (Hafliger vd. 1991).

Alpkent ve Küçükçetin (2000), farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen kefirlerin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Daneden elde edilen starter kültür ile yapılan kefirler 1, 5 ve 10 °C'de 21 gün süreyle depolanmıştır. Kefirlerin görünüş, yapı ve tekstür ile tat ve aromalarındaki en az değişimin 1°C'de, en büyük değişimin ise 10 °C'de depolanarlarda olduğu duyuşal analizlerde ortaya çıkmıştır. Kefirlerin pH değerleri ile kurumadde miktarları depolama süresince düşmüş, titrasyon asitliği, tirozin değeri, CO<sub>2</sub> ve etil alkol içerikleri ise depolama sıcaklığı ve süresinin yükselmesine bağılı olarak artış göstermiştir. Mikrobiyolojik analizlerde en yüksek toplam bakteri, laktobasil ve maya sayısının 10 °C'de depolanan kefir örneklerinde olduğu belirlenmiştir.

Gürsel vd. (1990) süte uygulanan değişik sıcaklık ve sürelerde (85 ve 95 °C'de 5 ve 15 dak) ısı işleminin kefirin bazı niteliklerinde oluşturduğu farklılıkları belirlemeye çalışmışlardır. Uygulanan ısı işlemleri kefir örneklerinin viskozitesini ve toplam uçucu yağ asitleri içeriğini etkilememiştir. Serum ayrılması üzerine, aynı sıcaklık derecesinde uzun süre (15 dak.) uygulanan ısı işlemleri etkili olmuş ve depolama süresince serum ayrılmasının azaldığı gözlenmiştir. CO<sub>2</sub> içeriği, farklı ısı işlemi uygulanmış örnekler arasında önemli bir değişim göstermiş, depolamanın başlangıcında en yüksek ve depolamanın sonunda en düşük CO<sub>2</sub> içeriği 85 °C'de 15 dak. ısı işlemi uygulanan örneklerde elde edilmiştir. Asetaldehit miktarı en fazla 95 °C'de 15 dak. ısı işlemi uygulanan örneklerde bulunmuş ve aynı zamanda bu örnekler duyuşal açıdan en fazla beğenilen örnekler olmuştur.

İnkübasyon sıcaklığının kefirin bazı nitelikleri üzerine etkisinin araştırıldığı başka bir çalışmada (Kaptan vd.. 1990), 20, 25 ve 30 °C’de 16 saat inkübasyon ve iki gün olgunlaştırma aşamasından sonra, örnekler bazı kimyasal ve duyuşal özellikleri yönünden karşılaştırılmıştır. İnkübasyon sıcaklıkları örneklerin titrasyon asitliği üzerinde önemli bir etki oluşturmuş ve en yüksek titrasyon asitliği değeri 30 °C’de inkübe edilen örneklerde saptanmıştır. pH değeri, viskozite, serum ayrılması ve asetaldehit içeriği açısından örnekler arasında önemli bir farklılık görülmemiş, bu niteliklerdeki değışimler olgunlaştırma süresi içinde ortaya çıkmıştır. Duyusal nitelikler yönünden, 25 °C’de inkübasyona bırakılan kefir örneği beğenilmiştir.

Ticari starter kültür kullanılarak inek sütünden elde edilen kefirde mikrobiyolojik ve kimyasal değışimlerin incelendiği bir çalışmada kefirin 196 saat fermentasyonu sırasında toplam aerobik mezofilik bakteri, laktik asit bakterileri (laktokok, leuconostok ve laktobasil), maya miktarları ve bazı biyokimyasal parametreleri (laktoz, glukoz, galaktoz, L+ ve D- laktik asit, etanol, titrasyon asitliği ve pH değeri) belirlenmiştir. Fermentasyonun ilk 48 saatinde laktokok türlerinin, 48 saatten sonra ise laktobasil türlerinin baskın hale geldiği tespit edilmiştir. Fermentasyonun ilk 24 saatinde laktoz içeriği ortalama % 4,92’den % 4,02’ye azalmış, L+ laktik asit konsantrasyonu artmış ve pH değeri 4,24’e düşmüştür. 24 saatlik fermentasyondan sonra L+ laktik asit ve pH’daki değışim düzeyi oldukça yavaşlamıştır. Fermentasyon sırasında glukoz ve galaktoz belirlenememiştir (Garcia-Fontan vd. 2005).

İki aşamalı fermentasyon ve starter kullanımı ile kefir üretimi üzerine Özer vd. (2000)’nin yaptıkları çalışmada üretilen kefirlerin kimyasal, fiziksel, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri incelenmiştir. İki aşamalı fermentasyon ile üründe asitlik gelişiminin teşvik edildiği saptanmıştır. İkinci fermentasyonda yoğurt ve peynir starterlerinin kullanımı sonucunda asetaldehit ve tirozin içeriklerinde hissedilir artışlar sağlanmıştır. Buna karşın bu ürünlerde alkol ve CO<sub>2</sub> konsantrasyonlarındaki artış oranları sınırlı kalmıştır. Örneklerin tümünde pH değeri, titrasyon asitliği, laktik asit, laktoz, tirozin ve asetaldehit içeriklerindeki değışim ile toplam bakteri arasında önemli bir ilişkinin varlığı belirlenmiştir. Benzer şekilde kefir örneklerinin toplam maya popülasyonundaki artışa bağılı olarak CO<sub>2</sub> ve etanol konsantrasyonlarında da artışlar gözlenmiştir.

Son yıllarda kefir üretiminde değişik yöntemler geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bu çalışmalar genellikle kefirin besin değerini artırmaya ve maliyetini düşürmeye yöneliktir. Bu amaçla bazı araştırmalarda sütçülük atıkları olan ve genellikle değerlendirilmeyen peyniraltı suyu tozu ve yayık altı üretimde kullanılmaktadır. Ersoy ve Uysal (2003) yaptıkları bir çalışmada süttozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltının kefir üretiminde kullanım olanaklarını araştırmışlardır. Sonuçta süttozu ve süttozu-yayıkaltı karışımı ile arzu edilen özelliklere yakın bir kefir üretimi yapılabileceği belirlenmiştir. Peyniraltı suyu tozunun denendiği oranlarda (% 50 peyniraltı suyu tozu + % 50 süttozu ve % 100 peyniraltı suyu tozu), lezzet farklılıklarının meydana gelmesi nedeniyle kefir üretiminde kullanımı uygun bulunmamıştır.

Kefir üretiminde inek, keçi, kısrak (Kneifel ve Mayer 1991) ve koyun (Wojtowski vd. 2003) sütü kullanılmaktadır. İnek sütünden üretilen kefire göre duyuşsal özellikleri iyi olmadığı ve daha düşük viskoziteye neden olduğu için keçi sütünün kullanımı uygun bulunmamıştır (Sarkar 2008). Buna karşın koyun sütü en yüksek düzeyde linoleik ve linolenik asit içerdiğinden ve orta zincirli doymuş yağ asitlerini bünyesinde düşük seviyelerde bulundurduğundan kefir üretiminde tercih edilmektedir. Son yıllarda soya sütünden kefir üretildiği de bildirilmiştir (Kuo ve Lin 1999).

Koyun sütünden üretilen kefirlerin fiziksel ve duyuşsal özellikleri ve depolama sırasında meydana gelen değişim Cais-Sokolinska vd. (2008) tarafından incelenmiştir. Koyun sütü farklı starter kültürler (Danisca-Biolacta Şirketi'nin koleksiyonundan sağlanan DA ve DC kültürleri) ile 23 ve 26 °C'de pH değeri 4,6'ya ulaşmıcaya kadar inkübe edilmiştir. Depolamanın 21. gününde asitlik ve serbest yağ asitleri miktarı artmıştır. Elde edilen kefirlerde üretimden hemen sonra asetaldehit ve diasetil miktarları daha az bulunmuştur. Depolama sırasında bu bileşenlerin miktarlarında önemli değişimler gözlemlenmiştir. Kefir örneklerinin duyuşsal açıdan kabul edilebilirliği depolamanın 7. gününe kadar daha yüksek olmuştur.

İnek, keçi ve koyun sütü kefirlerinin bazı özellikleri ve olgunlaştırma sürelerinin etkileri üzerine yapılan bir çalışmada kefir örneklerinin fiziksel, kimyasal ve duyuşsal özellikleri belirlenmiştir (Konar ve Şahan 1989). Elde edilen sonuçlara göre kefir örneklerinin hiç birisinde asitlik 4,12 pH'nın altına düşmemiş, titrasyon asitliği de 59,2 °SH'nın üzerine

çıkamamıştır. Fermentasyon nedeniyle laktozda görülen azalmalar en az % 32,4 ile inek sütünde, en fazla azalma % 43 ile koyun sütü kefirlerinde olmuştur. İnek ve keçi sütü kefirlerinde bulunan viskozite değerleri arzu edilen düzeylerde iken, koyun sütü kefirlerinde ölçülen viskoziteler olumsuz derecede yüksek bulunmuştur. Kefirlerde alkol oranı % 0,16- 0,52 ve CO<sub>2</sub> miktarları 0,93-2,77 g/L düzeylerinde saptanmıştır. Yapılan duyu analizlerinde 1, 3 ve 5 günlük olgunlaştırma sürelerinin kefir kalitesi üzerine önemli bir etkisi görülmezken, en iyi kefirlerin inek ve keçi sütlerinden yapılabileceği belirlenmiş, fakat koyun sütünün kefir üretimi için uygun olmadığı sonucuna varılmıştır.

## 2.6 Kefirin Besin Değeri ve Fonksiyonel Özellikleri

Kefir süttten yapıldığı için sütteki yağ, laktoz, mineral maddeler ve vitaminler gibi besin maddelerinin hepsini yapısında bulundurmaktadır. Hatta oluşumu sırasında bazı vitaminlerin sentezlenmesi, protein ve laktozun kısmen parçalanması, kefirin beslenme değerini artırmaktadır (Libudzisz ve Piatkiewicz 1990). Mikroorganizmaların etkisiyle laktoz ve proteinlerdeki değişimler sonucu oluşan maddeler serinletici, iştah açıcı bir özelliğin, sevilen bir tat ve aromanın oluşmasına neden olmaktadır.

Mikroflora içinde asetik asit bakterileri ve mayaların olmasından dolayı kefir, yoğurt ve diğer fermente süt ürünleriyle karşılaştırıldığında intestinal mikroorganizmalara karşı yüksek antibiyotik aktiviteye sahiptir. Bu mikroorganizmalar aynı zamanda B grubu vitaminleri de oluşturabilmektedir. Bünyesindeki CO<sub>2</sub>'den dolayı sindirimi daha kolay olmaktadır. Kefir mikroflorası başlıca L (+) laktik asit üretmektedir (Koroleva 1988a). Bahsedilen sebeplerden dolayı kefir, biyolojik, diyetetik ve beslenme açısından yüksek değere sahiptir. Ayrıca gastrointestinal ve metabolik rahatsızlıklarda ve alerjik reaksiyon gösteren bireylerde tavsiye edilmektedir (Koroleva 1988a).

Kefir tüketildiğinde içerdiği CO<sub>2</sub> ve kalsiyum tuzlarından dolayı ürünü seyrelttiği bazı araştırmacılar tarafından belirlenmiştir (Koroleva 1988b). Bunun yanı sıra azot metabolizmasının diğer parçalanma ürünlerinin ve fosfatların vücuttan atılımını da kolaylaştırmaktadır. Kefirin hafif asidik tadı ve karakteristik mikroflorası, mide ve

pankreasista enzim salgılanmasını, organizmada ürünlerin daha iyi sindirilmesini kolaylaştırmakta ve besinlerin mideden bağırsaklara geçişini hızlandırmaktadır.

Rusya’ da kefir tedavi edici özelliğinden dolayı hastane ve sanatoryumlarda yaygın olarak kullanılmakta ve kronik hastalık riskini azaltmak için sağlıklı insanlar tarafından tüketilmektedir (Koroleva 1988a). Boşaltım sistemi ve metabolik rahatsızlıklarda, hipertansiyonda, damar tıkanıklığı (kalp-damar hastalıkları) ve alerjik reaksiyonlarda hastaların diyetlerine uygulanmaktadır.

Gerçekleştirilen bir çalışmada, laktobasiller incelenmiş ve bunların *Salmonella typhimurium* ve *Escherichia coli*’ ye karşı güçlü bir inhibitör etki gösterdiği bildirilmiştir (Golowczyc vd. 2008). Buna karşın kefir fermentasyonu sırasında *E. coli O157:H7*, *Salmonella typhimurium* ve *Staphylococcus aureus*’un canlılığını koruyabilmesini ve gelişmesini inceleyen Karagözlü vd. (2007), adı geçen mikroorganizmaların fermentasyon sırasında yaşayabildiğini ve sayılarının logaritmik olarak iki katına çıktığını gözlemlemişlerdir. Bu patojen mikroorganizmaların asidik koşullara dirençli olduğunu, fermentasyon sırasında canlı kalabildiğini ve gıda kaynaklı hastalıklara sebep olabileceğini ifade etmişlerdir.

Gelişmiş toplumlarda son yıllarda sağlıklı gıdaların tüketimine yönelik yoğun bir ilginin artmasına paralel olarak probiyotik bakterilerin de önemi artmıştır (Martin-Diana vd. 2003). Probiyotik bakterilerin yararlı etkileri uzun zamandır bilinmesinden dolayı bu konuda yapılmış araştırmalar değişik süt ürünlerinde halen devam etmektedir.

Probiyotik kelimesi, mikrobiyel dengeyi olumlu yönde artırıcı etkileri olan canlı besin kaynağı olarak tanımlanmaktadır. Sütün acidophilus ve bifidobakter ile fermentasyonu sonucu elde edilen ürünlere ‘probiyotik süt ürünleri’ adı verilmektedir (Yılsay ve Kurdal 2000). Probiyotik süt ürünleri ülkemizde yeni üretilmekle birlikte, bir çok ülkede bu ürünlerin tüketimi gün geçtikçe artmaktadır. İnsan sağlığı üzerindeki etkileri de dikkate alındığında, *Lactobacillus acidophilus* içeren ürünlerin üretim yöntemleri ile ilgili çalışmaların geliştirilmesi yararlı olacaktır.



Yıldırım ve Yıldırım (2000) bifidobakterilerin insan ve hayvan sağlığı üzerindeki yararlı etkilerinden dolayı bebek mamalarında, yoğurt, ayran ve diğer fermente süt içecekleri gibi fermente süt ürünlerinde, peynir, sütünzu ve dondurma yapımında kullanıldığını bildirmektedirler. Bifidobakterilerin fermente süt ürünlerinde kullanımıyla, orta asit tat, daha az ransidite, fizyolojik L (+) laktik asit oluşumu, B grubu vitaminlerin üretimi, protein ve laktozun bir kısmının hidrolize olması, barsak sistemine yararlı etki sağlamaları gibi faydalar ortaya çıkmaktadır. Bu belirtilen nedenlerden dolayı bifidobakterileri içeren süt ürünleri yüksek besin değeri ve fizyolojik niteliklere sahiptirler.

Bağırsak sisteminde bulunan laktobasil türlerinden fermente süt ürünlerinde en çok kullanılanları *Lactobacillus acidophilus* ve *Bifidobacterium bifidum*'dur. Bu bakteriler ile üretilen ürünlerin düzenli olarak tüketilmesi bu bakterilerin barsak sistemine tutunmasını sağlamakta ve tedavi edici bir özellik göstermesine neden olmaktadır (Akalin ve Gönç 1995, Yılsay ve Kurdal 2000).

Rusya Vektör Bilimsel Enstitüsünde yapılan bir çalışmada (Molokeev vd. 1998a) yeni bir süt ürünü geliştirilmiştir. Bifidokefir olarak isimlendirilen bu üründe  $2 \times 10^7$  adet bifidobakter organizması bulunmaktadır. Bu ürün daha fazla B kompleks vitaminleri, askorbik asit, glutamat ve treonin içermektedir. Yapılan klinik deneyler Bifidokefirin patojen bakteri sayısını azalttığını göstermiştir. Bifidokefir'in aynı zamanda toksinleri de elemine ettiği bildirilmiştir.

Bifidobakter esasına dayalı starter kültür kullanılarak üretilen kefirin amacı insan barsak florasında pozitif etki oluşturmaktır (Molokeev vd. 1998b). Benzer şekilde Fal'Berg (1987) standardize edilmiş süte kefir daneleri, acidophilus bakterisi ve mezofilik grubu streptokok kullanarak asidofiluslu kefir üretimini gerçekleştirmiştir.

## **2.7 Kefirde Meydana Gelen Biyokimyasal Reaksiyonlar ve Aroma Bileşenlerinin Oluşumu**

Kefirin fermentasyonu ve depolanması sırasında sütün kimyasal özelliklerinde (laktoz, yağ, protein oranları, asitlik organik asitler, serbest yağ asitleri ve uçucu bileşikler) bir takım değişiklikler görölmektedir (Irigoyen vd. 2005, Karagözlü 1990). Kefir

fermentasyonu sonucunda oluşan değişiklikler aşağıdaki şekilde belirtilmektedir (Kurman vd. 1992, Karagözlü ve Kavas 2000).

- Laktozdan laktik asit oluşumu (laktik asit fermentasyonu): Homofermentatif laktik asit bakterileri salgıladıkları laktaz ( $\beta$ -galaktosidaz) enzimi ile süt şekerini önce glikoz ve galaktoza parçalarlar, sonra 1 molekül süt şekerinden 4 molekül süt asidi oluştururlar.
- Laktozdan etil alkol ve karbondioksit oluşumu (alkol fermentasyonu): Heterofermentatif laktik asit bakterileri ise özellikle leukonostoklar, süt şekerini önce glikoz ve galaktoza parçalarlar, sonra glikoz ve galaktozdan süt asidi, karbondioksit, aroma maddeleri, asetoin, diasetil, asetaldehit ve aseton meydana getirirler. Mayalar ise 1 mol glikoz veya galaktozdan 2 mol etil alkol ve 2 mol karbondioksit oluştururlar.
- Sınırlı ölçüde proteinin pepton ve aminoasitlere parçalanması (yavaş proteoliz): Bazı süt asidi bakterileri, asetik asit bakterileri ve mayaların salgıladıkları proteolitik enzimlerle proteinleri pepton, peptit ve serbest amino asitlere kadar parçalarlar. Bu yüzden kefirde serbest amino asitlerin miktarı fazla çıkmaktadır.
- Süt yağındaki değişimler: Mikroorganizmaların oluşturduğu lipaz enzimi ile süt yağından serbest yağ asitleri oluşmaktadır.
- Kefire özgü tipik mayayı andırır kefir aroması oluşumu

Bunların dışında laktoz, protein ve yağdaki değişimler sırasında çeşitli aroma maddeleri ile patojen ve bozulmaya neden olan mikroorganizmalara karşı antibakteriyel etki gösteren asetik asit, hidrojen peroksit ( $H_2O_2$ ) gibi kimyasal maddeler ve nisin gibi antibiyotikler meydana gelmektedir.

Fermente süt ürünlerinde starter kültürlerin önemini artıran temel parametrelerden birisi de aroma bileşenlerini üretebilme yetenekleridir (Beshkova vd. 2003). Araştırmacılara göre yoğurt ve yoğurt benzeri ürünlerin tat ve aroması, fermentasyon sırasında starter kültürler tarafından oluşturulan temel uçucu ve uçucu olmayan organik bileşenlerden ileri gelmektedir. Uçucu organik bileşenlerin sadece bir grubu (karbonil bileşenleri) yüksek konsantrasyonlarda aromanın belirginleşmesinde etkilidir. Kefirde tat ve aroma standart değildir. Her işletmede üretilen kefirin içerdęi laktik asit, etil alkol ve aroma bileşenleri oranı farklı olabilmektedir (Puhan 1988). Geleneksel kefirin üniform aroması kefir danesinden gelen bir çok bakteri ve maya türlerinin simbiyotik

aktivitelerinin bir sonucudur. Kefir üretiminde starter kültür kullanımı, kontrol edilebilir standardize ürünlerin oluşumuna izin vermektedir (Beshkova vd. 2003).

Kefirde aroma bileşenleri üzerine yapılmış az sayıda araştırma bulunmaktadır.

Koroleva (1988a), kefir aroması ile ilgili en önemli uçucu bileşenlerin asetaldehit, propiyonaldehit, aseton, etanol, 2-butanon, n-propanol, diasetil ve amil alkol olduğunu ifade etmiştir. Diasetil, asetaldehit, etanol, amil alkol ve n-propanol miktarı olgunlaşma sırasında artmaktadır. Diasetil, aseton ve CO<sub>2</sub>'in bir kısmı kefir starteri içinde yer alan birçok laktik asit bakterisinin sitrat metabolizması ile oluşmaktadır.

Güzel-Seydim vd. (2000a) kefir daneleriyle sütün fermentasyonu sırasında meydana gelen uçucu aroma bileşenleri ve organik asitleri saptamışlardır. Fermentasyonun 0., 5., 10., 15., ve 22. saatlerinde oluşan organik asitlerden orotik, sitrik, pürivik, ürik, laktik, asetik, butirik, propiyonik, hippurik asit ve uçucu aroma bileşenlerinden asetaldehit, etanol, asetoin ve diasetil miktarları belirlenmiştir. Orotik, sitrik ve pürivik asit düzeyleri fermentasyon boyunca çok az düzeyde azalırken, hippurik asit inkübasyonun 15. saatinde tamamen tükenmiştir. Asetik asit, propiyonik asit, butirik asit ve diasetil ise belirlenememiştir. Etanol üretimi inkübasyonun 5. saatinden sonra oluşmaya başlarken asetaldehit ve asetoin de fermentasyon boyunca artmıştır.

Basit suşlu kefir starter kültürleri (*Lactobacillus delbrueckii* spp. *bulgaricus* HP1+ *Lb. helveticus* MP12+ *Lactococcus lactis* spp. *lactis* C15+ *Streptococcus thermophilus* T15+ *Saccharomyces cerevisiae* A13) ve danelerinden üretilen kefirlerde fermentasyon ve depolama sırasında oluşan karbonil bileşikleri Beshkova vd. (2003) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada belirlenmiştir. Araştırmacılar kefir starterleri tarafından üretilen karbonil bileşikleri miktarının daneden üretilenlere göre oldukça yüksek çıktığını saptamışlardır.

Kefirin depolanması sırasında organik asitler ve uçucu aroma bileşenlerinin değişimini inceleyen Güzel-Seydim vd. (2000b) 21 günlük depolamada laktik asit miktarının arttığını, orotik ve sitrik asit miktarında çok az düzeyde artma görüldüğünü bildirmişlerdir. Pürivik ve hippurik asit fermentasyon sırasında belirlenmesine rağmen

depolamada tespit edilememiştir. Asetik asit, propiyonik asit ve bütirik asit de depolamada belirlenememiştir. Etanol konsantrasyonu artmış ve 21. günde % 0,08'e ulaşmıştır. Bir çok fermente süt ürünlerinde yaygın aroma bileşenleri olan aseton depolama da azalırken, asetaldehit miktarı artmıştır. Fermente süt ürünlerinde diğer aroma bileşeni olan diasetil fermentasyon ve depolama sırasında belirlenememiştir.

Organik asitler fermente süt ürünlerinin aroma özellikleri için oldukça önemlidir. Organik asitler duyuşal nitelikleri etkilemekte, böylece tüketiciler tarafından ürünün kabul edilebilirliğini belirlemektedir. Ayrıca organik asitler doğal koruyucular olarak bilinmektedir (Güzel-Seydim vd. 2000b).

Libudzisz ve Piatkiewicz (1990), kefirde başlıca L(+) formu olmak üzere laktik asit, formik asit, süksinik asit ve propiyonik asit, ayrıca CO<sub>2</sub> (% 0,08-0,2), etil alkol (% 0,035-2) farklı aldehitler ve çok az miktarlarda isoamil alkol ve aseton oluştuğunu ifade etmişlerdir. Diasetil, streptokokların (*Streptococcus lactis subsp. diacetylactis* ve *Leuconostoc sp.*) sitratı kullanmasıyla meydana gelmektedir.

Laboratuvar koşullarında kefir üretiminde inkübasyonun 2., 4., 6. ve 8. saatleri ile kefirin 4 °C'de depolanması sırasında 24. ve 48. saatlerde örneklerde bulunan organik asit miktarları Kınık vd.. (1998) tarafından HPLC ile tespit edilmiştir. Kefir yapımı sırasında fermentasyonun 6. saatine kadar pürivik, süksinik ve propiyonik asitlerin arttığı ve daha sonra depolama boyunca azaldığı belirlenmiştir. Ürik asit miktarı önemli bir değişim göstermezken, orotik ve sitrik asit miktarları hem fermentasyon hem de depolama süresince azalmıştır.

Kefir, tereyağ ve yoğurdun duyuşal özelliklerinin karşılaştırılması üzerine yapılan bir çalışmada, kefirin laktik asit içeriği yoğurda göre daha düşük çıkarken, asetik asit içeriği yüksek çıkmıştır. Orotik asit, sitrik asit ve ürik/formik asit içeriği tüm ürünlerde (kefir, tereyağ, yoğurt) birbirine yakın bulunmuş, propiyonik asit belirlenememiştir (Muir vd. 1999).

### **3. MATERYAL VE YÖNTEM**

#### **3.1 Materyal**

##### **3.1.1 Çiğ süt**

Çalışmada hammadde olarak; Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'ne yine aynı Fakültenin Haymana Araştırma ve Uygulama Çiftliği'nden gelen inek sütü kullanılmış ve kefir örneklerinin üretimi adı geçen süt işletmesinde gerçekleştirilmiştir.

##### **3.1.2 Kefir danesi ve starter kültür**

Kefir üretiminde kullanılan kefir daneleri, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Eğitim-Araştırma ve Uygulama İşletmesi'nde geleneksel şekilde üretilip çoğaltılan danelerden temin edilmiştir.

Araştırmada ikinci fermentasyon için kullanılan starter kültürler ise; Chr. Hansen firmasına ait YC-350 kodlu termofilik kültür (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus bulgaricus*), CHN-22 kodlu mezofilik aromatik kültür (*Lactococcus spp.*, *Leuconostoc spp.*), La-5 (*Lactobacillus acidophilus*) ve Bb-12 (*Bifidobacterium lactis*) kodlu probiyotik kültürlerdir. Maya kültürü olarak da *Saccharomyces cerevisia* ('Kent' marka instant özellikteki hamur mayası) kültürleri kullanılmıştır.

#### **3.2 Yöntem**

Kefir örneklerinin üretim yöntemine geçmeden önce araştırmanın planlanması verilmiştir (Çizelge 3.1).

### 3.2.1 Araştırmanın planlanması

Araştırma planında iki ayrı faktör seçilmiştir. Bunlar starter kültür farklılığı ve farklı yağ seviyeleridir (yağsız, yarım yağlı ve yağlı). Araştırmanın planlanması ve kefir örneklerinin kodlanması Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi, starter kültür farklılığına göre A, B, C, D ve E harfleri kullanılarak kodlanmıştır. Yağ seviyelerine göre ise her harf kendi içinde 1, 2 ve 3 şeklinde (örneğin A1, A2 ve A3 gibi) gösterilmiştir.

Kefir örneklerinin ambalajlanmasında materyal olarak 200 mL’lik renkli cam şişeler kullanılmış ve kefirler  $4\pm 1$  °C’de 23 gün süreyle depolanmıştır. Depolamanın 1., 5., 10., 16. ve 23. günlerinde analizler yapılmıştır. Araştırma üç tekerrürlü olarak yürütülmüştür.

Çizelge 3.1 Araştırmanın planlanması ve örneklerin kodlanması

Kefir örneklerinin kodlanması	Yağ seviyesi	Kullanılan starter kültürler ve kültür katım oranı		
		Birinci fermentasyon	İkinci fermentasyon	
A örneği	<b>A1</b>	≤ % 0,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Termofilik kültür, % 1
	<b>A2</b>	% 1,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Termofilik kültür, % 1
	<b>A3</b>	% 3,0	Kefir danesi, % 5 w/v	Termofilik kültür, % 1
B örneği	<b>B1</b>	≤ % 0,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Probiyotik kültür, % 5
	<b>B2</b>	% 1,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Probiyotik kültür, % 5
	<b>B3</b>	% 3,0	Kefir danesi, % 5 w/v	Probiyotik kültür, % 5
C örneği	<b>C1</b>	≤ % 0,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Mezofilik aromatik kültür, % 1
	<b>C2</b>	% 1,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Mezofilik aromatik kültür, % 1
	<b>C3</b>	% 3,0	Kefir danesi, % 5 w/v	Mezofilik aromatik kültür, % 1
D örneği	<b>D1</b>	≤ % 0,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Maya kültürü, % 0,5
	<b>D2</b>	% 1,5	Kefir danesi, % 5 w/v	Maya kültürü, % 0,5
	<b>D3</b>	% 3,0	Kefir danesi, % 5 w/v	Maya kültürü, % 0,5
E örneği (kontrol)	<b>E1</b>	≤ % 0,5	Kefir danesi, % 5 w/v	-
	<b>E2</b>	% 1,5	Kefir danesi, % 5 w/v	-
	<b>E3</b>	% 3,0	Kefir danesi, % 5 w/v	-

### 3.2.2. Starter kültürlerin üretimi

Çalışmada kullanılan starter kültürler (bakteri kültürleri liyofilize formda, maya kültürü instant kurutulmuş toz formda), yağsız sütün tozundan hazırlanan, % 10 kurumadde içeren rekonstitüe sütte aktif hale getirilmiştir. Rekonstitüe süt 90 °C'de 15 dak. otoklavda sterilize edilmiş ve kültürlerin optimum gelişme sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Bu sıcaklık değerleri, termofilik kültür için 42 °C, probiyotik kültürlerden La-5 kodlu kültür için 42 °C, Bb-12 kodlu kültür için 37 °C, mezofilik aromatik kültür için 32 °C ve maya için ise 22 °C'dir. Soğutulan sütlere kültürler inoküle edilerek (% 2) inkübasyona bırakılmıştır. Asitlik gelişip, erlen üzerinde serum ayrılması olduğunda (yaklaşık 4,6 pH) inkübasyona son verilmiştir. Bu şekilde elde edilen kültürler kefir üretiminde ikinci fermentasyon aşamasında kullanılmıştır.

### 3.2.3 Kefir üretim yöntemi

Araştırma planında görüldüğü gibi, üç farklı yağ seviyesinde ( $\leq$  % 0,5, % 1,5 ve % 3,0) kefir üretimi gerçekleştirilmiştir. Her bir yağ seviyesindeki kefir örnekleri için farklı zamanlarda üretim yapılmıştır. Çift cidarlı tanka alınan süt iyice karıştırıldıktan sonra gerekli ön testlere tabi tutulmuştur. Ardından 55-60 °C'ye ısıtılan süt, krema seperatörü ile deneme için gerekli olan yağ seviyesine standardize edilmiştir. Standardize süt 90 °C'de 10 dak. pastörize edilmiştir. Pastörizasyondan sonra süt beş eşit kısma bölünmüş, 22 °C'ye soğutulmuş ve bu sıcaklıkta % 5 (w/v) kefir daneleri ilave edilmiştir. Beş kısım örnekten bir tanesi kontrol grubu (geleneksel üretim) olarak ayrılmış ve 22 °C'de 18 saat inkübasyona tabi tutulmuş, pH değeri 4,6'ya geldiğinde inkübasyona son verilmiştir. Daneler süzgeç ile ayrıldıktan sonra, ürün soğutulup, 200 mL'lik renkli cam şişelere ambalajlanmıştır.

Diğer dört kısım ise belirli bir pH seviyesine kadar (Çizelge 3.2) kefir daneleri ile birlikte birinci fermentasyon aşaması gerçekleştirilmiştir. Daha sonra daneler süzülerek ikinci fermentasyonun gerçekleşmesi için belirlenen starter kültürler (Çizelge 3.1) ilave edilmiş ve ikinci bir fermentasyona bırakılmıştır. Birinci ve ikinci fermentasyona ilişkin çalışma değerleri Çizelge 3.2'de verilmiştir. İkinci fermentasyonun başlama pH değeri, starter kültür inokulum (katım) oranı ve inkübasyon sıcaklıkları ön denemelerle

belirlenmiştir. Ön denemeler kapsamında, ikinci fermentasyonun başlama pH değeri olarak 6,0-5,5 ve 5,0 pH; kültür katım oranı olarak % 0,5-1,0-1,5-2,5 ve 5,0; inkübasyon sıcaklıkları olarak da 22-32 ve 42 °C değerleri denenmiştir. Yapılan bazı kimyasal analizlerle ve duyu analizleriyle ikinci fermentasyon için uygun olan çalışma değerleri belirlenmiştir. Kefir örneklerinin pH değeri 4,6'ya ulaştığında ikinci fermentasyona son verilmiş, örnekler hızlı bir şekilde soğutulmuş ve aynı şekilde yukarıda anılan renkli cam şişelere ambalajlanmıştır.

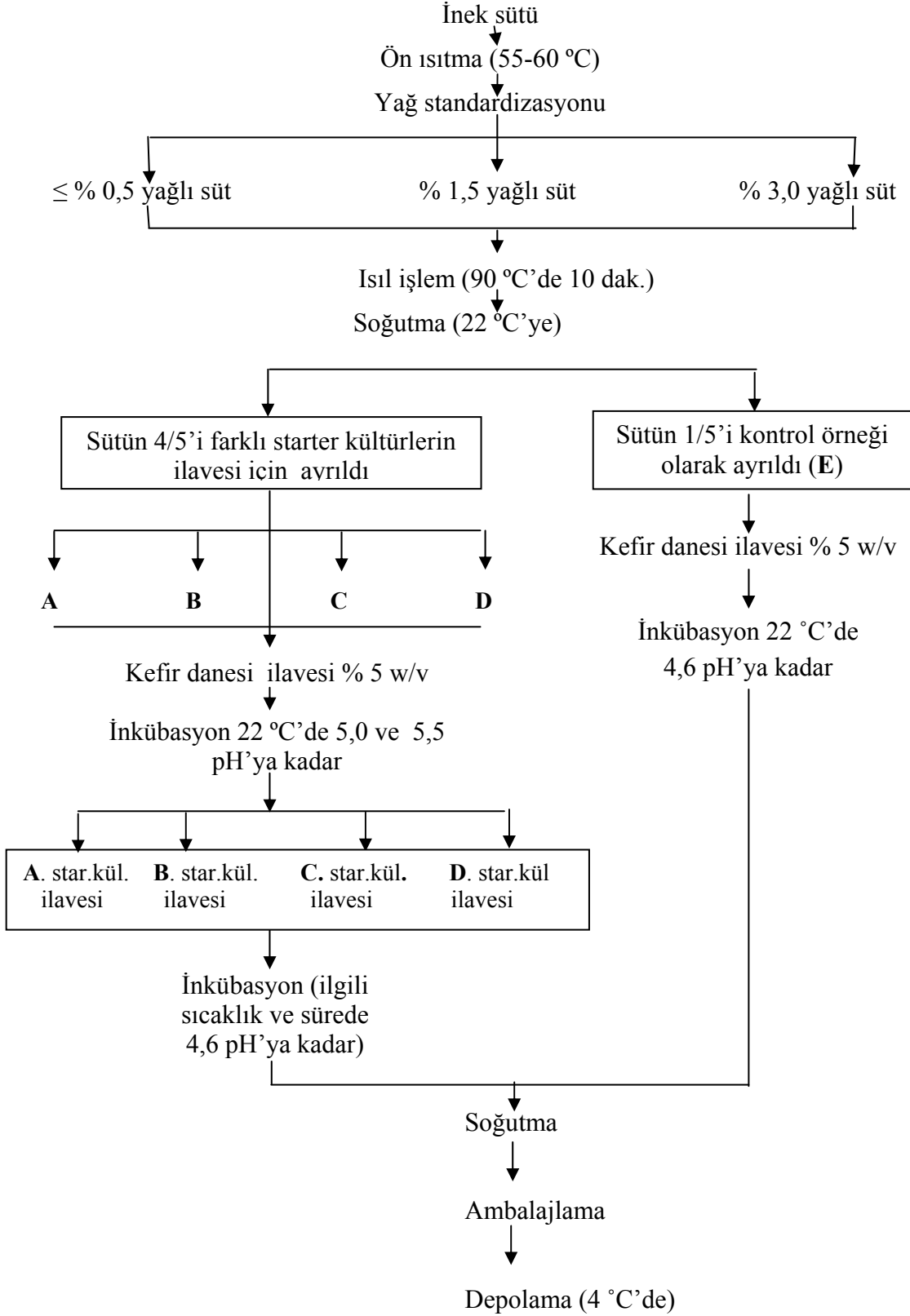
Çizelge 3.2 Birinci ve ikinci fermentasyona ilişkin inkübasyon değerleri

Kefir örneklerini n kodları*	Birinci fermentasyon		İkinci fermentasyonun	
	İnkübasyon sıcaklığı	İnkübasyon bitiş pH'sı	İnkübasyon sıcaklığı	İnkübasyon bitiş pH'sı
<b>A1</b>	22 °C	5,0	32 °C	4,6
<b>A2</b>	22 °C	5,0	32 °C	4,6
<b>A3</b>	22 °C	5,0	32 °C	4,6
<b>B1</b>	22 °C	5,5	32 °C	4,6
<b>B2</b>	22 °C	5,5	32 °C	4,6
<b>B3</b>	22 °C	5,5	32 °C	4,6
<b>C1</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>C2</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>C3</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>D1</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>D2</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>D3</b>	22 °C	5,5	22 °C	4,6
<b>E1</b>	22 °C	4,6	-	-
<b>E2</b>	22 °C	4,6	-	-
<b>E3</b>	22 °C	4,6	-	-

\*: Örnek kodlarının açılımı için Çizelge 3.1' e bakınız.

Depolamanın 1., 5., 10., 16. ve 23. günlerinde gerekli analizler yapılmıştır. Böylece toplamda üçü kontrol olmak üzere 15 farklı kefir örneği elde edilmiştir. Denemede uygulanan üretim akım şeması Şekil 3.1'de gösterilmiştir.





Şekil 3.1 Kefir üretim akım şeması

### **3.2.2 Uygulanan analizler**

#### **3.2.4.1 Hammadde çiğ sütte ve kefire işlenen standardize sütlerde yapılan analizler**

##### **3.2.4.1.1 Kurumadde içeriği**

Gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (Anonim 1994).

##### **3.2.4.1.2 Yağ içeriği**

Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim 1994).

##### **3.2.4.1.3 Toplam azot**

Mikro Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir (IDF 1962).

##### **3.2.4.1.4 Protein içeriği**

Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azotun 6,38 katsayısı ile çarpılması sonucu hesapla bulunmuştur.

##### **3.2.4.1.5 Titrasyon asitliği**

Titrasyon yöntemiyle belirlenmiş ve asitlik birimi % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Anonymous 1994).

##### **3.2.4.1.6 pH değeri**

Birleşik elektrotlu pH metre (Mettler Toledo) ile ölçüm yapılmıştır

#### **3.2.4.2 Kefir analizleri**

#### **3.2.4.2.1 Kurumadde içeriği**

Gravimetrik yöntem ile belirlenmiştir (Anonim 1989).

#### **3.2.4.2.2 Yağ içeriği**

Gerber yöntemi ile belirlenmiştir (Anonim 1989).

#### **3.2.4.2.3 Toplam azot**

Mikro Kjeldahl yöntemi ile tespit edilmiştir (Anonymous 1977).

#### **3.2.4.2.4 Protein içeriği**

Mikro Kjeldahl yöntemi ile belirlenen toplam azotun 6,38 katsayısı ile çarpılması sonucu hesapla bulunmuştur.

#### **3.2.4.2.5 Titrasyon asitliği**

Titrasyon yöntemiyle yapılmış, % laktik asit olarak hesaplanmıştır (Anonim 1989).

#### **3.2.4.2.6 pH değeri**

Birleşik elektrotlu pH metre (Mettler Toledo) ile ölçüm yapılmıştır.

#### **3.2.4.2.7 Karbondioksit miktarı**

Connizorai metoduna göre titrimetrik olarak belirlenmiştir (Anonim 1976). Daha önce açılmamış iyice soğutulmuş örnek şişelerinden 10 mL örnek alınmış, üzerine 30 mL 0,1 N NaOH, 3 mL % 15'lik BaCl<sub>2</sub> ve birkaç damla timol-fitalein indikatörü ilave edilmiş ve iyice karıştırılmıştır. 0,1 N HCl ile mavi renk kaybolana kadar (pH 8,3) titre

edilmiştir. Tanık deney için yine 10 mL örnek alınmış ve bir süre kaynatılarak CO<sub>2</sub>'i uçurulmuştur. Üzerine birkaç damla timol-fitalein konularak mavi renk kayboluncaya kadar 0,1 N HCl ile titre edilmiştir.

Hesaplama şu şekilde yapılmıştır:

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) miktarı, (mg / 100 mL) = (a-b) x 22

a = CO<sub>2</sub> tarafından bağlanan 0,1 N NaOH miktarı = 30 - c

b = Tanık deney titrasyonunda harcanan asit miktarı, mL

c = Numunenin titrasyonunda harcanan asit miktarı, mL

#### 3.2.4.2.8 Laktik asit miktarı

Spektrofotometrik yöntemle belirlenmiştir (Steinsholt ve Calbert 1960). Homojen hale getirilen örnekten 25 g alınıp üzerine 10 mL baryum klorür (BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O), 10 mL 0,66 N sodyum hidroksit (NaOH) ve 5 mL çinko sülfat (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) çözeltisi ilave edildikten sonra karıştırılmıştır. Karışım önce kaba filtre sonra Whatman 42 kağıdından süzülmüştür. 10 mL saf su içerisine filtrattan 0,15 mL ve renk çözeltisinden 1 mL ilave edildikten sonra spektrofotometrede 400 nm'de okuma yapılmıştır.

**Baryum klorür (BaCl<sub>2</sub>·2H<sub>2</sub>O) çözeltisi:** 98,75 g baryum klorür saf su içerisinde çözündürülerek litreye tamamlanmıştır.

**Sodyum hidroksit çözeltisi ( 0,66 N NaOH):** 26,4 g sodyum hidroksit çözündürülüp 1 litreye saf su ile tamamlanmıştır.

**Çinko sülfat (ZnSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O):** 225 g çinko sülfat çözündürülerek 1 litreye saf su ile tamamlanmıştır.

**Renk çözeltisi :** 5 g FeCl<sub>3</sub>·6H<sub>2</sub>O 125 mL 1 N HCl içerisinde çözündürülüp 100 mL'ye saf su ile tamamlanmıştır. Bu çözeltiden 1/5 oranında seyreltilerek hazırlanan renk çözeltisi her analizden önce taze olarak hazırlanmıştır.

**Kalibrasyon eğrisinin çizilmesi ve hesaplama:** Saflığı % 99,8 olan laktik asit çözeltisinden, 1-2-4-6-8 ve 10 ppm laktik asit içerecek şekilde altı farklı konsantrasyonda standart çözeltileri hazırlanmıştır. Bu standart çözeltilerden çizilen eğrinin denklemi kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisinin regresyon katsayısı R= % 98,5 çıkmıştır.

$$X = -0,0219 + 0,482Y$$

X: Laktik asit miktarı, g/100 g

Y: Absorbans değeri

### 3.2.4.2.9 Tirozin miktarı

Hull (1947)'e göre yapılmıştır. 1 gram kefir örneği üzerine 4 mL saf su ilave edilmiştir. Üzerine 10 mL triklor asetik asit (TCA) ilave edildikten sonra filtre kağıdından (Whatman 42) filtre edilmiştir. Filtrattan 5 mL alınmış ve 10 mL tampon çözeltisi ve 3 mL fenol çözeltisi konularak 5 dak. renk oluşumu için beklenmiştir. Bu sürenin sonunda 650 nm' de okuma yapılmıştır.

**Tampon Çözelti (Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>+Na<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub>):** 37,5 g Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> ve 5 g Na<sub>2</sub>P<sub>2</sub>O<sub>7</sub> tartılır ve 250 mL'ye tamamlanır.

**Fenol Çözeltisi:** 1 kısım folin 2 kısım saf su ile karıştırılır. Kullanımdan önce taze olarak hazırlanır.

**Kalibrasyon eğrisinin çizilmesi ve hesaplama:** Tirozin çözeltisinden, konsantrasyonları 0,025-0,050-0,075-0,100 ve 0,150 mg/5 g, tirozin içerecek şekilde altı farklı konsantrasyonda standart çözeltileri hazırlanmıştır. Bu standart çözeltilerden çizilen eğrinin denklemi kullanılmıştır. Kalibrasyon eğrisinin regresyon katsayısı R= % 97,8 çıkmıştır.

$$X = -0,00030 + 0,915Y$$

X: Tirozin miktarı, mg/5 g örnek

Y: Absorbans değeri

#### **3.2.4.2.10 Viskozite**

Haake coaxiyal 181/VTR 24 marka viskozimetresi ile belirlenmiştir. Deneme örneklerinin viskozite değerleri 3 °C’de ölçülmüştür. Kullanılan MV II kodlu başlığın ağırlığı 148,36 g, boyu 6,0 cm ve çapı 4,0 cm’ dir. Başlığın sabitesinin 3 olması ve söz konusu aletin 1. kademede çalıştırılmasından dolayı elde edilen veriler, 3 ve 1 ile çarpılmıştır (cP).

#### **3.2.4.2.11 Uçucu aroma bileşenleri**

Aroma maddelerinin (asetaldehit, aseton, butanon-2, etanol ve diasetil) tespiti Ulbert (1991) tarafından bildirilen headspace tekniği ile gaz kromatografisi cihazında (Agilent 6890 seri, Agilent Tech., InC, CA, USA) gerçekleştirilmiştir. Bu amaçla homojen hale getirilmiş örneklerden hava geçirmez headspace viallerine 5 g tartılmış ve crimper ile ağızları kapatılmıştır. Örnekler analiz edileceği zamana kadar -18 °C’de depolanmışlardır. Enjeksiyondan önce oda sıcaklığına getirilen vialler aroma maddelerinin uçucu hale gelmesi için 70 °C sıcaklıktaki etüvde 20 dak. süre ile bekletilmişlerdir. Ardından etüvden çıkarılan viallerin tepe boşluğundaki havadan 1000 µL hava sızdırmaz (gas-tight) şırınga ile gaz kromatografisi cihazına enjekte edilmiştir. Analizde kullanılan gaz kromatografisi koşulları aşağıda verilmiştir:

#### **Enjeksiyon bloğu:**

Enjeksiyon sıcaklığı: 80 °C

Enjeksiyon hacmi: 1000 µL

#### **Kolon:**

Polyethylene Glycol kapılar kolon 30 m x 320 µm X 0,25 µm (Agilent Tech., 19091N-113 INNOWAX, CA, USA)

Akış: 0,7 mL/dak.

Sıcaklık programı:

	50 °C	0,5 dak.
4 °C	60 °C	0,5 dak.
4 °C	70 °C	0,5 dak.
20 °C	180 °C	0,2 dak.

Başlangıçta 50 °C' de 0,5 dak., sonra dakikada 4 °C artışla 60 °C'ye ve 70 °C'ye çıkarılmış ve bu sıcaklıklarda 0,5 dak. tutulmuştur, daha sonra 20 °C artışla 180 °C'ye ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 0,2 dak. tutulmuştur.

### **Dedektör:**

FID (Flame Ionization Dedektör): Alev İyonlaşmalı Dedektör

Sıcaklık: 260 °C

H<sub>2</sub> akış: 40 mL/dak.

Hava akış: 400 mL/dak.

Make up: 30 mL/dak.

Aroma maddelerinin (asetaldehit, aseton, butanon-2, etanol, diasetil) kalibrasyon eğrileri ayrı ayrı çizilmiştir. Her bileşiğin 25, 50, 75 ve 100 ppm olacak şekilde standart çözeltileri hazırlanmış ve daha sonra headspace viallere 5 g bu çözeltilerden tartılmıştır. Ardından yukarıda belirtilen koşullardaki gaz kromatografisi cihazına enjeksiyon yapılmıştır. Elde edilen kalibrasyon eğrisinin eğimi, örneklerin aroma maddelerinin miktarlarının hesaplanmasında katsayı olarak kullanılmıştır. Standart çözeltilere ve örneklere ait kromatogramlar Eklerde yer almaktadır.

### **3.2.4.2.12 Serbest yağ asitleri**

Kefirde serbest yağ asitlerinin belirlenmesinde Deeth vd. (1983)'ün önerdiği kapilar gaz kromatografi metodu kullanılmıştır. Metodun çalışma prensibi, kefirdeki serbest yağ asitlerinin lipid ve proteinlerden izolasyonundan sonra kapilar gaz kromatografisi ile kantitatif olarak belirlenebilmesi esasına dayanmaktadır. Ekstraksiyon iki aşamalı bir işlemdir. İlk aşamada serbest yağ asitleri diğer tüm lipidlerle birlikte asidik

hexan/dietileter çözeltilisi içerisinde ekstrakte edilmiştir. Daha sonra nötral alümina kromatografisi ile serbest yağ asitleri nötral alüminyum oksit üzerinde tutularak trigliseridlerinden, ardından eterde formik asit ile de alüminyum oksitten ayrıştırılmıştır. Son olarak da gaz kromatografi cihazına belirli miktar enjekte edilerek kefirdeki serbest yağ asitlerinin cinsi ve miktarı belirlenmiştir. Analiz aşağıda belirtilen şekilde yapılmıştır.

#### **a. Serbest yağ asitlerinin kefirde ayrıştırılması**

Analize başlamadan önce nötral aktivitesi 1 olan alüminyum oksitin deaktive edilmesi gerekmektedir. Bu amaçla her bir örnek için 1 gram olacak şekilde nötral alüminyum oksit bir behere tartılmıştır. Her 1 gram için 50 µL su ilave edilerek cam baget ile karıştırılmış ve ağzı kapatılarak 2 saat deaktive olması için beklenilmiştir. İyice karıştırılmış homojen hale getirilmiş örnekten 50 mL'lik şilifli erlene 0,1 mg hassasiyetle tam 2,5 g hassas tartılmıştır. Üzerine 2,5 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edilmiştir. Daha sonra 5 mL internal standart (C<sub>7</sub>) ve 300 µL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> ilave edildikten sonra 1 dak. karıştırıcı (vortex) ile karıştırılmıştır. Bu işlemin sonunda yine her örneğe 5 mL hexan çözeltilisi konulup ağzı kapatılıp 1 dak. karıştırıldıktan sonra erlenin ağız kısmı parafilm ile sıkıca kapatılarak herhangi bir buharlaşmanın olmadığından emin olunmuştur. Örnekler bu durumda 1 saat bekletilmiştir.

Örnekler bekletilirken Biorad ekstraksiyon kolonuna önceden deaktive olmuş alüminyum oksitten 1 g tartılmıştır. Her bir kolon 5 mL hexan/dietileter çözeltilisi ile yıkanmıştır. İçerisinde 0,5 mL hexan/dietileter çözeltilisi kalan biorad kolonu cam test tüpünün üzerine yerleştirilmiştir. Daha sonra 1 saat bekletilmiş örneklerin üzerindeki sıvı kısım kolondan akıtılmıştır. Örnek iki kez kolondan geçirildikten sonra kolon hexan/dietileter ile ikişer kez yıkanmıştır. Kolonlar 5 psi basınçlı hava verilerek kurutulmuştur. Kolon içerisinde kurumuş alüminyum oksit santrifüj tüpüne aktarılarak üzerine 2 mL % 6'lık eterde formik asit ilave edilerek 2000 rpm'de 10 dak. santrifüj edilmiştir. Santrifüj işleminden sonra berrak kısım viallere pastör pipeti ile aktarılmıştır. Örnekler vialler içerisinde gaz kromatografisi cihazına enjeksiyonu yapılincaya kadar -18 °C'de saklanmıştır. Son olarak aşağıda belirtilen GC koşullarında viallerden kolona 5 µL enjeksiyon yapılmıştır.



## **b. Serbest yağ asitlerinin gaz kromatografi cihazı ile analiz edilmesi**

Serbest yağ asitlerinin analizi Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümünde bulunan gaz kromatografi cihazında (Agilent 6890 seri, Agilent Tech., InC, CA, USA) yapılmıştır. GC koşulları aşağıdaki şekildedir.

### **Enjeksiyon bloğu:**

EPC Split-Splitless Inlet

Enjeksiyon sıcaklığı: 250 °C

Split: 1/10

Enjeksiyon hacmi: 5 µL

### **Kolon:**

Kapılar kolon 300 x 250µm x 0,25 µm (Agilent Tech, 19091F-433 HP-FFAP, CA, USA

Akış: 2 mL/dak

Sıcaklık programı:

	120 °C	0
10 °C	200 °C	2 dak.
10 °C	205 °C	2 dak.
10 °C	210 °C	2 dak.
10 °C	215 °C	3 dak.
10 °C	230 °C	3 dak.

Başlangıçta 120 °C olan sıcaklık, dakikada 10 °C artışla 230 °C'ye ulaşılmıştır. Buna göre 200 °C'de 2 dak., 205 °C'de 2 dak., 210 °C'de 2 dak, 215 °C'de 3 dak. ve 230 °C' de 3 dak. tutulmuştur.

### **Dedektör:**

FID (Flame Ionization Dedektör): Alev İyonlaşmalı Dedektör

Sıcaklık: 260 °C

H<sub>2</sub> akış : 33 mL/dak.

Hava akış: 370 mL/dak.

Make up: 30 mL/dak.

### **Kalibrasyon eğrisinin çizilmesi ve örneklerin hesaplanması:**

Standart karışım çözeltisinden üç ayrı konsantrasyonda (100, 200 ve 300 ppm) çözelti hazırlanmıştır. Hazırlanan standart çözeltiler, örneğin analiz edildiği koşullarda cihaza enjeksiyonu yapılarak kalibrasyon eğrisi çizilmiştir. Hesaplama kalibrasyon eğrisinin eğimi kullanılarak ppm cinsinden örnek miktarları belirlenmiştir.

Standart çözeltilere ait ve örneklerin serbest yağ asitleri bileşimini gösteren kromatogramlar Eklerde verilmiştir.

### **3.2.4.2.13 Mikrobiyolojik analizler**

Kefir örneklerinin mikrobiyolojik analizleri kültürel sayım yöntemleri kullanılarak belirlenmiştir (Halkman ve Ayhan 2000).

**Toplam mezofilik aerobik bakteri sayımı:** Plate count agar (PCA) besiyerine ekim yapılmış 28-30 °C'de 48 saat inkübasyon sonucu oluşan koloniler sayılmıştır.

***Lactococcus* cinsi bakteri sayımı:** M 17 agar besiyerine ekim yapılmış 37 °C'de 48-72 saat inkübasyon sonucu oluşan koloniler sayılmıştır.

***Lactobacillus* cinsi bakteri sayımı:** Rogasa agar besiyerine ekim yapılmış 28-30 °C'de 48-72 saat inkübasyon sonucu oluşan koloniler sayılmıştır

***Leuconostoc* cinsi bakteri sayımı:** Atlas (1997) tarafından bildirilen özel bir besiyerine ekim yapılmış 28-30 °C'de 48 saat inkübasyon sonucu oluşan koloniler sayılmıştır. Bu besiyerinin bileşimi aşağıdaki gibidir.

Kalsiyum karbonat	: 50 g/L
Malt ekstraktı	: 50 g/L
Agar	: 15 g/L
NaCl	: 2,5 g/L
Et ekstraktı	: 1 g/L

Poli-pepton from kazein : 1 g/L

Yukarıdaki hesaba göre hazırlanan karışım 121 °C'de 15 dakika otoklavd.a sterilize edilmiştir.

**Maya sayımı:** Sabouraud dextrose+chloramphenicol agar besiyerine ekim yapılmış 20-25 °C'de 96 saat inkübasyon sonucu oluşan koloniler sayılmıştır

#### **3.2.4.2.14 Duyusal değerlendirme**

Duyusal analizler için Bodyfelt vd. (1988) tarafından önerilen hedonik skaladan yararlanılmıştır. Kefir örneklerinin duyusal değerlendirilmesinde kullanılan hedonik skala Şekil 3.2'de verilmiştir.

#### **3.2.4.2.15 İstatistik değerlendirme**

Araştırma sonucunda elde edilen sonuçların istatistik olarak değerlendirilmesinde üç faktörlü, faktörlerden birinin seviyeleri tekrarlanan ölçümlü varyans analizi tekniği kullanılmıştır. Yağ oranı faktörünün < % 0,5, % 1,5 ve % 3,0 olmak üzere 3 seviyesi, örnek (starter kültür) faktörünün A, B, C, D ve E olmak üzere 5 seviyesi, depolama süresi faktörünün ise 1. gün, 5. gün, 10. gün, 16. gün ve 23. gün olmak üzere 5 seviyesi bulunmaktadır. Tekrarlanan ölçümler depolama süresi faktörünün seviyelerinde gerçekleştirilmiştir. Yapılan varyans analizleri sonucunda gerekli olduğu durumlarda farklı ortalamaların belirlenmesinde 'Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi' kullanılmıştır. Duncan testi sonuçları gerekli ortalamaların yanında harfli gösterim şeklinde belirtilmiştir. Varyans analizleri SPSS 15.0, Duncan testleri ise MSTAT-C istatistik paket programları kullanılarak yapılmıştır (Gürbüz vd.. 2003).

<b>Panelistin adı-soyadı:</b>					
<b>Tarih:</b>					
<b>Tekerrür:</b>					
<b>Gün:</b>					
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Size verilen kefir örneklerini tat-aroma, kıvam ve genel beğeni yönünden değerlendiriniz.</li> <li>- Ürünlerin sizde bıraktığı etkiye göre 1 ile 10 arasında bir puan veriniz.</li> <li>- Ürünler hakkında düşünceleriniz varsa belirtiniz.</li> </ul>					
	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>
<b>Tat-aroma</b>					
<b>Kıvam</b>					
<b>Genel beğeni</b>					
Ürünler hakkında varsa düşünceleriniz: ..... ..... .....					

Şekil 3.2 Kefir örneklerinin duysal değerlendirilmesinde kullanılan hedonik skala

## 4. ARAŞTIRMA BULGULARI

### 4.1 Araştırmada Kullanılan Çiğ Sütler ile Kefire İşlenen Standardize Sütlerin Bazı Nitelikleri

Araştırmada hammadde olarak kullanılan çiğ sütlerin ve kefire işlenen standardize sütlerin bazı özelliklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.1 ve 4.2’de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Hammadde sütün bazı nitelikleri, (n=3)\*

Özellikler	< % 0,5 yağlı için	% 1,5 yağlı için	% 3 yağlı için
Kurumadde, %	11,83±0,06	11,95±0,02	11,34±0,09
Yağ, %	3,46±0,02	3,65±0,03	3,08±0,02
Protein, %	3,03±0,04	3,31±0,01	3,01±0,04
Titrasyon asitliği, °SH	8,02±0,62	7,63±0,78	8,40±0,81
pH değeri	6,65±0,00	6,62±0,02	6,67±0,01

\* Tekerrür sayısı (Çizelgedeki değerler 3 tekerrürün ortalamasıdır)

Deneme kefirlerinin üretiminde kullanılan çiğ inek sütü yağ, protein, kurumadde ve pH değeri açısından literatürlerde inek sütü için bildirilen değerler ile uyum içerisindedir (Yöneş 1978, Anonim 1994, Metin 1998).

Çizelge 4.2 Standardize sütlerin bazı nitelikleri, (n=3)

Özellikler	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3 yağlı
Kurumadde, %	9,31±0,03	10,26±0,04	11,81±0,05
Yağ, %	0,20±0,00	1,50±0,00	3,00±0,00
Protein, %	3,18±0,02	3,37±0,01	3,12±0,01
Titrasyon asitliği, °SH	8,31±0,71	7,68±0,91	8,14±0,05
pH değeri	6,64±0,00	6,63±0,02	6,66±0,01

## 4.2 Kefir Örneklerine İlişkin Özellikler

### 4.2.1 Kefirlerin bazı kimyasal özellikleri

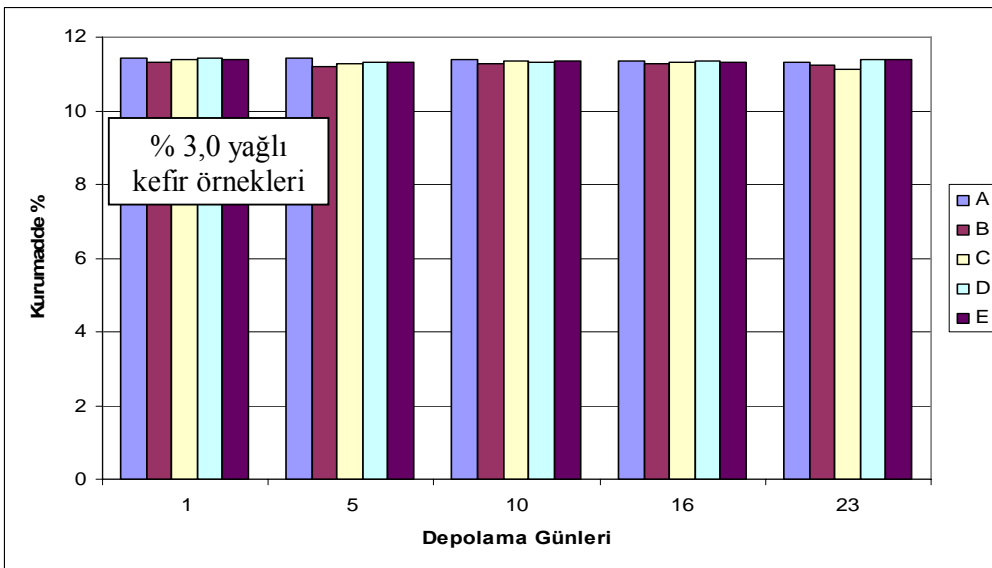
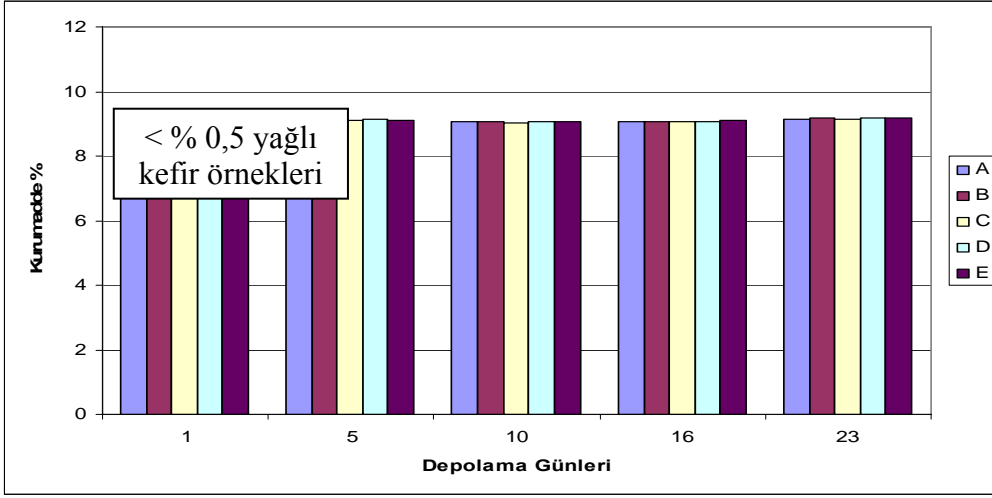
#### 4.2.1.1 Kurumadde içeriği

Kefir örneklerinin kurumadde içerikleri Çizelge 4.3’de standart hatalarıyla (  $\bar{X} \pm S_x$  ) birlikte verilmiş ve depolama süresince değişimi Şekil 4.1’de grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.3 Kefir örneklerinin kurumadde içeriği (%)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	9,13±0,06	9,12±0,07	9,05±0,03	9,05±0,03	9,13±0,04
A2	9,91±0,19	9,95±0,23	10,00±0,25	9,96±0,23	9,78±0,25
A3	11,42±0,22	11,41±0,21	11,40±0,22	11,34±0,13	11,33±0,18
B1	9,16±0,10	9,14±0,08	9,07±0,02	9,07±0,02	9,16±0,04
B2	9,95±0,33	10,01±0,30	9,91±0,31	9,86±0,28	9,78±0,30
B3	11,31±0,21	11,19±0,14	11,29±0,20	11,26±0,26	11,24±0,13
C1	9,11±0,07	9,10±0,06	9,01±0,01	9,08±0,05	9,14±0,01
C2	9,94±0,37	9,95±0,31	9,92±0,34	9,89±0,34	9,98±0,34
C3	11,37±0,27	11,29±0,23	11,37±0,26	11,32±0,21	11,12±0,10
D1	9,14±0,12	9,14±0,03	9,07±0,03	9,06±0,07	9,18±0,04
D2	9,98±0,34	9,99±0,28	9,92±0,31	9,82±0,34	9,94±0,38
D3	11,41±0,31	11,30±0,19	11,32±0,18	11,35±0,20	11,40±0,26
E1	9,15±0,05	9,10±0,05	9,06±0,03	9,10±0,01	9,20±0,04
E2	9,93±0,24	9,99±0,30	9,87±0,28	9,86±0,32	9,82±0,28
E3	11,38±0,29	11,33±0,20	11,36±0,20	11,32±0,20	11,37±0,24

\*: Çizelgedeki değerler 3 tekrerrün ortalamasıdır. A: % 5 w/v kefir danesi + % 1 termofilik kültür; B: % 5 w/v kefir danesi + % 5 probiyotik kültür; C: % 5 w/v kefir danesi + % 1 mezofilik kültür; D: % 5 w/v kefir danesi + % 0,5 maya kültürü; E: % 5 w/v kefir danesi (kontrol örneği); 1: < % 0,5 yağlı kefir örnekleri; 2: % 1,5 yağlı kefir örnekleri; 3: % 3,0 yağlı kefir örnekleri



Şekil 4.1 Kefir örneklerinin kurumadde içeriğindeki değişimler

Çizelge 4.3’de görüldüğü gibi örneklerin kurumadde içerikleri < % 0,5 yağlı örneklerde % 9,01-9,20 arasında, % 1,5 yağlı örneklerde % 9,78-10,01 arasında ve % 3,0 yağlı örneklerde % 11,12-11,42 arasında değişmektedir. Şekil 4.1 incelendiğinde depolama süresi boyunca örnek kurumaddelerinin kendi içinde birtakım küçük değişimler gösterdiği görülmektedir. Fermentasyon kurumadde içeriğini etkilememektedir (Irigoyen vd. 2005). Bu durum istatistik değerlendirmelerle (Çizelge 4.4) de ortaya konulmuştur. Kurumadde içeriği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda sadece depolama süresi ve yağ oranı interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Bunun anlamı kurumadde içeriği bakımından yağ oranları arasındaki farkın depolama sürelerine göre, aynı şekilde depolama süreleri arasındaki farkın yağ oranlarına göre değişebileceğidir.

Çizelge 4.4’de görüldüğü gibi yapılan Duncan testi sonucunda tüm depolama sürelerinde yağ oranları arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.05$ ). En yüksek ortalama % 3,0 yağlı örneklerde, en düşük ortalama ise < % 0,5 yağlı örneklerde belirlenmiştir. Üretimlerin değişik zamanlarda yapılması ve hammadde olarak kullanılan süt kurumadde sinin özellikle yağa bağlı olarak farklılık göstermesinden bu sonuç elde edilmiştir.

Çizelge 4.4 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kurumadde içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (%)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	9,14±0,02Ca	9,94±0,06Ba	11,38±0,06Aa
5	9,12±0,01Cab	9,98±0,06Ba	11,30±0,05Ab
10	9,05±0,01Cc	9,92±0,07Bab	11,35±0,05Aab
16	9,07±0,01Cbc	9,88±0,07Bbc	11,32±0,05Ab
23	9,16±0,01Ca	9,86±0,072Bc	11,29±0,050Ab

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Depolama süresince kefirin fizikokimyasal özelliklerindeki değişimi inceleyen Irigoyen vd. (2005), kefirin kurumadde içeriğini depolamanın 2. gününde % 11,7, 28. gününde ise % 11,3 olarak belirlemiştir. Depolama süresince meydana gelen bu değişimin istatistik olarak önemli olmadığını bildirmiştir.



Karagözlü (1990), kefirle ilgili yaptığı bir çalışmada kurumadde oranını % 11,46 olarak saptamıştır. İnkübasyon sıcaklığının kefirin bazı nitelikleri üzerine etkisini araştıran Kaptan vd. (1990) kurumaddeyi ortalama % 12,23 bulmuşlardır. Kefir, yoğurt ve tereyağın duyuşal özelliklerini araştıran Muir vd. (1999), % 1,8'den az yağ içeren örneklerin kurumaddeyi ortalama % 9,51, % 2,0'den fazla yağ içeren örneklerde ise ortalama % 12,67 olarak belirlemişlerdir. Elde edilen sonuçlara ve literatür bilgilerine göre, üretimde kullanılan sütün bileşimine bağılı olarak kurumaddenin değıştiğı görölmektedir.

#### 4.2.1.2 Toplam azot içeriğı

Araştırma örneklerinin toplam azot içeriğı Çizelge 4.5'de görölmektedir.

Çizelge 4.5 Kefir örneklerinin toplam azot içeriğı (%)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,487±0,01	0,486±0,01	0,493±0,01	0,481±0,01	0,463±0,03
A2	0,516±0,01	0,501±0,01	0,488±0,02	0,506±0,01	0,510±0,01
A3	0,475±0,01	0,472±0,01	0,479±0,01	0,481±0,02	0,481±0,04
B1	0,491±0,01	0,485±0,01	0,494±0,01	0,485±0,01	0,460±0,03
B2	0,507±0,03	0,498±0,03	0,488±0,03	0,505±0,00	0,510±0,01
B3	0,476±0,02	0,473±0,01	0,479±0,01	0,474±0,02	0,478±0,01
C1	0,492±0,01	0,489±0,01	0,491±0,01	0,481±0,01	0,478±0,01
C2	0,513±0,02	0,504±0,01	0,489±0,00	0,507±0,01	0,515±0,02
C3	0,479±0,02	0,477±0,01	0,470±0,02	0,478±0,01	0,479±0,01
D1	0,490±0,01	0,485±0,01	0,490±0,01	0,493±0,02	0,479±0,01
D2	0,516±0,02	0,506±0,01	0,494±0,02	0,508±0,03	0,508±0,01
D3	0,474±0,01	0,476±0,01	0,478±0,01	0,479±0,01	0,480±0,01
E1	0,483±0,01	0,489±0,01	0,490±0,01	0,487±0,01	0,478±0,01
E2	0,515±0,01	0,505±0,01	0,492±0,03	0,515±0,01	0,516±0,03
E3	0,480±0,01	0,474±0,01	0,483±0,02	0,480±0,01	0,485±0,01

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.5 incelendiğinde, depolama süresince fermentasyon devam ettiği için toplam azot içeriklerinde azalma ve artma şeklinde bir eğilim görülmektedir.

Kefir örneklerinin toplam azot içerikleri bakımından örnekler arasındaki fark istatistiki olarak önemli değildir. Fakat farklı yağ seviyeleri ve depolama süreleri arasındaki interaksiyon  $p < 0,01$  düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.6). Buna göre kefirlerin toplam azot içerikleri her üç yağ seviyesinde de birbirinden farklıdır. Standardize sütün bileşimine bağlı olarak bu farklılığın çıkması beklenen bir durumdur.

Çizelge 4.6 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin toplam azot içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (%)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,489±0,003Ba	0,513±0,001Aa	0,477±0,002Ca
5	0,487±0,002Ba	0,503±0,001Ab	0,474±0,001Cb
10	0,492±0,003Aa	0,490±0,001Ac	0,478±0,002Ba
16	0,485±0,003Ba	0,508±0,001Aa	0,478±0,001Ca
23	0,472±0,005Cb	0,512±0,001Aa	0,481±0,001Ba

-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,01$ ).

Kefir örneklerinin toplam azot içeriklerinde depolama süresince gözlenen değişiklikler istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). Yağsız (< % 0,5 yağlı) kefirlerde depolamanın 1., 5., 10. ve 16. günlerinde birbirine benzerken 23. günde farklı olmuştur. % 1,5 yağlı örneklerde depolamanın 1., 16. ve 23. günlerindeki değişim birbirine benzer çıkarken, 5. ve 10 günlerde farklı çıkmıştır. % 3,0 yağlı örneklere bakıldığında ise sadece depolamanın 5. gününde ki toplam azot içeriğinin diğer günlerden farklı olduğu görülmektedir. Sütün bileşimine, starter kültürün aktivitesine ve fermentasyon koşullarına bağlı olarak bu sonuçlar elde edilmiştir.

#### 4.2.1.3 Protein içeriği

Kefir örneklerinin protein içerikleri Çizelge 4.7’de verilmiş ve depolama süresince değişim Şekil 4.2’ de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.7 Kefir örneklerinin protein içeriği (%)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
<b>A1</b>	3,11±0,10	3,10±0,04	3,14±0,08	3,07±0,03	3,07±0,02
<b>A2</b>	3,29±0,01	3,20±0,04	3,12±0,01	3,23±0,03	3,25±0,04
<b>A3</b>	3,03±0,06	3,01±0,02	3,05±0,05	3,07±0,01	3,07±0,02
<b>B1</b>	3,13±0,08	3,09±0,04	3,15±0,11	3,10±0,06	3,07±0,02
<b>B2</b>	3,24±0,02	3,18±0,01	3,11±0,01	3,23±0,01	3,26±0,00
<b>B3</b>	3,04±0,09	3,01±0,08	3,05±0,03	3,02±0,02	3,05±0,04
<b>C1</b>	3,14±0,09	3,12±0,06	3,14±0,08	3,07±0,09	3,05±0,07
<b>C2</b>	3,27±0,01	3,21±0,03	3,12±0,005	3,23±0,03	3,28±0,01
<b>C3</b>	3,06±0,07	3,05±0,04	3,03±0,05	3,05±0,03	3,05±0,04
<b>D1</b>	3,13±0,09	3,10±0,08	3,13±0,12	3,08±0,05	3,06±0,04
<b>D2</b>	3,29±0,01	3,23±0,02	3,15±0,01	3,24±0,01	3,25±0,01
<b>D3</b>	3,02±0,08	3,04±0,05	3,05±0,03	3,06±0,03	3,06±0,04
<b>E1</b>	3,08±0,06	3,12±0,09	3,13±0,11	3,06±0,05	3,05±0,04
<b>E2</b>	3,28±0,02	3,22±0,07	3,14±0,01	3,28±0,03	3,29±0,02
<b>E3</b>	3,06±0,05	3,03±0,01	3,08±0,02	3,06±0,04	3,09±0,01

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Kefir örneklerinin protein içeriklerine bakıldığında; < % 0,5 yağlı tüm örneklerde depolamanın 10. gününe kadar bir artma, ilerleyen günlerde (16. ve 23. günlerde) azalma, % 1,5 yağlı kefirlerde ise tam tersi depolamanın 10. gününe kadar tüm örneklerin protein içeriğinde azalma, 16. ve 23. günlerde ise artma görülmüştür. % 3,0 yağlı örneklerde ise düzenli bir şekilde artma veya azalma görülmemiştir. Buna karşın söz konusu değişimler istatistik olarak önemli çıkmamıştır ( $p>0,05$ ). Fakat depolama süresi ve yağ interaksyonu alt grup ortalamaları arasındaki değişim önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ) (Çizelge 4.8). Yani her bir yağ seviyesinde depolamanın 1. ve 5. günlerinde örneklerin protein içerikleri birbirinden farklı çıkmıştır. Bu fark üretimde kullanılan standardize sütlerin protein içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Depolamanın 10. gününde < % 0,5 ve 1,5 yağlı kefir örnekleri protein içerikleri bakımından birbirine benzerken % 3,0 yağlı örneklerin daha düşük

olduğu saptanmıştır. 16. ve 23. günlerde ise < % 0,5 ve % 3 yağlı örnekler birbirine benzerken % 1,5 yağlıda en yüksek protein içeriği elde edilmiştir.

Kefir danesinden izole edilen laktik asit bakteri suşları ile doğal kefir starterleri, sütün fermentasyonu sırasında amino asit üretimi ve birikiminde benzersiz özellikler ortaya çıkarmaktadır. Kefir oluşumunda basit suşlu kültürlerin hücre gelişim özellikleri, laktik asit oluşturma ve serbest amino asit üretimi tamamıyla farklıdır. *Lactobacillus helveticus MPI2* serbest amino asit üretiminde rakipsizdir (53,38 mg /100 g), fakat laktik asit üretiminde daha düşük aktivite göstermiştir (Simova vd. 2006).

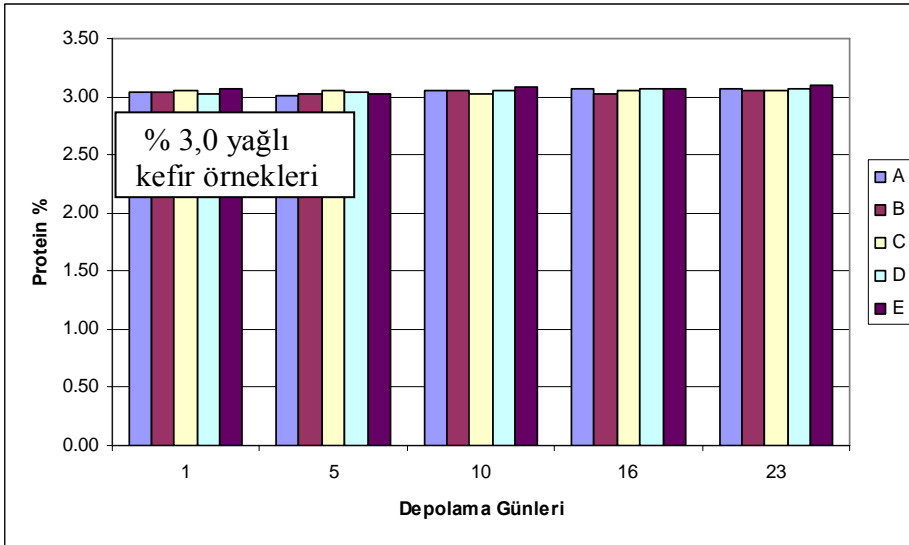
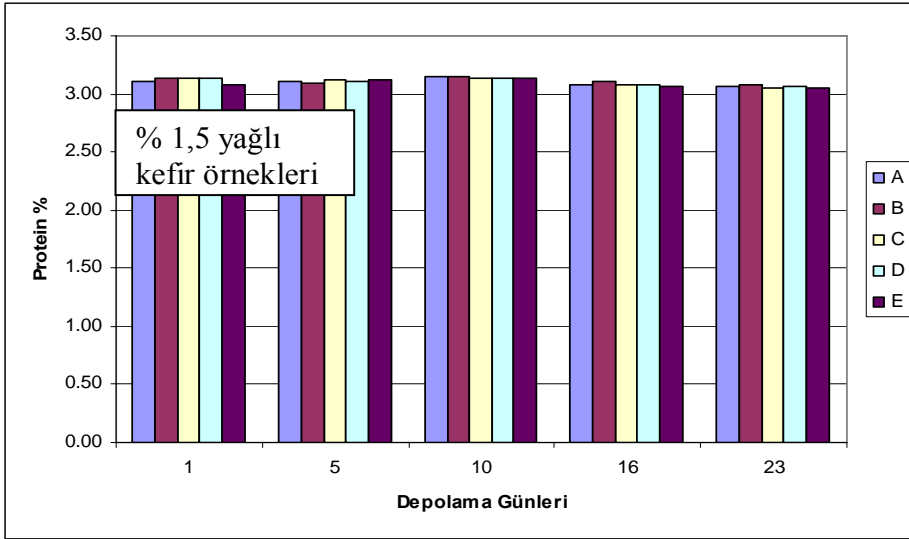
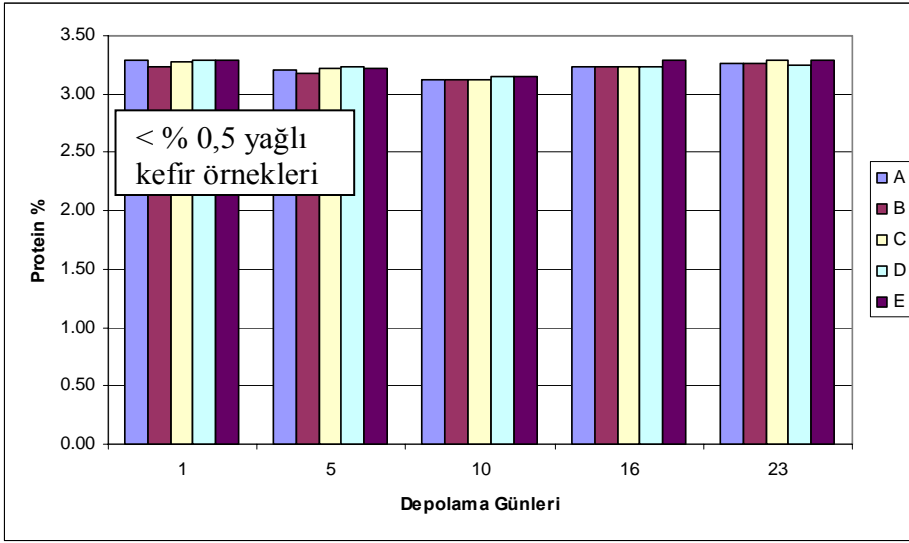
Çizelge 4.8 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin protein içeriğindeki değişimin karşılaştırılması

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	3,12±0,01Bab	3,27±0,01Aa	3,04±0,01Cab
5	3,10±0,01Bb	3,21±0,01Ac	3,03±0,01Cb
10	3,14±0,02Aa	3,13±0,04Ad	3,05±0,01Ba
16	3,07±0,01Bc	3,24±0,01Ab	3,05±0,01Ba
23	3,06±0,01Bc	3,26±0,01Aab	3,06±0,01Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örnekler arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,01).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,01).

Muir vd. (1999), geleneksel yöntemle üretilmiş kefirlerde protein miktarını % 3,22 ve % 3,35 olarak belirlemişlerdir. Fermente Sütler Tebliği' nde ise süt proteininin en az % 2,8 olması bildirilmektedir. Bu çalışmada örneklerin protein içerikleri % 3,01 ve 3,29 arasında değişmiştir. Elde edilen sonuçlar Muir vd. (1999)'ın çalışmasıyla benzerlik gösterirken, Fermente Sütler Tebliği' nde belirtilen değerden yüksek çıkmıştır.



Şekil 4.2 Kefir örneklerinin protein içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.4 Titrasyon asitliği

Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerlerine ait veriler Çizelge 4.9'da standart hatalarıyla birlikte görölmektedir.

Çizelge 4.9 Kefir örneklerinin titrasyon asitliği değerleri (% Laktik asit)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,731±0,06	0,790±0,07	0,811±0,07	0,847±0,04	0,840±0,09
A2	0,759±0,01	0,778±0,01	0,811±0,01	0,827±0,01	0,896±0,03
A3	0,761±0,02	0,776±0,03	0,828±0,02	0,910±0,08	0,907±0,04
B1	0,777±0,08	0,821±0,08	0,840±0,06	0,895±0,01	0,925±0,04
B2	0,794±0,06	0,824±0,04	0,864±0,04	0,969±0,11	0,985±0,09
B3	0,799±0,03	0,858±0,08	0,904±0,04	1,028±0,06	1,056±0,06
C1	0,772±0,06	0,811±0,03	0,846±0,04	0,903±0,01	0,913±0,04
C2	0,769±0,01	0,876±0,07	0,889±0,05	0,975±0,09	1,018±0,08
C3	0,762±0,02	0,825±0,07	0,894±0,08	0,947±0,09	0,980±0,06
D1	0,767±0,08	0,816±0,09	0,835±0,07	0,871±0,02	0,886±0,07
D2	0,763±0,05	0,835±0,10	0,845±0,09	0,910±0,13	0,958±0,13
D3	0,763±0,03	0,782±0,02	0,862±0,02	0,901±0,05	0,925±0,02
E1	0,767±0,09	0,816±0,10	0,837±0,08	0,868±0,04	0,882±0,09
E2	0,794±0,07	0,849±0,08	0,863±0,06	0,940±0,12	0,993±0,12
E3	0,732±0,01	0,770±0,01	0,837±0,03	0,900±0,06	0,877±0,01

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Kefir örneklerinin titrasyon asitliklerinde depolama süresince meydana gelen değişimler incelendiğinde (Çizelge 4.9) tüm örneklerde artış görölmüştür. Bu durum kefir bünyesinde yer alan mikroorganizma faaliyetinin doğal bir sonucudur. Farklı yağ seviyelerinin titrasyon asitliğini etkilemediği istatistik olarak ortaya konulmuştur ( $p>0,05$ ). Her üç yağ seviyesinde de depolama süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen değişim önemli bulunmuştur.

Çizelge 4.10 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin titrasyon asitliklerindeki değişimin karşılaştırılması (% LA)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,763±0,01Ac	0,776±0,01Ad	0,763±0,01Ad
5	0,811±0,01Ab	0,832±0,01Ac	0,802±0,01Ac
10	0,834±0,02Ab	0,854±0,01Ac	0,865±0,013Ab
16	0,877±0,01Ba	0,924±0,02ABb	0,937±0,02Aa
23	0,889±0,02Ba	0,970±0,02Aa	0,949±0,02Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Garcia-Fontan vd. (2005), fermentasyon sırasında titrasyon asitliğini % 0,14 olarak belirlemişler, 7 günlük depolama sonucunda ise % 1,32 olduğunu saptamışlardır. Koyun sütünden üretilen ve farklı starter kültür kullanılan kefirlerin depolama sırasındaki fizikokimyasal ve duyuşal özelliklerini araştıran Cais-Sokolinska vd. (2008), 21 günlük depolama süresince titrasyon asitliğinin birinci starter kültürde titrasyon asitliği 48,2 SH'dan (1,08 % LA) 54,7 SH'ya (1,23 % LA); ikinci starter kültürde ise 41,4 SH'dan (0,93 % LA) 47,9 SH'ya (1,07 % LA)) arttığını bildirmişlerdir.

İkinci fermentasyon yöntemiyle üretilen ve farklı yağ oranlarının denendiği bu tez çalışmasında titrasyon asitliği değerleri % 0,731 ile % 1,056 arasında değişmiştir. Bu değerler yukarıda verilen literatür bilgileriyle karşılaştırıldığında, birbirine yakın olduğu görülmektedir.

#### 4.2.1.5 pH Değeri

Kefir örneklerinin pH değerlerine ait ortalama değerler Çizelge 4.5'de standart hatalarıyla birlikte verilmiş ve Şekil 4.4'de grafik halinde gösterilmiştir. Çizelge 4.5'de de görüldüğü gibi kefir örneklerinin pH değerleri depolama süresince azalmıştır. Depolama süresince starter kültürler ve özellikle de bunların üretmiş olduğu enzimlerin aktivitelerine bağlı olarak fermente ürünlerde asitliğin arttığı birçok araştırmacı tarafından belirlenmiştir (Ergüllü ve Demiryol 1983, Atamer vd. 1986, Sezgin vd. 1988). Ayrıca Alpkent ve Küçükçetin (2000) ve Özer vd. (2000) de kefirle ilgili

yaptıkları çalışmalarda depolamada asitlik değerlerinin arttığını, pH değerlerinin ise azaldığını bildirmişlerdir.

Çizelge 4.11 Kefir örneklerinin pH değerleri\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
<b>A1</b>	4,61±0,19	4,56±0,20	4,54±0,18	4,44±0,09	4,37±0,07
<b>A2</b>	4,50±0,10	4,47±0,09	4,41±0,06	4,35±0,02	4,31±0,01
<b>A3</b>	4,62±0,02	4,52±0,04	4,43±0,10	4,39±0,08	4,35±0,06
<b>B1</b>	4,51±0,28	4,44±0,25	4,40±0,22	4,31±0,11	4,27±0,11
<b>B2</b>	4,43±0,09	4,33±0,06	4,29±0,03	4,25±0,02	4,19±0,01
<b>B3</b>	4,62±0,01	4,44±0,10	4,30±0,05	4,20±0,07	4,14±0,11
<b>C1</b>	4,59±0,23	4,52±0,16	4,46±0,10	4,37±0,08	4,33±0,08
<b>C2</b>	4,46±0,14	4,37±0,08	4,28±0,07	4,23±0,05	4,19±0,05
<b>C3</b>	4,62±0,02	4,48±0,16	4,38±0,14	4,35±0,12	4,30±0,11
<b>D1</b>	4,51±0,20	4,47±0,21	4,41±0,18	4,35±0,13	4,33±0,14
<b>D2</b>	4,48±0,03	4,39±0,08	4,32±0,05	4,26±0,04	4,21±0,03
<b>D3</b>	4,62±0,02	4,45±0,09	4,38±0,12	4,33±0,05	4,29±0,06
<b>E1</b>	4,59±0,25	4,50±0,20	4,43±0,21	4,37±0,18	4,34±0,17
<b>E2</b>	4,44±0,03	4,36±0,07	4,33±0,05	4,27±0,06	4,25±0,03
<b>E3</b>	4,66±0,01	4,53±0,07	4,43±0,09	4,33±0,05	4,36±0,05

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

İstatistik değerlendirmelere bakıldığında örnek ortalamaları arasındaki fark ve depolama sürelerindeki değişim  $p < 0,05$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolamanın tüm günlerinde yarım yağlı (% 1,5) kefir örneklerinin pH değeri yağsız (<% 0,5) ve yağlı (% 3,0) kefir örneklerine göre daha düşük çıkmıştır. Yine depolamanın ilerlemesine paralel tüm yağ seviyelerinde pH değerinin azaldığı Çizelge 4.12’de görülmektedir.



Çizelge 4.12 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin pH değerlerindeki değişimin karşılaştırılması

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	4,56±0,05Ba	4,46±0,02Ca	4,63±0,01Aa
5	4,50±0,04Ab	4,38±0,02Bb	4,48±0,02Ab
10	4,45±0,04Ac	4,32±0,01Cc	4,38±0,02Bc
16	4,37±0,03Ad	4,27±0,01Cd	4,34±0,02Bd
23	4,33±0,02Ae	4,23±0,01Ce	4,29±0,02Be

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

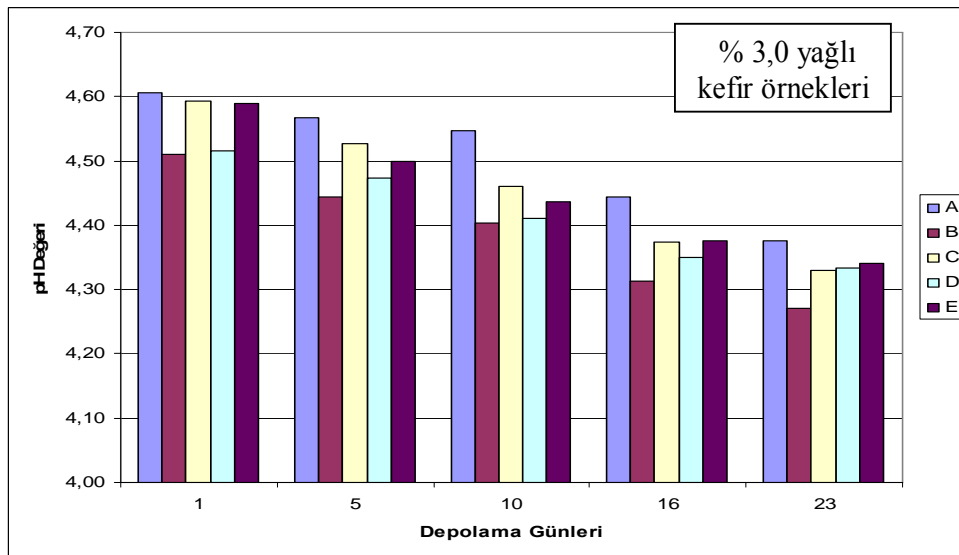
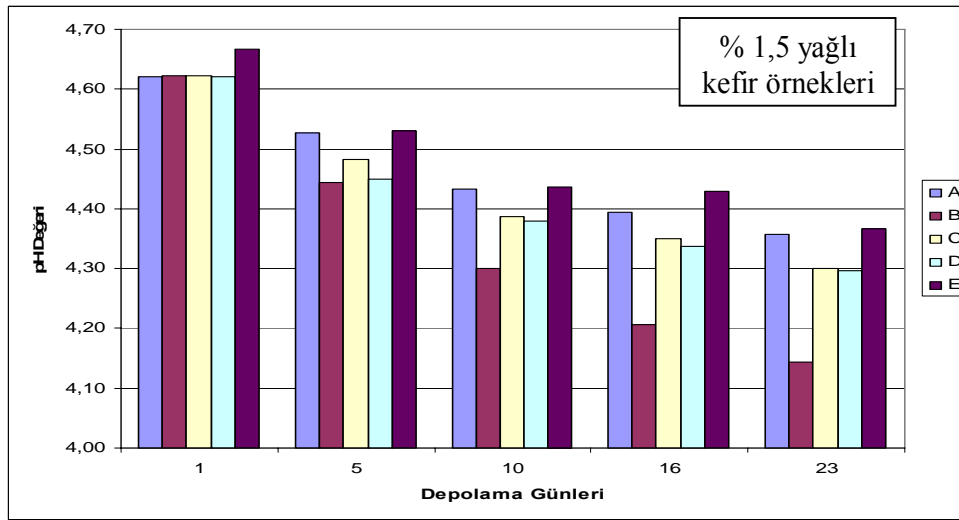
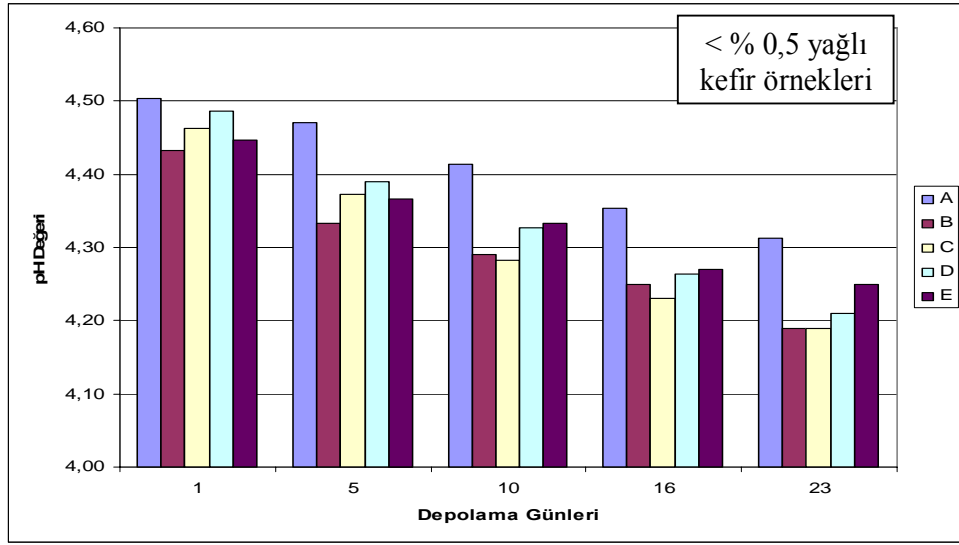
- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Yoğurt ve fermente süt ürünlerinde laktozun bakteriler tarafından parçalanması ve asit ortam oluşması sonucu pH değerinin depolama boyunca azaldığı yukarıda ifade edilmiştir. Fakat, kefirde depolama süresince pH değerinde önemli bir değişiklik olmadığı bildirilmiştir. Diğer bir deyişle kefirde inkübasyon sonrasında aşırı asitlik artışı (over acidification) görülmemektedir. Bunun nedeni kefir mikroflorası içinde yer alan mayaların ürettiği karbonatlı metabolitlerden (örneğin CO<sub>2</sub>) ileri gelmektedir (Irigoyen vd. 2005). Araştırma örneklerinin pH değerlerine bakıldığında, örneklerin hiç birisinde pH değeri, depolama süresince 4,0 pH' nın altına düşmemiştir.

Gürsel vd. (1990), kefir örneklerinde pH değerlerinin depolamanın ilk gününde 3,94-4,04 pH, depolamanın 7. gününde ise 4,02-4,13 pH arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Kefir üretiminde saf kültür kullanımının araştırıldığı bir çalışmada, taze üretilen kefirlerin pH değerlerinin 4,40 ile 4,50 arasında, 7 günlük depolamanın ardından ise 4,35 ile 4,45 arasında değiştiği görülmüştür (Beshkova vd. 2002).

Ticari kültür kullanılarak inek sütünden kefir üreten Garcia-Fontan vd. (2005) fermentasyon ve depolama sırasında kefirde meydana gelen değişimleri incelemişlerdir. Fermentasyonun 24. saatinde pH değerinin 4,24'e düştüğünü ve depolamanın sonunda da 3,88 pH değerine ulaştığını bildirmişlerdir. Benzer şekilde kefir ile yapılan başka bir çalışmada 21 günlük depolama süresince pH değerinin azaldığı ve en son 4,40 pH olduğu ifade edilmiştir (Güzel-Seydim vd. 2005).



Şekil 4.3 Kefir örneklerinin pH değerindeki değişimler

Cais-Sokolinska vd. (2008) farklı starter kültür kullanılarak ürettikleri kefirlerde depolama sonunda pH değerlerinin birinci starter kültürde 4,59 pH'dan 4,37 pH'ya, ikinci starter kültürde 4,61 pH'dan 4,45 pH'ya düştüğünü saptamışlardır.

Yapılan bu çalışmada ise kefir örneklerinin pH değerleri 4,66 ile 4,19 arasında değişmiştir.

#### **4.2.1.6 Karbondioksit içeriği**

Karbondioksit ve alkol kefire özgü önemli bileşenlerdir. Kefirde karbondioksit oluşumu ve alkol üretimi dane içerisinde yer alan mayaların metabolik aktivitelerinin bir sonucudur (Toba vd. 1987). Kefirin ayırt edici özelliklerinden olan ve hatta zayıf, orta ve kuvvetli kefir olarak sınıflandırılmasında rol oynayan karbondioksit içeriği (Gürsel vd. 1990) ürünün tat ve aroma kazanmasında etkili olmaktadır. Çünkü kefirde tüketiciler tarafından taze, ferah ve hafif tat istenmektedir (Beshkova vd. 2002).

Kefir örneklerinin karbondioksit içeriği Çizelge 4.13'de standart hatalarıyla beraber verilmiş ve depolama süresince örnekler içindeki karbondioksit değişimi Şekil 4.5'de grafik halinde sunulmuştur.

Örneklerin hepsinde karbondioksit miktarı depolama süresince artmıştır. En yüksek karbondioksit içeriği tüm yağ seviyelerinde % 0,5 maya kültürü ile ikinci fermentasyonun yapıldığı D örneğinde elde edilmiştir. Depolamanın her gününde D örneğinin karbondioksit miktarı en yüksek değere sahip olmuştur. Bu durum D örneğinde ilave edilen maya kültürü ve daneden gelen mayaların karbondioksit üretmesine bağlı olarak açıklanabilir (Toba vd. 1987).

Karbondioksit içerikleri bakımından örnekler arasındaki fark istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p < 0,01$ ). En fazla karbondioksit içeriği D örneğinde tespit edilmiş, bunu C ve B örnekleri takip etmiştir. A ve E örneklerinde ise birbirine yakın değerler elde edilmiştir.

Çizelge 4.13 Kefir örneklerinin karbondioksit içeriği (mg/100 mL)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	70,20±16,5	97,10±8,2	128,20±13,8	131,37±4,5	150,20±17,7
A2	57,93±4,9	78,73±10,1	92,40±18,4	104,40±15,9	119,20±18,5
A3	66,30±14,2	107,67±2,4	148,13±8,4	167,6±3,2	179,77±5,3
B1	97,67±13,4	115,93±1,3	129,53±2,8	152,33±11,9	153,30±10,4
B2	92,70±49,0	106,10±39,4	118,40±30,9	132,80±22,3	143,97±15,7
B3	79,90±12,3	112,33±14,3	164,40±4,3	182,53±8,7	193,53±9,7
C1	96,80±14,4	117,07±13,9	146,90±37,6	142,1±20,7	173,10±29,6
C2	109,50±25,3	119,9±29,0	128,0±28,7	138,3±22,6	148,3±18,6
C3	96,80±6,8	135,10±18,2	161,90±7,4	185,77±13,6	200,07±6,2
D1	122,73±5,3	129,60±6,1	146,53±7,1	169,97±13,0	183,60±18,6
D2	111,40±25,5	122,00±21,5	138,80±19,2	148,53±17,2	158,67±13,5
D3	86,77±10,9	140,10±25,2	175,60±5,2	193,03±10,3	207,47±12,5
E1	89,87±15,4	106,37±8,1	131,80±23,6	118,93±13,6	132,50±11,6
E2	54,4±27,6	75,6±24,3	86,2±23,6	98,6±18,6	108,4±18,2
E3	98,67±8,9	123,07±10,6	153,93±4,3	174,20±5,9	184,23±9,5

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

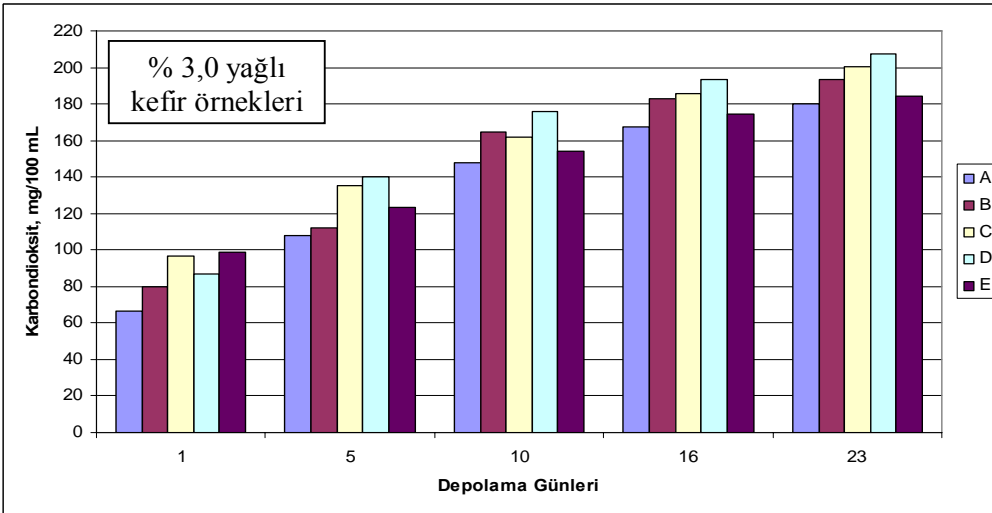
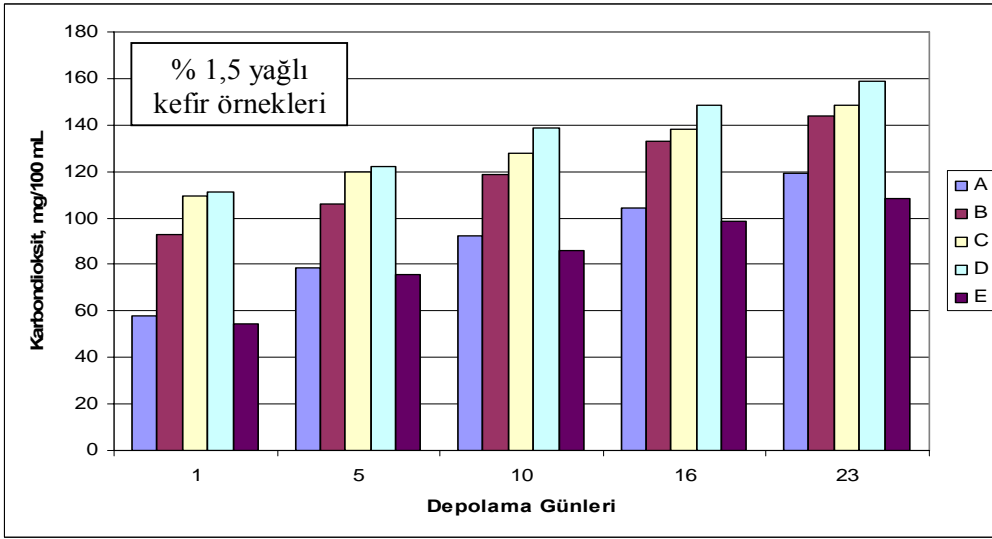
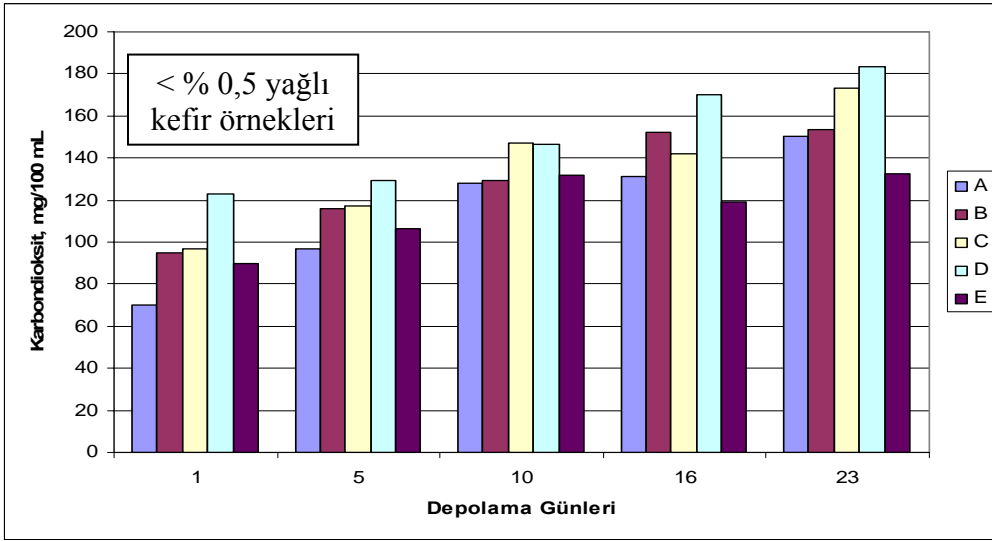
Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin karbondioksit içeriğindeki değişim de istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,01$ ) (Çizelge 4.14). Her üç yağ seviyesinde depolamanın ilerlemesine paralel karbondioksit miktarı artmıştır.

Çizelge 4.14 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin karbondioksit içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (mg/ 100 mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	94,85±5,39Ad	85,19±9,26Ad	85,69±3,97Ad
5	113,21±3,47ABc	100,47±7,86Bcd	123,65±4,85Ac
10	136,61±5,12Bb	112,74±7,65Cbc	160,79±2,85Ab
16	142,94±5,56Bab	124,53±6,75Cab	180,63±3,10Aa
23	158,55±6,33Ba	135,71±6,25Ca	193,01±3,41Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,01$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.4 Kefir örneklerinin karbondioksit içeriklerindeki değişimler

Kefir üretiminde izole starter kültürleri kullanan Asadi vd. (2000), kefir örneklerinde karbondioksit içeriğini % 2,0-2,7 arasında değiştiğini saptamışlardır.

Kefir danesinden üretilen kefirlerde karbondioksit içeriği 1,05 g/L (105 mg/100 mL)' yi geçmemiştir. Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde ise karbondioksit içeriği 1,75 g/L (175 mg/100 mL) ile 1,98 g/L (198 mg/100 mL) arasında olmuştur (Beshkova vd. 2002). Yoğurt kültürüyle beraber süte maya ilave edildiğinde, fermentasyonu sonucu karbondioksit aktivitesi daha düşük olmaktadır (0,5 g/L). Süte 4,5 g/L sukroz ilave edildiğinde karbondioksit ciddi boyutlarda artmış ve 16 saat sonra 1,83 g/L (183 mg/100 mL)'ye ulaşmıştır.

Farklı ısı işlemi uygulanmış sütlerden elde edilen kefir örneklerinde depolamanın 1. gününde 84-300 µL/120 dak., 7. gününde ise 200-428 µL/120 dak karbondioksit bulunduğu belirlenmiştir (Gürsel vd. 1990).

Özer vd. (2000) karbondioksit içeriğinin % 0,88 ve % 0,26 arasında değiştiğini bildirmiştir. Starter kültür kullanılan örneklerde karbondioksit içeriğinin daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Danesiz kefirin starter kültür olarak kullanıldığı örneklerde ise karbondioksit konsantrasyonu oldukça düşük düzeylerde bulunmuştur.

Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen kefirlerin duyuşal, fiziksel, kimyasal mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimi inceleyen AlpKent ve Küçükçetin (2000), tüm kefir örneklerinde depolama süresince karbondioksit miktarının büyük artış gösterdiğini, başlangıçta 10,52 mg/100 mL olan karbondioksit miktarının 21 gün depolamadan sonra 188,70 mg/ 100 mL'ye yükseldiğini bildirmişlerdir.

Bu çalışmada kefir örneklerinin karbondioksit içerikleri depolama süresince 54,4 ile 207,47 mg/100 mL arasında değişmiştir. Bu değerler AlpKent ve Küçükçetin (2000)'in bulgularından yüksek çıkarken, Beshkova vd. (2002)'nin bulgularıyla benzerlik göstermektedir.

#### 4.2.1.7 Laktik asit içeriği

Laktik asit, fermente süt ürünlerinin üretiminde fermentasyon sırasında oluşan ve gerek ürün yapısının gerekse karakteristik aromanın oluşumunda önemli role sahip olan bir organik asittir. Homofermentatif laktik bakterilerin metabolik bir ürünüdür (Tamime and Robinson 1999).

Kefir rneklelerinin laktik asit içeriği izelge 4.15’de standart hatalarıyla beraber verilmiş ve depolama süresince rnekleler içindeki laktik asit miktarındaki değişim şekil 4.6’da grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.15 Kefir rneklelerinin laktik asit içeriği (g/100 g)\*

rnekleler	Depolama Süresi (gün)				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,476±0,01	0,566±0,01	0,720±0,01	0,769±0,02	0,883±0,01
A2	0,515±0,02	0,545±0,01	0,585±0,01	0,571±0,01	0,567±0,01
A3	0,466±0,02	0,560±0,03	0,648±0,02	0,733±0,01	0,829±0,01
B1	0,582±0,04	0,697±0,09	0,819±0,03	0,839±0,03	0,929±0,09
B2	0,491±0,02	0,500±0,02	0,572±0,06	0,560±0,05	0,590±0,07
B3	0,463±0,01	0,570±0,04	0,659±0,03	0,770±0,04	0,867±0,06
C1	0,647±0,04	0,727±0,03	0,852±0,03	0,920±0,04	1,028±0,04
C2	0,648±0,01	0,662±0,02	0,672±0,02	0,658±0,02	0,669±0,01
C3	0,473±0,02	0,605±0,02	0,662±0,02	0,734±0,02	0,844±0,02
D1	0,455±0,02	0,570±0,04	0,712±0,04	0,753±0,07	0,839±0,03
D2	0,461±0,01	0,480±0,01	0,533±0,05	0,507±0,07	0,559±0,11
D3	0,448±0,01	0,549±0,04	0,641±0,03	0,726±0,04	0,810±0,01
E1	0,439±0,01	0,558±0,04	0,637±0,08	0,697±0,12	0,785±0,04
E2	0,466±0,01	0,486±0,02	0,585±0,09	0,565±0,10	0,581±0,09
E3	0,446±0,01	0,537±0,04	0,618±0,05	0,628±0,03	0,743±0,04

\*: Bakınız izelge 4.3 (sayfa 41)

Laktik asit içerikleri açısından kefir örnekleri birbirinden farklı çıkmıştır. Bu fark istatistik olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemlidir. En fazla laktik asit içeriği C örneğinde sonra sırasıyla B, A, D ve E örneklerinde elde edilmiştir. Üretimlerde değişik starter kültürlerin kullanılması ve bu kültürlerin laktik asit üretebilme yeteneklerinin farklı olması, örnekler arasında farka neden olmuştur. Her bir yağ seviyesinde depolama süresince meydana gelen değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ) (Çizelge 4.16).  $< \% 0,5$  yağlı kefirlerin laktik asit içeriği diğer yağ oranlarıyla karşılaştırıldığında fazla çıkmıştır.

Çizelge 4.16 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laktik asit içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (g/100 g)

Depolama süresi (gün)	$< \% 0,5$ yağlı	$\% 1,5$ yağlı	$\% 3,0$ yağlı
1	0,520±0,02Ae	0,516±0,02Ab	0,459±0,04Be
5	0,623±0,02Ad	0,534±0,02Bb	0,564±0,01Bd
10	0,748±0,02Ac	0,589±0,02Ca	0,646±0,04Bc
16	0,795±0,03Ab	0,572±0,02Ca	0,718±0,01Bb
23	0,893±0,03Aa	0,593±0,02Ca	0,818±0,05Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

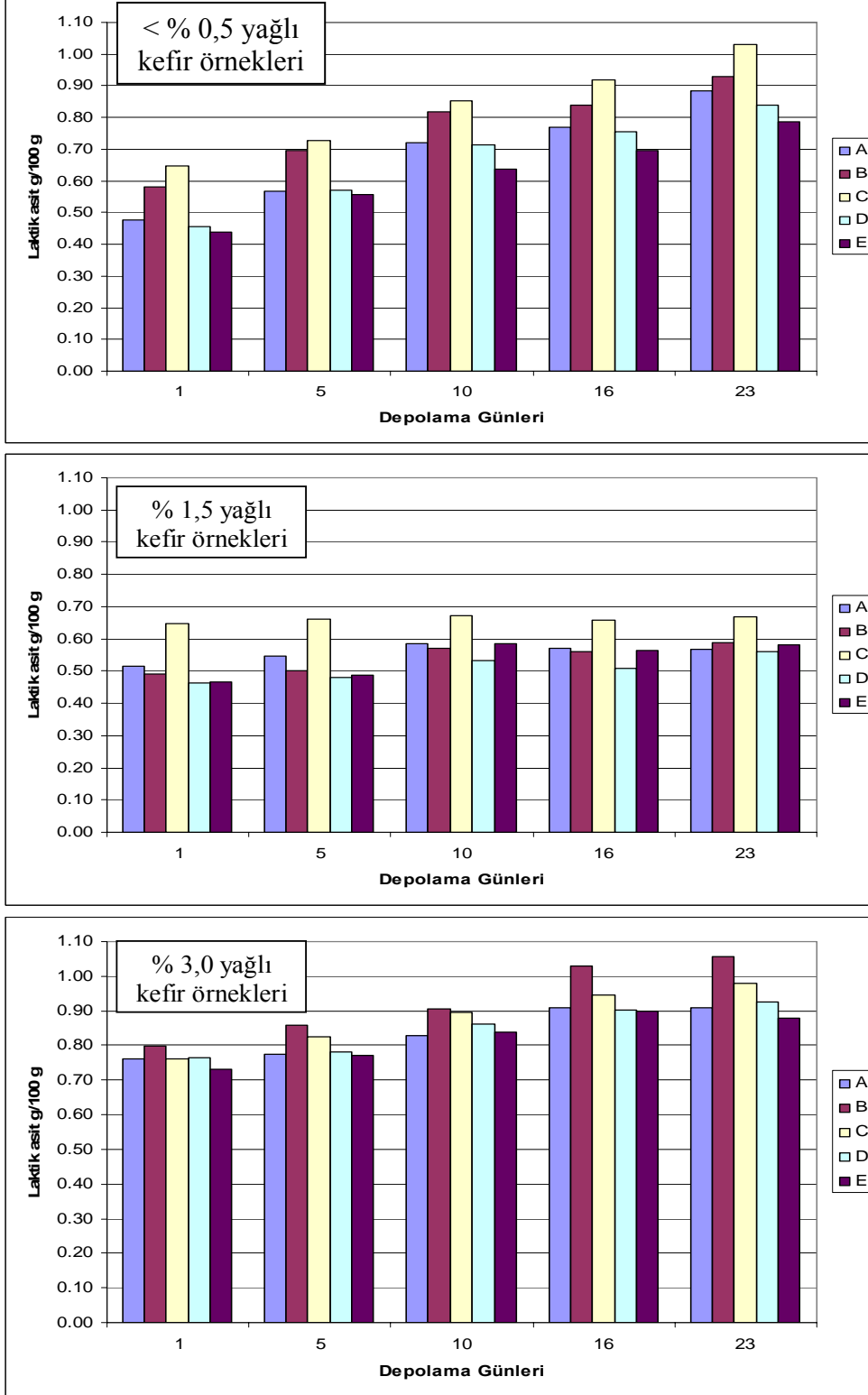
- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Yağsız ve yağlı örneklerde laktik asit miktarı 23 günlük depolamada genellikle sürekli bir artış gösterirken, yarım yağlılarda 10. günden itibaren artış hızı oldukça yavaşlamıştır. İstatistik olarak Çizelge 4.16’da bu durum görülebilmektedir.

Kınık vd. (1998), 24 saat depolanan kefir örneklerinin laktik asit içeriğini 10,042 mg/g (1,004 g/100 g), 48 saat depolananlarda ise 13,56 mg/g (1,356 g/100 g) olduğunu bildirmişlerdir. Geleneksel yöntemle üretilen kefirlerin laktik asit içeriğini Muir vd. (1999), 9360 µg/g (0,936 g/100 g), modifiye kefirde ise 7972 µg/g (0,797 g/100 g) olarak belirlemişlerdir. Farklı starter kültürlerin kullanıldığı ve ikinci fermentasyonun gerçekleştirildiği bu çalışmada, kültür kullanılan örneklerin laktik asit içerikleri 0,448 ile 1,028 g/100 g, geleneksel yöntemle üretilen örneklerin ise 0,439-0,785 g/100 g arasında değiştiği görülmüştür. Belirlenen bu değerler Kınık vd. (1998)’nin yaptıkları çalışmadakinden düşük, Muir vd. (1999)’nin starter kültürle ürettikleri modifiye kefirlerin laktik asit miktarından ise yüksektir. Ayrıca geleneksel yöntemle üretilen



kefirlerin laktik asit içeriği Muir vd. (1999)'nın geleneksel kefirlerde belirledikleri değerden ise düşüktür.



Şekil 4.5 Kefir örneklerinin laktik asit içeriklerindeki değişimler

#### 4.2.1.8 Tirozin içeriği

Yoğurt ve benzeri fermente ürünlerde kültürlerin proteolitik aktiviteleri sonucunda proteinler parçalanarak peptitleri ve aminoasitleri açığa çıkarmaktadır. Tirozin de bu aminoasitlerden biridir. Bu nedenle proteoliz düzeyinin belirlenmesinde yararlanılan testlerden biri olan tirozin değeri, proteoliz sonucu açığa çıkan aminoasitlerin toplam miktarı olarak ifade edilmektedir (Tamime ve Deeth 1980).

Kefir örneklerinin ortalama tirozin içerikleri standart hatalarıyla beraber Çizelge 4.17'de görölmektedir. Depolama süresince tirozin içeriklerindeki değışim ise Şekil 4.6'da verilmiştir.

Çizelge 4.17 Kefir örneklerinin tirozin içeriği (mg/ 5g)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,375±0,08	0,454±0,08	0,518±0,02	0,582±0,01	0,595±0,02
A2	0,305±0,02	0,365±0,01	0,405±0,03	0,415±0,03	0,430±0,03
A3	0,414±0,01	0,466±0,02	0,488±0,01	0,506±0,01	0,526±0,01
B1	0,413±0,06	0,441±0,06	0,525±0,01	0,583±0,05	0,598±0,01
B2	0,307±0,01	0,349±0,03	0,383±0,05	0,426±0,06	0,447±0,05
B3	0,492±0,01	0,520±0,02	0,568±0,01	0,614±0,01	0,630±0,02
C1	0,422±0,08	0,484±0,07	0,575±0,04	0,584±0,04	0,611±0,02
C2	0,329±0,01	0,361±0,03	0,409±0,07	0,438±0,04	0,445±0,04
C3	0,450±0,02	0,561±0,03	0,594±0,01	0,619±0,01	0,657±0,01
D1	0,385±0,07	0,453±0,07	0,546±0,02	0,556±0,01	0,580±0,02
D2	0,303±0,01	0,332±0,01	0,369±0,03	0,391±0,03	0,419±0,02
D3	0,431±0,01	0,464±0,01	0,480±0,01	0,519±0,02	0,534±0,07
E1	0,364±0,06	0,429±0,09	0,493±0,02	0,524±0,02	0,568±0,01
E2	0,333±0,02	0,363±0,02	0,398±0,02	0,412±0,03	0,426±0,03
E3	0,408±0,01	0,437±0,03	0,483±0,01	0,540±0,01	0,568±0,02

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Tirozin içeriği tüm örneklerde depolamanın ilerlemesine paralel olarak artmıştır. Örnekler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). A, D ve E örnekleri ile B ve C örneklerinde tirozin oluşumu birbirine benzer çıkmıştır. En yüksek tirozin içeriği B (probiyotik kültür) ve C (mezofilik aromatik kültür) örneklerinde elde edilmiştir. Bilindiği gibi bakteri türü ve suşu, pH değeri ve depolama proteoliz üzerine etkili faktörlerdendir (Rasic ve Kurman 1978). Tirozin içeriği açısından örnekler arasında meydana gelen değişimin farklı starter kültür kullanımından ileri geldiği düşünülmektedir. Depolamanın 16. ve 23. günlerinde her üç yağ seviyesinde de tirozin içeriklerinin değişmediği görülmektedir. Yağ seviyeleri tirozin miktarını etkilememiştir. Fakat her bir yağ seviyesinde depolama süresince meydana gelen değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Çizelge 4.18 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin tirozin içeriğindeki değişimin karşılaştırılması (mg/ 5g)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,392±0,01Bd	0,315±0,04Cd	0,439±0,01Ad
5	0,452±0,01Bc	0,354±0,01Cc	0,489±0,01Ac
10	0,531±0,01Ab	0,393±0,01Bb	0,522±0,01Ab
16	0,566±0,01Aa	0,416±0,01Ba	0,559±0,01Aa
23	0,590±0,01Aa	0,433±0,01Ba	0,583±0,01Aa

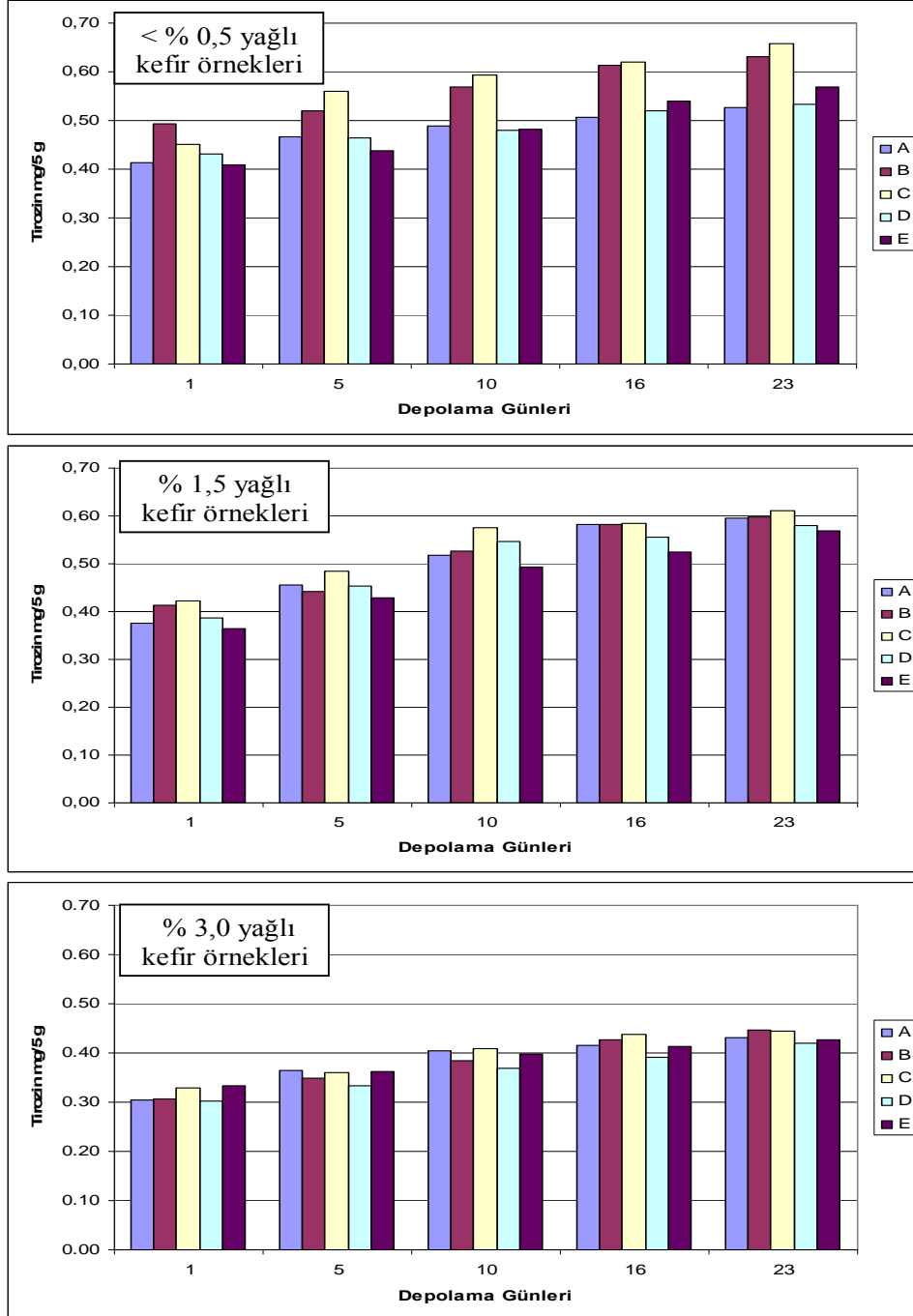
-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Yoğurttaki toplam amino asit içeriği, bakteriler yoluyla proteoliz ve asimilasyon arasındaki dengeye bağlıdır. Biokültürlerde ve fermente sütlerde proteoliz hakkında çok az bir kaynak bulunmaktadır. Sütteki laktik asit bakterilerinin gelişimi ve kazeini kullanma arasındaki ilişki hala daha tanımlanamamıştır. Fermente sütlerde proteoliz başlıca yoğurt kültürleri ile ilişkilidir (Simova vd. 2006). Depolamadan sonra taze biokefirde diğer fermente ürünlerle karşılaştırıldığında, proteoliz düzeyinin yüksek olduğu bildirilmiştir.

Özer vd. (2000) farklı metotlarla ürettiği kefir örneklerinin tirozin içeriğini 0,362 ile 0,568 mg/mL arasında değiştiğini bildirmişler ve mikroorganizma sayısı arttıkça tirozin miktarının da arttığını ifade etmişlerdir. Başka bir çalışmada da farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen kefir örneklerinde tirozin değerlerinin 0,18 mg/5 mL ile 0,65 mg/5 mL

arasında değişim gösterdiği bildirilmiştir (Alpkent ve Küçükçetin 2000). Bu çalışmada da tirozin içeriği 0,305 ile 0,657 mg/5 g arasında değişmiştir. Elde edilen değerler literatür bilgileriyle benzerlik göstermektedir.



Şekil 4.6 Kefir örneklerinin tirozin içeriklerindeki değişimler

#### 4.2.1.9 Viskozite değeri

Kefir örneklerinin viskozite değerleri Çizelge 4.19’da verilmiş ve Şekil 4.6’da grafik halinde gösterilmiştir.

Kefir örneklerinin hemen hepsinde viskozite değerlerinde depolama süresince artma-azalma eğilimleri belirlenmiştir. Depolama sırasında kefirde meydana gelen mikrobiyolojik, fiziksel, kimyasal ve duyuşsal değışimleri inceleyen Irigoyen vd. (2005) tarafından kefirin viskozitesine ilişkin depolama boyunca değışimin düzensiz olduğu ve depolama sonunda azaldığı saptanmıştır.

Çizelge 4.19 Kefir örneklerinin viskozite değeri (cp)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	58,0±11	48,0±18	51,0±18	61,0±23	79,0±17
A2	66,0±27	66,8±26	70,7±25	73,7±31	63,8±27
A3	39,0±13	49,0±16	38,0±6	35,0±8	36,0±6
B1	108,0±10	80,3±12	99,0±3	115,0±18	122,3±24
B2	144,0±18	136,0±7	130,0±4	142,3±13	141,0±15
B3	98,0±30	121,0±20	115,0±31	141,0±33	138,0±7
C1	77,7±19	64,0±2	75,0±13	80,0±16	94,0±15
C2	115,6±4	135,0±0	129,0±9	127,3±1	120,0±0
C3	83,0±48	91,0±34	95,7±42	105,0±68	110,0±27
D1	82,0±8	70,6±11	83,0±19	109,0±15	125,0±11
D2	79,7±28	94,7±37	72,0±27	93,0±45	81,8±41
D3	67,0±33	75,0±13	73,0±6	76,0±24	83,0±12
E1	48,3±31	45,0±34	48,0±36	57,0±54	67,0±60
E2	70,7±43	78,0±48	61,7±34	85,7±52	70,7±46
E3	36,0±9	53,0±22	57,0±15	42,0±13	50,0±15

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Viskozite içerikleri açısından örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ). En yüksek viskozite değeri B ve C örneklerinde elde edilmiş, bunu D örneği takip etmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen E ve termofilik kültür katkılı A örnekleri viskozite değeri düşük olan örneklerdir. Bu durum, kullanılan starter kültürlerin farklılığına bağlı olarak oluşan asitlik seviyesine ve proteoliz ürünlerinin farklılığına yorumlanabilir.

Çizelge 4.20 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin viskozite içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (cp)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	74,80±6,8Bc	95,20±10,0Aab	64,60±9,3Bb
5	61,60±5,4Bd	102,10±10,1Aab	77,80±8,6Ba
10	71,20±6,9Bc	92,73±9,5Ab	75,73±9,1Aba
16	84,40±9,1Bb	104,40±10,3Aa	79,80±13,2Ba
23	97,47±9,2Aa	95,50±10,5Aab	83,40±10,6Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Farklı yağ seviyeleri ve depolama günleri interaksiyonunda örneklerdeki değişim istatistik olarak  $p<0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.20). Yağsız (< % 0,5 yağlı) örneklerin viskozite değerleri depolamanın 1. ve 10. gününde birbirine benzerken diğer günlerde farklı çıkmıştır. Depolamanın ilerlemesine paralel olarak viskozite değerleri artmıştır. Viskozitede en yüksek değer 23. günde elde edilmiştir. % 1,5 yağlı kefirlerde ise depolamanın 1., 5. ve 23. günleri birbirine benzerken 10. ve 16. günleri birbirinden farklı çıkmıştır. Bu yağ seviyesinde viskozitede en yüksek değere depolamanın 16. gününde ulaşmıştır. % 3,0 yağlı kefir örneklerine bakıldığında ise depolamanın 1. günü dışında diğer günler birbirine benzer çıkmıştır. Buradan değişik yağ seviyelerindeki örneklerden yağ oranı yüksek olanların depolama boyunca viskozite verilerinin daha az değişkenlik gösterdiği söylenebilir.

Yoğurtta yapılan araştırmalarda depolama sırasında viskozitenin arttığı bildirilmektedir (Irigoyen vd. 2005). Fakat kefirde viskozite azalmıştır. Thompson vd. (1990) ve Gorrote vd. (1998) depolama süresince kefirlerde viskozitenin azaldığını ifade etmişlerdir.

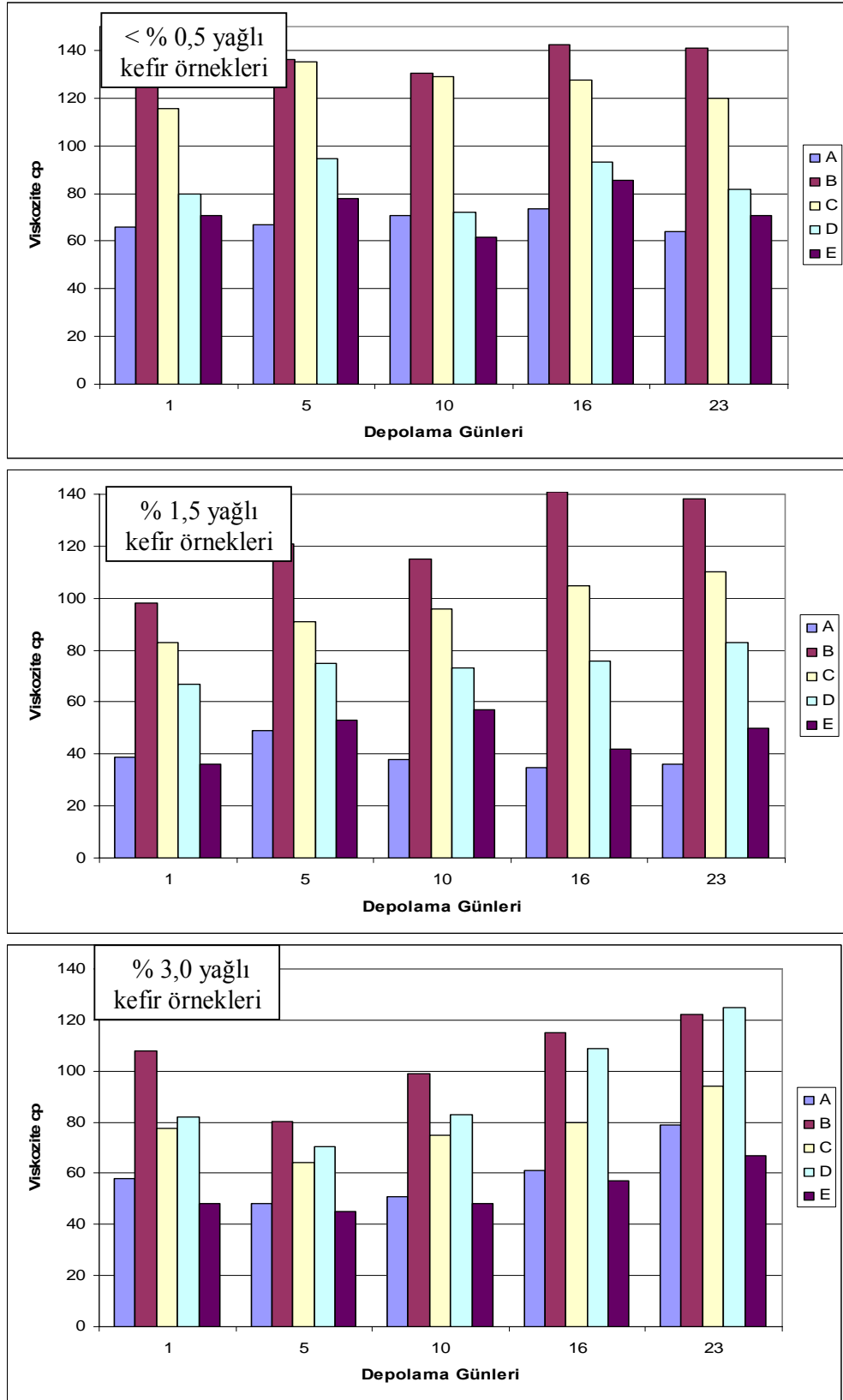
Gürsel vd. (1990) tarafından yapılan bir çalışmada, kefir örneklerinde viskozite değerinin depolamanın ilk gününde 390-470 cp, 7. gününde ise 390-440 cp arasında değiştiği belirlenmiştir. Başka bir çalışmada ise kefirlerin viskozite değeri depolamanın sonunda 195-360 cp arasında olduğu saptanmıştır (Kaptan vd. 1990).

Özer vd. (2000)'de iki aşamalı fermentasyon uygulayarak ve starter kültür kullanarak ürettikleri kefirlerin viskozite değerlerinin kontrol örneğine göre daha yüksek olduğunu bildirmişlerdir.

Kefir üretiminde saf kültür kullanımı üzerine yapılan bir çalışmada (Beshkova vd. 2002), daneden üretilen taze kefirlerde viskozite 1,071 cst (centistoke), 7 günlük depolamadan sonra ise 1,075 cst olarak belirlenmiştir. Starter kültür kullanılarak yapılan kefirlerde ise 1. günde viskozite 1,084 cst ve 1,101 cst bulunmuş, depolamanın sonunda ise sırasıyla 1,086 cst ve 1,103 cst olarak bulunmuştur.

Depolama sırasında kefirin fizikokimyasal özelliklerindeki değişimi inceleyen Irigoyen vd. (2005), % 1 kefir danesi kullanılarak üretilen kefirin viskozite değerini fermentasyonun bitiminde 425 mPas, depolamanın 2. gününde 293 mPas, 7. gününde 361 mPas, 14. gününde 288 mPas, 21. gününde 179 mPas ve 28. gününde ise 188 mPas olarak belirlemişlerdir. Görüldüğü gibi azalma artma şeklinde bir eğilim göstersede depolamanın sonunda viskozite azalmıştır.

Gerçekleştirilen bu çalışmada kefir örneklerinin viskozite değerleri 35 ile 144 cp arasında değişmiştir. Yukarıda verilen literatür bilgilerine paralel olarak bu çalışmada da depolama boyunca viskozite değerlerinde artma azalma eğilimi görülmüş ve son günde azalma kaydedilmiştir.



Şekil 4.7 Kefir örneklerinin viskozite değerlerindeki değişimler



#### **4.2.1.10 Kefir örneklerinin aroma bileşenleri**

Tat-aroma oluşumu süt bileşenlerinin kimyasal ve biyokimyasal dönüşümünü sağlayan kompleks bir süreçtir (Kranenburg vd. 2002). Yararlanılan starter kültürlerin metabolik aktivitesi biyokimyasal dönüşümlerin başlıca kaynağıdır. Süt ürünlerinde dominant organizma niteliği taşıyan laktik asit bakterilerinin faaliyeti sonucunda bir çok tat-aroma bileşeni oluşmaktadır (Smit vd. 2005). Bunlar arasında karbonil bileşenleri (asetaldehit, aseton, butanon, etanol, diasetil vb.) temel, diğerleri ise tat-aromayı destekleyici maddeler olarak kabul edilmektedir (Tamime ve Robinson 1999).

Kefir asetaldehit, aseton gibi aroma bileşenleri ve karbondioksit, etanol ve laktik asit karışımından oluşan karbonatlı bir içecektir. Kefirin özgün aroması çeşitli bakteri ve maya türlerinin simbiyotik metabolik aktivitelerinin bir sonucudur (Güzel-Seydim vd. 2000a).

##### **4.2.1.10.1 Asetaldehit**

Asetaldehit yoğurt ve benzeri fermente ürünlerde önemli aroma bileşenidir (Beshkova vd. 1998). Kefir örneklerinin asetaldehit içeriklerine ait değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.21’de verilmiş ve Şekil 4.8’de grafik halinde sunulmuştur. Bazı örneklerin aroma bileşenlerine ait kromatogramlar eklerde yer almaktadır.

Starter kültür ile kefir üretiminde fermentasyonun ilk saatlerinde asetaldehit oluşmaktadır. Bu aşamada starter kültürdeki laktik asit bakterileri laktozu laktata metabolize etmektedir. Kefirin yoğurt aroması homofermentatif laktik asit bakterileri tarafından sentezlenen ikincil metabolitler ve sütte mevcut bulunan uçucu aroma bileşenleri arasındaki dengeden ileri gelmektedir (Beshkova vd. 2003).

Fermente içeceklerin depolanması sırasında, başlangıçta asetaldehit miktarının arttığı ilk iki hafta sonunda ise azaldığı bildirilmiştir (Ott vd. 1999). Fakat kefir örneklerinde tam tersi bir durum söz konusudur. Depolamanın ilerlemesiyle asetaldehit miktarlarında artış görülmektedir. Çizelge 4.21 incelendiğinde, asetaldehit miktarları yağsız kefirlerde 6,60-9,09 ppm, yarım yağlı kefirlerde 6,09-11,90 ppm ve yağlı kefirlerde ise 5,28-7,95

ppm arasında değişmektedir. Depolama süresince bazı örneklerde azalmalar kaydedilse de asetaldehit başlangıç miktarına göre depolamanın sonunda artmıştır.

Çizelge 4.21 Kefir örneklerinin asetaldehit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	6,966±0,76	7,130±0,51	7,078±0,73	8,003±1,18	8,099±1,47
A2	6,590±0,62	9,450±0,80	11,010±1,70	10,980±0,77	9,440±0,75
A3	6,242±0,78	6,444±1,54	6,489±1,18	6,944±1,40	7,352±1,49
B1	6,844±0,31	6,894±0,33	7,283±1,54	7,842±0,27	7,720±2,04
B2	6,880±0,41	7,220±1,40	9,030±1,62	9,800±1,82	10,22±1,01
B3	6,301±0,94	6,580±0,48	6,768±1,52	6,677±1,09	6,677±0,85
C1	7,585±0,30	7,669±0,29	6,986±0,63	8,103±0,39	9,092±0,11
C2	6,840±0,38	8,930±1,91	9,500±0,41	7,240±0,64	9,920±1,74
C3	5,284±0,27	6,052±0,45	6,950±2,01	7,140±2,32	7,870±3,39
D1	6,602±0,26	7,550±0,33	6,312±0,07	7,622±1,10	7,254±1,24
D2	6,090±0,90	8,810±1,16	8,500±2,73	9,000±2,31	9,360±1,62
D3	5,946±0,48	6,110±0,57	6,333±0,84	6,572±1,73	6,314±0,91
E1	7,040±0,21	6,421±0,59	6,233±0,89	8,290±3,92	6,854±0,99
E2	7,000±0,41	10,960±0,95	8,900±1,40	9,780±0,46	11,900±0,64
E3	6,320±1,51	7,671±1,09	7,950±2,04	6,572±1,73	7,059±1,28

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Asetaldehit içeriği bakımından varyans analizi sonucunda depolama süresi ve yağ oranları arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0.01$ ). Buna uygun olarak yapılan Duncan test sonuçları Çizelge 4.22’de harfli gösterim olarak belirtildiği gibidir. Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde asetaldehit miktarları değişmektedir ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1. gününde yağsız ve yarım yağlı örneklerin asetaldehit içerikleri birbirine benzerken yağlı kefir örneklerinin farklı bulunmuştur. Depolamanın tüm günlerinde en yüksek asetaldehit içeriği % 1,5 yağ içeren örneklerde elde edilmiştir. Diğer yağ seviyeleri ise birbirine benzer çıkmıştır. Fakat rakam olarak bakıldığında < % 0,5 yağlı örneklerin asetaldehit içeriği % 3 yağlı örnekler göre bir

miktar daha yüksek olduğu görülmektedir. Her üç yağ seviyesinde de depolama süresince asetaldehit içerikleri artmıştır.

Asetaldehit içeriği % 1,5 yağlı örneklerde diğer yağ seviyelerine göre genelde yüksek çıkmıştır. Sadece birinci günde bu durum gözlenmemiştir. Birinci günde örneklerin yağ oranı arttıkça asetaldehit içeriği azalmıştır.

Çizelge 4.22 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin asetaldehit içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	7,00±0,12Abc	6,67±0,27ABc	6,02±0,22Bb
5	7,13±0,15Babc	9,07±0,46Ab	6,57±0,27Bab
10	6,77±0,22Bc	9,39±0,44Aab	6,89±0,37Bab
16	7,97±0,42Ba	9,36±0,45Aab	6,70±0,34Cab
23	7,80±0,35Bab	10,17±0,36Aa	7,05±0,42Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Akalın (1996) tarafından yapılan bir çalışmada yoğurtlarda asetaldehit içeriği 46,7 ppm olarak belirlenmiştir. Depolama süresince asetaldehit içeriğinin azaldığını ve 28. günün sonunda ise 26,8 ppm olduğunu bildirmiştir. Beshkova vd. (1998) yoğurt bakterilerinin tat aroma bileşenlerinin üretimi ile ilgili yaptığı bir çalışmada, karışık kültürün 4,1 ppm olan asetaldehit içeriğinin 22 saat inkübasyon sonunda 17,34 ppm'e arttığını ve 7 günlük depolama süresi sonunda 12,86 ppm'e azaldığını bildirmişlerdir.

Kefiririn asetaldehit içeriği yoğurtla karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Yoğurtta asetaldehit içeriğinin 23 ile 41 ppm arasında değiştiği bildirilmektedir. Asetaldehit, alkol dehidrogenaz enzimi ile etanole dönüşebilmektedir (Tamime ve Robinson 1999). Kefir örneklerinin asetaldehit içeriğinin düşük olması bununla açıklanabilir.

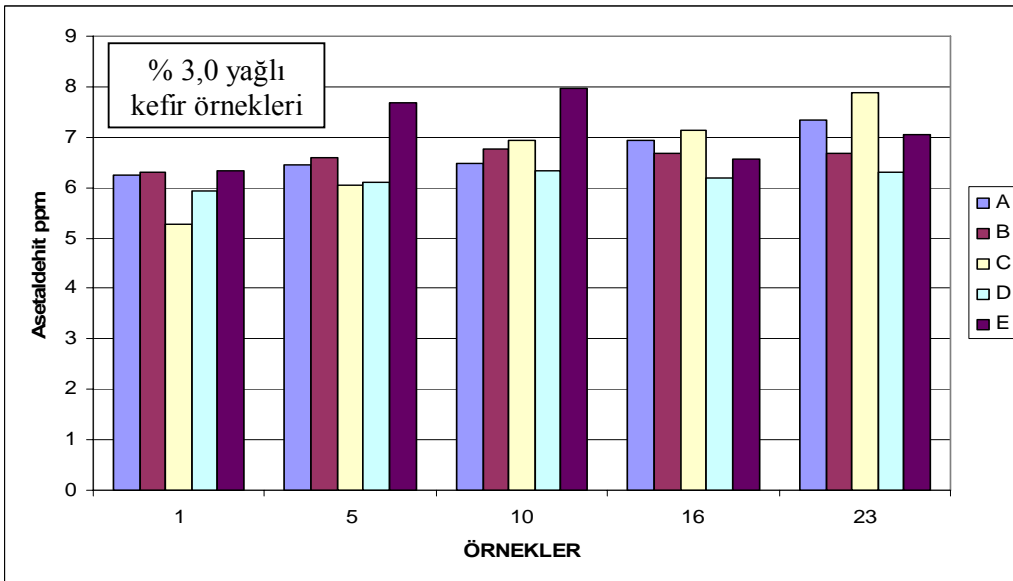
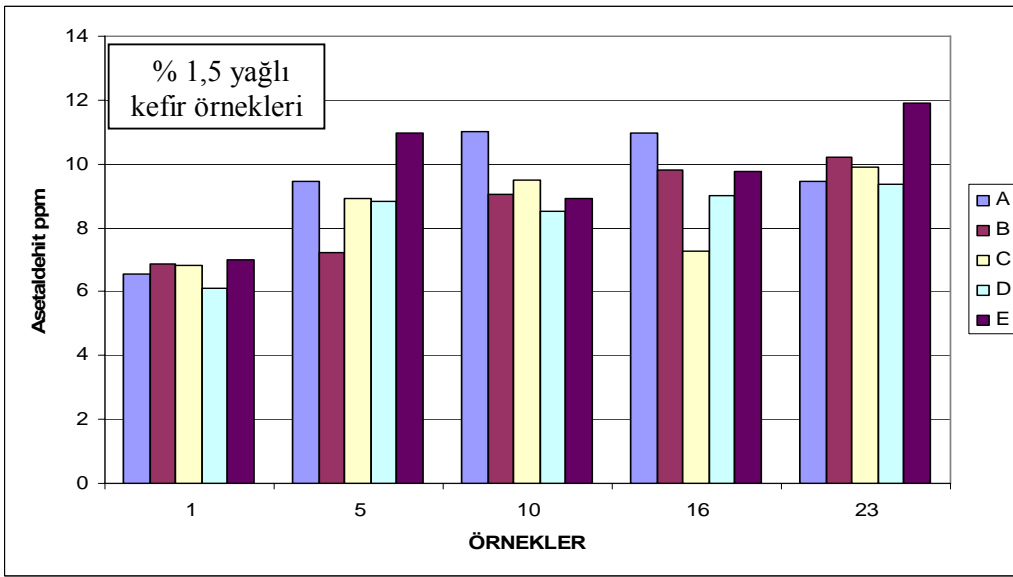
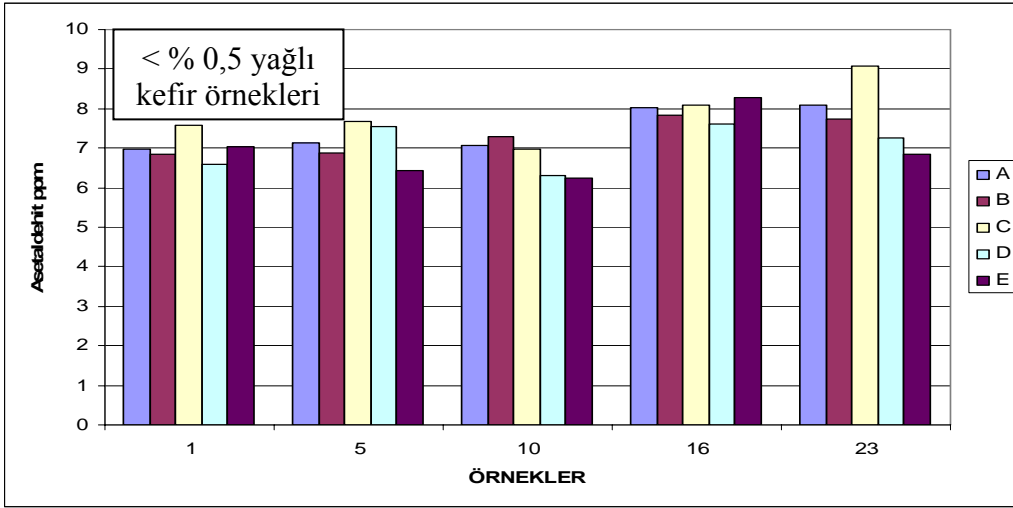
Gürsel vd. (1990), kefir örneklerinde asetaldehit içeriğinin depolamanın 1. ve 7. günlerinde sırasıyla 4,93-9,86 ppm ve 8,22-10,96 ppm arasında değiştiğini saptaması bu bilgiyi doğrular niteliktedir. Bu tez çalışmasında da asetaldehit değerleri 5,28-11,90 ppm arasında değişmiştir.

Kefirin asetaldehit içeriğinin inkübasyon süresi sonunda 1,53-1,92 ppm arasında değiştiğini belirleyen Kaptan vd. (1990), depolama sonunda ise 2,25-2,47 ppm'e ulaştığını bildirmişlerdir.

Çeşitli fermente ürünlerde asetaldehit içeriğinin depolama süresince bazı araştırmacılar azaldığını (Akalin 1996, Beshkova vd. 1998, Sezgin vd. 1988, Atamer vd. 2004), bazıları da arttığını (Tamime ve Robinson 1999, Şenel 2000) açıklamaktadırlar.

Kefirin buzdolabında depolanması sırasında organik asitler ve uçucu aroma bileşenlerinde meydana gelen değişimleri inceleyen Güzel-Seydim vd. (2000b), kefir örneğinde asetaldehit miktarının 21 günlük depolama süresince arttığını ve ortalama 11 ppm olduğunu belirlemişlerdir. Asetaldehit içeriği bakımından 1. ve 7. gün veya 14. ve 21. gün arasında önemli bir fark çıkmazken, 1. ve 21. gün arasındaki fark önemli çıkmıştır.

Beshkova vd. (2003) inek sütünün 22 °C'de 24 saat inkübasyonu ile ürettikleri kefirlerde asetaldehit düzeyini 18,1 ppm bulmuşlardır. Depolamanın sonunda (7 gün) asetaldehit içeriği 15,3 ppm'e düşmüştür.



Şekil 4. 8 Kefir örneklerinin asetaldehit değerlerindeki değişimler

#### 4.2.1.10.2 Aseton

Kefir örneklerinin aseton içeriklerine ait değerler standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.23'de verilmiş ve Şekil 4.9'da grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.23 Kefir örneklerinin aseton içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	9,460±0,08	9,153±0,17	9,293±0,29	9,209±0,16	9,184±0,24
A2	10,610±0,57	10,620±0,40	10,650±0,49	10,590±1,03	9,620±0,15
A3	9,261±0,18	9,257±0,26	9,335±0,28	9,261±0,06	9,029±0,05
B1	9,367±0,19	9,214±0,20	9,336±0,34	9,169±0,12	9,170±0,16
B2	10,560±0,56	9,720±0,56	9,860±0,58	9,920±0,74	9,570±0,04
B3	9,300±0,32	9,320±0,28	9,281±0,23	9,122±0,17	9,060±0,07
C1	9,469±0,11	9,529±0,21	9,349±0,15	9,266±0,09	9,408±0,53
C2	10,930±0,45	10,510±0,52	10,560±0,21	9,580±0,41	9,610±0,24
C3	9,169±0,27	9,325±0,15	9,216±0,29	9,090±0,14	9,101±0,01
D1	9,247±0,10	9,819±0,22	9,444±0,14	9,176±0,18	9,071±0,04
D2	10,960±0,70	9,880±0,72	9,990±0,57	9,900±0,31	9,790±0,40
D3	9,405±0,36	9,093±0,08	9,379±0,15	9,029±0,08	9,214±0,11
E1	9,457±0,09	9,524±0,42	9,128±0,10	9,141±0,07	9,147±0,08
E2	12,580±0,81	11,170±0,73	11,110±0,37	10,580±0,82	10,860±1,02
E3	9,330±0,22	9,442±0,40	9,557±0,16	9,303±0,30	9,166±0,15

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Yağ seviyelerine ve örneklere göre aseton miktarındaki değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p < 0,05$ ). Çizelge 4.24'de görüldüğü gibi tüm örneklerde en yüksek aseton içeriği asetaldehitteki gibi % 1,5 yağ seviyesinde elde edilmiştir. < % 0,5 ve % 3,0 yağ seviyesinde ise aseton içerikleri birbirine benzerdir. Örnekler kendi içlerinde karşılaştırıldıklarında, en yüksek aseton içeriği < % 0,5 yağ seviyesinde C örneğinde elde edilirken % 1,5 ve % 3,0 yağ seviyesinde ise E örneğinde elde edilmiştir. % 1,5 yağ seviyesinde C ve D örneklerinin aseton içeriği birbirine benzerken diğer örneklerde (A, B, E) farklı çıkmıştır. Tüm bu değerlendirmelere karşın Çizelgedeki (4.23) rakamlara

bakıldığında aseton miktarı 9,03-12,58 ppm arasında değişmiştir. Dikkat edilirse örnekler arasında depolama boyunca rakamlar birbirine yakın çıkmıştır. Bu durumu istatistik sonuçların verildiği Çizelge 4.24’de görmek mümkündür.

Çizelge 4.24 Farklı yağ oranlarında ve farklı kefir örneklerinde aseton içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Örnekler	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
A	9,26±0,05Ba	10,42±0,17Ab	9,22±0,05Ba
B	9,25±0,05Ba	9,92±0,15Ac	9,21±0,05Ba
C	9,40±0,06Ba	10,24±0,16Abc	9,18±0,05Ba
D	9,35±0,07Ba	10,10±0,17Abc	9,22±0,05Ba
E	9,28±0,06Ba	11,26±0,25Aa	9,36±0,06Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

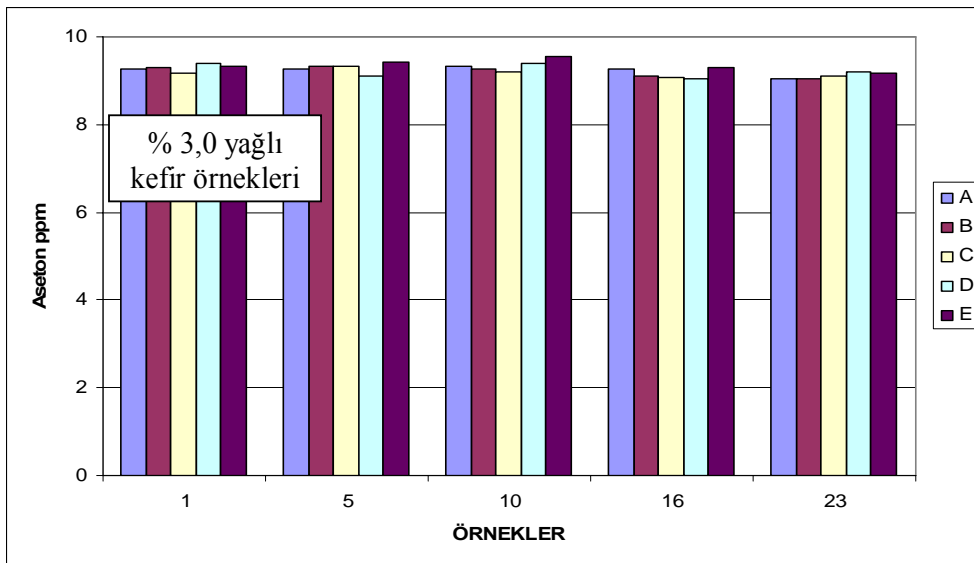
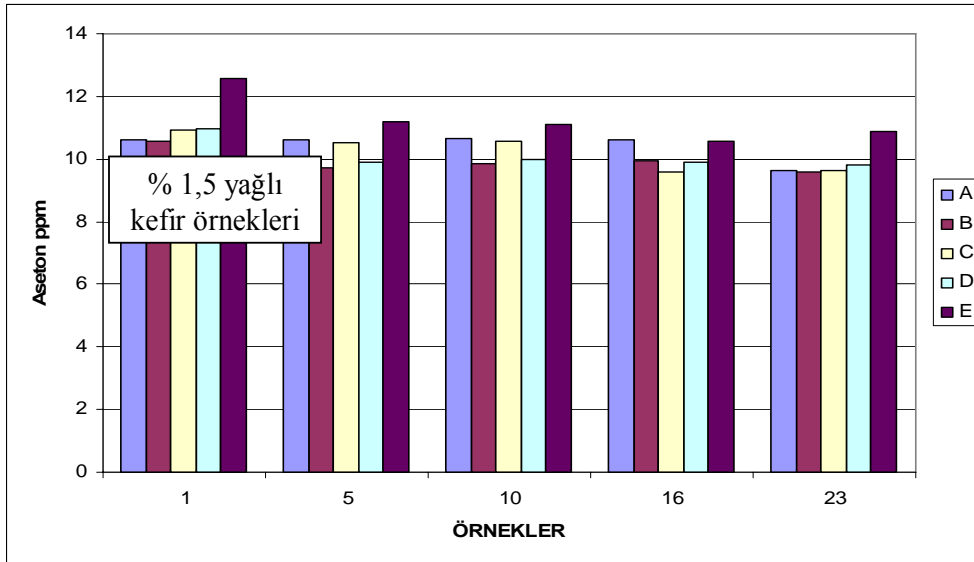
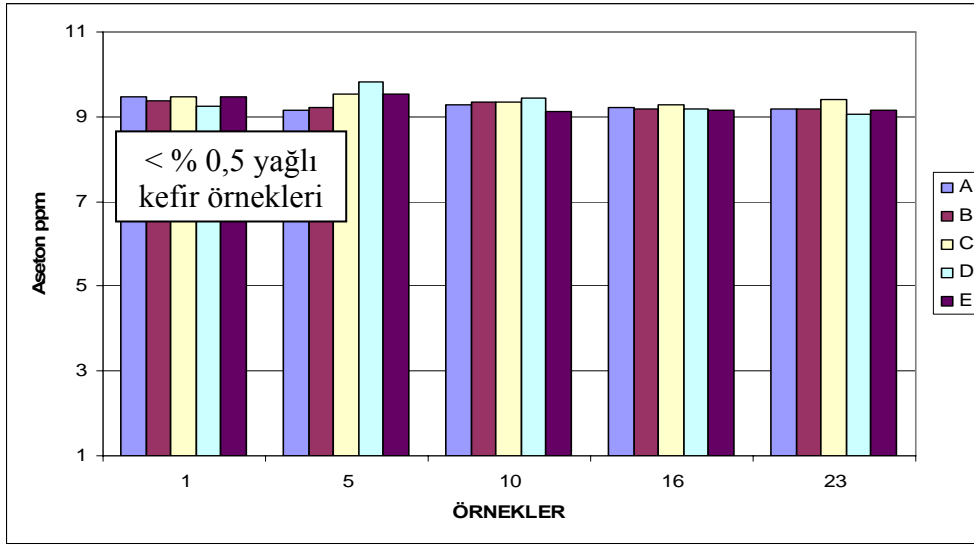
Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin aseton içeriklerindeki değişim de istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolama günlerinde yağ seviyeleri karşılaştırıldığında, < % 0,5 yağ içeren örnekler ile % 3,0 yağ içeren örnekler aseton içeriği bakımından birbirine benzer çıkarken % 1,5 yağlı örnekler farklı ve diğer yağ seviyelerine göre yüksek çıkmıştır. Depolamanın ilerlemesine paralel her üç yağ seviyesinde de aseton miktarı azalmaktadır. Bu değişim yağsız ve yağlı örneklerde birbirine benzemektedir.

Çizelge 4.25 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin aseton içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	9,40±0,03Ba	11,13±0,24Aa	9,29±0,06Ba
5	9,44±0,08Ba	10,38±0,19Ab	9,28±0,06Ba
10	9,31±0,05Ba	10,43±0,16Ab	9,35±0,06Ba
16	9,19±0,03Ba	10,11±0,19Ac	9,16±0,04Ba
23	9,19±0,06Ba	9,89±0,17Ac	9,11±0,02Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.9 Kefir örneklerinin aseton içeriklerindeki değişim



Kefirin buzdolabında depolanması sırasında organik asitler ve uçucu aroma bileşenlerinde meydana gelen değişimleri inceleyen Güzel-Seydim vd. (2000b), Aseton miktarının azaldığını belirlemişlerdir. Başlangıçta 25 ppm olan aseton içeriği depolamanın sonunda 16 ppm'e düşmüştür. Fermentasyon sırasında aseton miktarı artmasına karşın depolama süresince azalmıştır. Atamer vd. (2004)'nin set ve süzme yoğurtlarla yaptıkları çalışmada, hammadde set yoğurtlarının aseton miktarı 6,77-6,98 ppm bulunurken, süzme yoğurtların aseton miktarı 3,01-11,71 ppm olarak saptanmıştır. Tez çalışmasında elde edilen aseton miktarları yukarıdaki literatür verilerine benzemektedir.

#### 4.2.1.10.3 Butanon

Butanon içeriklerine ilişkin değerler Çizelge 4.26'da verilmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin butanon içeriklerindeki değişim de Şekil 4.10'da grafik halinde gösterilmiştir.

Bundan önceki aroma bileşenlerinde (asetaldehit, aseton) olduğu gibi % 1,5 yağlı örnekler, diğer yağ seviyelerindeki örneklere göre çok olmamakla birlikte fazla çıkmıştır.

Depolama boyunca butanon değerlerinde mutlak olarak önemli bir değişim (artış/azalış) görülememektedir. Bu durum zaten istatistik çizelgede (Çizelge 4.27) de genel olarak kanıtlanmaktadır. Yapılan varyans analizi sonucunda yağ oranları ve depolama sürelerine ilişkin interaksiyon da önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ). En yüksek butanon içeriği % 1,5 yağ seviyesinde elde edilmiştir. Diğer yağ seviyelerinde ise butanon içerikleri birbirine benzer çıkmıştır. Depolama süresince yağsız ve yağlı örneklerde butanon miktarı değişmezken, yarım yağlı örneklerde artmıştır.

Atamer vd. (2004) yaptıkları çalışmada set yoğurtlarının butanon içeriğini 1,27-2,13 ppm arasında değiştiğini ve depolama süresince miktarının arttığını ifade etmişlerdir. Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerin aroma bileşenlerini belirleyen Beshkova vd. (2003) 7 günlük depolamadan sonra starter kültür kullanılan ve daneden üretilen kefirlerde butanon içeriği 0,04 ppm bulmuşlardır.

Çizelge 4.26. Kefir örneklerinin butanon içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	10,08±0,12	10,08±0,07	10,05±0,11	10,01±0,06	10,07±0,11
A2	11,03±0,58	12,05±0,53	13,04±0,82	12,57±0,86	12,73±0,45
A3	10,03±0,04	10,04±0,03	10,18±0,05	10,06±0,01	10,15±0,18
B1	10,10±0,14	10,08±0,09	10,06±0,13	9,99±0,09	10,01±0,02
B2	10,76±0,45	11,24±1,14	11,31±0,81	11,18±1,45	11,88±0,90
B3	10,01±0,04	9,994±0,07	10,06±0,01	10,05±0,04	10,07±0,12
C1	10,29±0,20	10,07±0,10	9,97±0,28	10,03±0,13	10,16±0,20
C2	10,34±0,14	10,72±1,82	10,82±1,43	10,60±0,91	10,63±0,74
C3	10,01±0,07	10,07±0,11	10,13±0,10	10,04±0,09	10,10±0,09
D1	10,13±0,02	10,26±0,13	10,17±0,19	10,04±0,06	10,05±0,12
D2	10,41±0,29	11,58±2,58	10,80±1,16	10,94±1,27	11,18±1,13
D3	10,04±0,12	10,11±0,15	10,02±0,08	10,00±0,02	10,04±0,07
E1	10,09±0,07	10,07±0,09	10,02±0,07	9,99±0,03	10,05±0,05
E2	10,46±0,47	10,71±0,87	10,81±0,49	11,63±1,47	11,95±1,45
E3	10,13±0,20	10,13±0,23	10,08±0,15	9,99±0,07	10,06±0,05

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

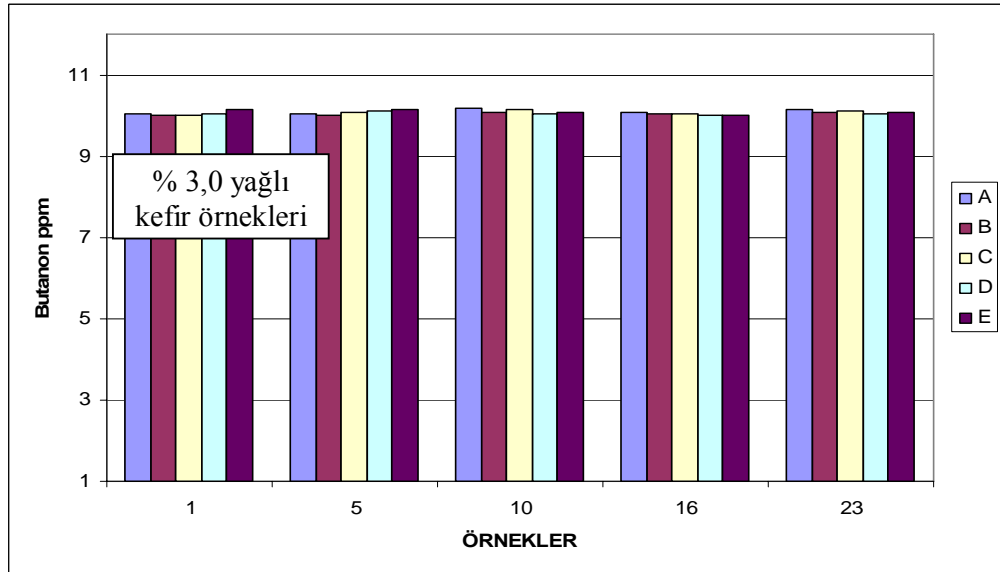
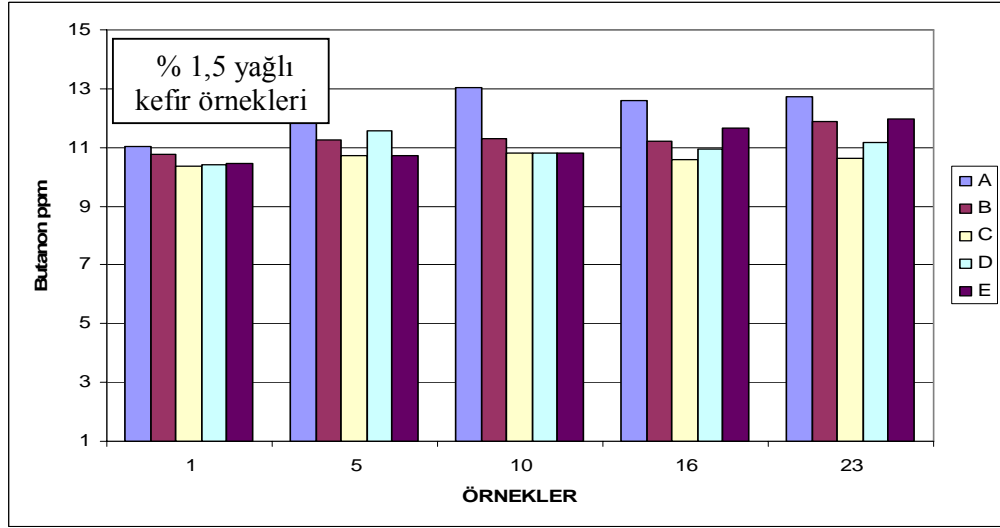
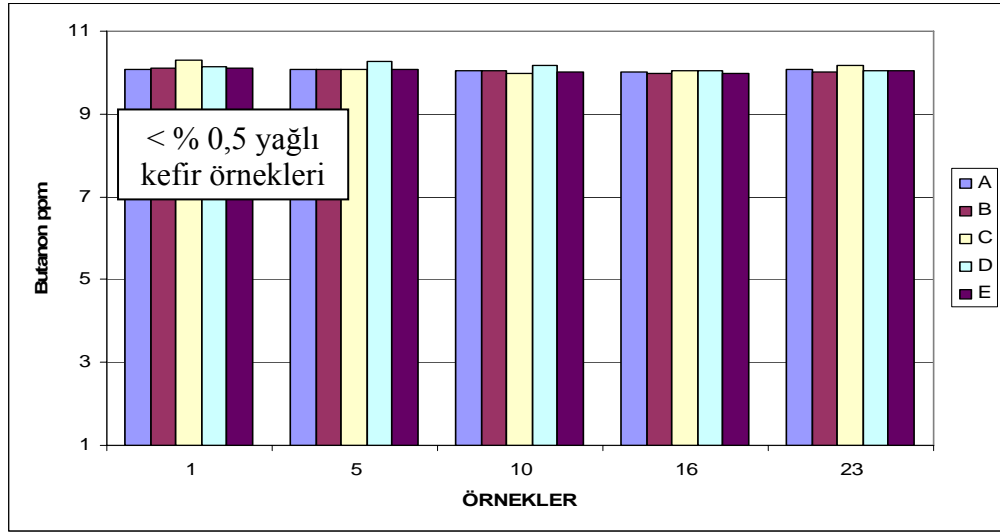
Çizelge 4.27 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin butanon içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	10,14±0,03Ba	10,60±0,11Ac	10,04±0,02Ba
5	10,11±0,03Ba	11,26±0,34Ab	10,07±0,03Ba
10	10,05±0,04Ba	11,36±0,31Aab	10,09±0,02Ba
16	10,01±0,02Ba	11,38±0,32Aab	10,03±0,01Ba
23	10,07±0,02Ba	11,67±0,29Aa	10,09±0,02Ba

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Bu literatür verilerine göre, tez çalışmasında butanon değerleri oldukça yüksek miktarlarda saptanmıştır. Bu durumun kullanılan kefir mayası ve ikinci fermentasyonda kullanılan starter kültürlerinden ileri geldiği söylenebilir.



Şekil 4.10 Kefir örneklerinin butanon içeriklerindeki değişim

#### 4.2.1.10.4 Etanol

Araştırmada etanol içeriklerine ait değerler Çizelge 4.28’de verilmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin etanol içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.11’de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.28 Kefir örneklerinin etanol içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün
A1	1643±696	1574±801	2222±927	2350±1012	2071±1332
A2	1593±517	2635±143	2549±148	2908±91	3381±352
A3	1139±453	1426±301	1703±120	1996±587	2184±593
B1	1716±859	1635±443	1783±774	1930±730	1964±838
B2	1600±186	1854±183	2383±218	2597±325	2652±468
B3	1333±570	1463±393	1808±521	1938±591	1627±996
C1	1353±593	1491±863	1120±868	1813±616	1519±1175
C2	1703±701	2067±673	2137±382	1967±855	2688±579
C3	650±471	895±517	1444±374	1683±100	1669±1193
D1	1422±622	1454±694	1987±550	1771±593	1661±1388
D2	2552±208	2755±339	2881±240	3048±468	3201±988
D3	864±163	967±253	1555±165	1698±694	1795±607
E1	1543±627	1603±614	2338±878	1895±758	1631±408
E2	2110±679	1868±330	2587±209	2382±407	2459±322
E3	609±194	1055±310	1822±738	1333±569	1434±748

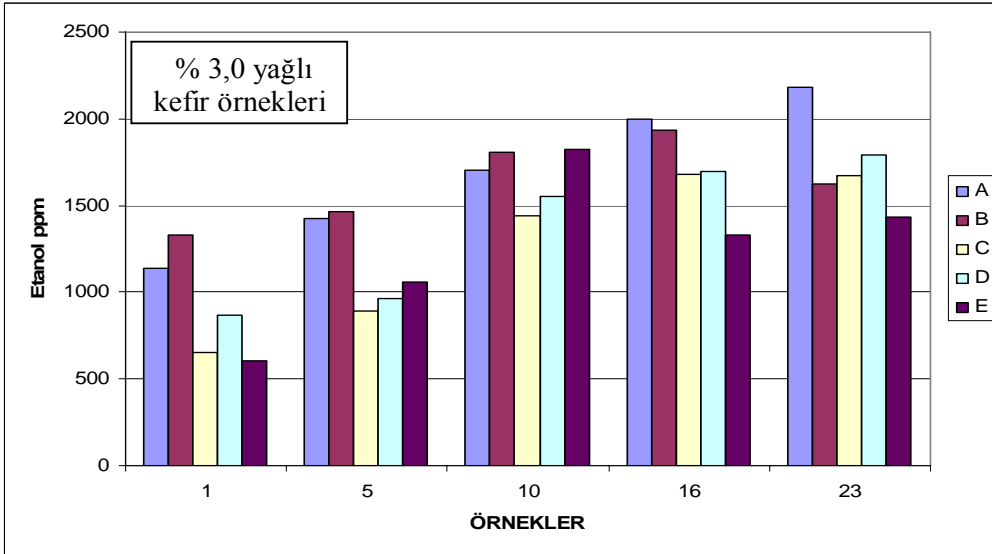
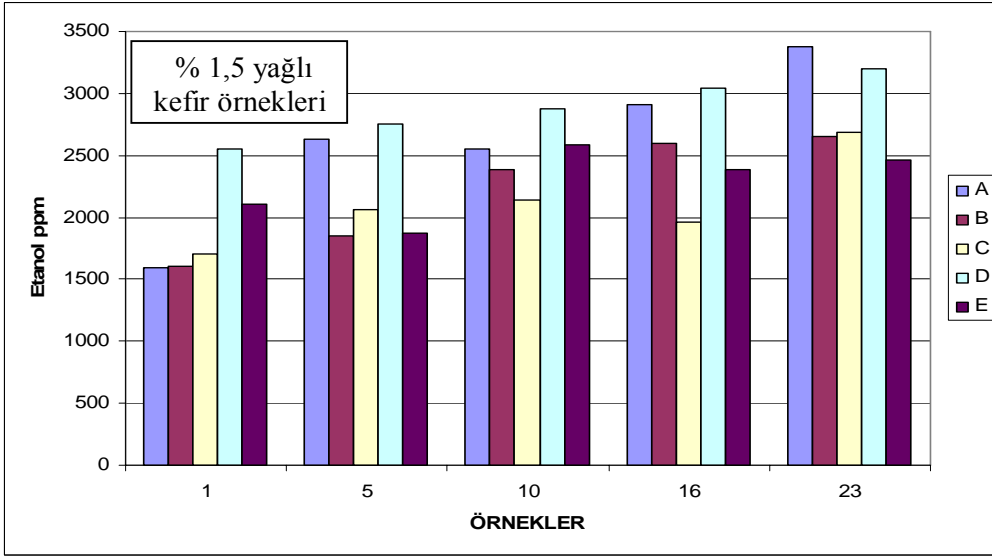
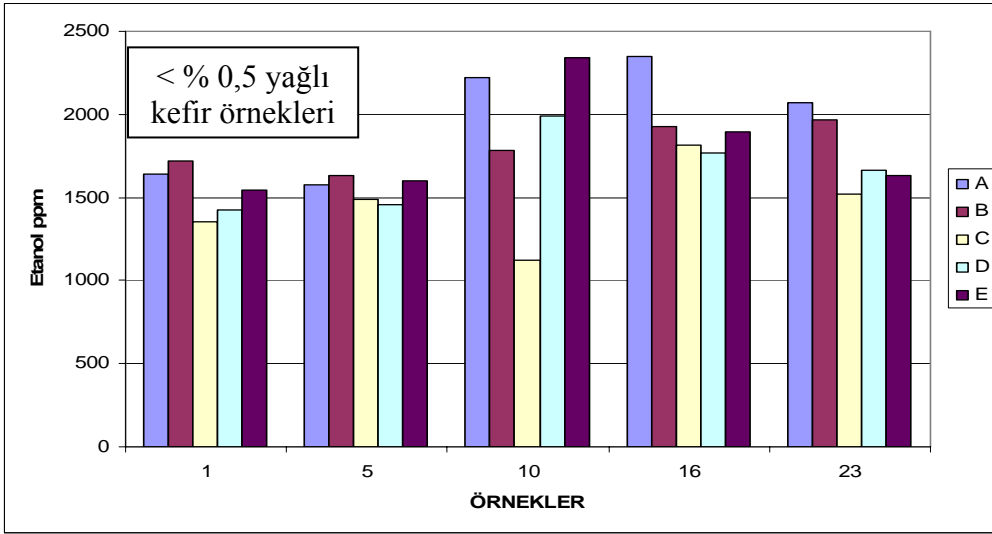
\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Kefir örneklerinin etanol içerikleri incelendiğinde (Çizelge 4.28) tüm yağ seviyelerinde ve tüm örneklerde 609-3381 ppm arasında değiştiği görülmektedir. Depolama süresince her örnekte etanol düzeyi farklı eğilimler göstermekle beraber genelde artmıştır. Bu artış depolamanın 1. ve 5. günleri ile 10.,16. ve 23. günleri birbirine benzerdir ( $p<0,05$ ). Yağ seviyeleri dikkate alındığında en yüksek etanol içeriği yine öncekilerde olduğu gibi % 1,5 yağ içeren örneklerde elde edilmiş, yağsız ve yağlı örneklerde ise birbirine benzer çıkmıştır. Yarım yağlı kefirlerde maya kültürü katkılı D örneklerinin etanol içeriği

genelde depolama günlerinde diğer örneklerdeki (yağsız ve yağlı örnekler) ile karşılaştırıldığında çok yüksek (neredeyse 2 kat) bulunmuştur. Diğer yağ seviyelerinde ise termofilik (A) ve probiyotik (B) kültür katkılı örneklerde D örneğine yakın değerler göstermiştir.

Kefirde alkol üretiminden başlıca mayalar sorumludur. Mayalar genellikle etanol üretme yeteneği ile tanımlansa da, heterofermentatif bir *Lactobacillus* olan *L. Kefir* de etanol (% 0,25'e kadar) ve karbondioksit üretme yeteneğine sahiptir (Marshall 1984).

Kefirin buzdolabında depolanması sırasında organik asitler ve uçucu aroma bileşenlerinde meydana gelen değişimleri inceleyen Güzel-Seydim vd. (2000b), kefir örneğinde etanol içeriğinin % 0,08'e ulaştığını ve iki katına çıktığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.11 Kefir örneklerinin etanol içeriklerindeki değişim

#### 4.2.1.10.5 Diasetil

Diasetil tat-aromanın oluşmasında önemli bir diğer karbonil bileşenidir. Kefirde diasetilin asetaldehide oranı 3:1 olduğunda optimum aroma dengesi sağlandığı bildirilmektedir (Muir vd. 1999). Diasetil ‘nutty’ (fındığımsı) aroma özelliğinde uçucu bir bileşendir. Miktarı sütte bulunan sitrat ve Mn<sup>2+</sup> iyonlarının varlığına bağlıdır (Beshkova vd. 2003). Fermente içeceklerde aşırı diasetil miktarının, sert ve keskin tatların oluşmasına neden olduğu ifade edilmektedir (Ott vd. 2000).

Denemenin diasetil içeriklerine ait değerleri Çizelge 4.29’da verilmiş ve Şekil 4.12’de grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.29 Kefir örneklerinin diasetil içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	7,39±6,41	3,57±6,18	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
A2	11,29±1,22	11,74±1,15	11,53±0,90	11,27±1,44	10,83±0,51
A3	10,53±0,35	10,68±0,50	10,93±0,69	6,94±6,01	0,00±0,00
B1	7,60±13,16	3,55±6,14	3,46±6,00	0,00±0,00	0,00±0,00
B2	10,87±0,55	10,63±0,20	10,59±0,25	7,45±6,51	6,92±6,00
B3	9,61±8,59	7,01±6,07	7,15±6,19	0,00±0,00	0,00±0,00
C1	12,70±0,68	10,82±0,34	7,34±6,38	7,21±6,24	0,00±0,00
C2	13,68±3,47	11,23±0,95	10,84±0,59	10,41±0,09	10,93±0,53
C3	10,72±0,33	7,03±6,10	11,24±0,57	3,58±6,20	3,50±6,07
D1	4,52±7,83	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
D2	7,18±6,21	7,42±6,43	7,17±6,21	0,00±0,00	0,00±0,00
D3	7,15±6,20	10,36±0,11	7,15±6,19	0,00±0,00	0,00±0,00
E1	6,00±10,39	3,44±5,95	0,00±0,00	0,00±0,00	0,00±0,00
E2	12,07±1,14	11,73±0,83	11,78±1,02	11,85±1,41	11,63±1,41
E3	7,42±6,43	11,18±0,79	10,93±0,49	0,00±0,00	0,00±0,00

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)



Örneklerin pek çoğunda 1. günde görülen diasetil miktarı olgunlaşmanın ilerleyen günlerinde tespit edilememiştir. Bu, laktik asit bakterilerinin diasetil redüktaz enzimi üretmeleri ve enzimin diasetili aseton ve 2,3-butylenoglycol'a dönüştürmesinden kaynaklanmaktadır (Cais-Sokolinska 2008). Benzer şekilde Çizelge 4.29 incelendiğinde örneklerin standart hatasının yüksek olduğu görülmektedir. Tekerrürlerde ve bazı depolama günlerinde aynı örnekte diasetilinin belirlenememesi standart hatanın yüksek olmasına neden olmuştur.

Çizelge 4.30 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin diasetil içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	7,64±2,05Ba	11,02±0,90Aa	9,08±1,27Aa
5	4,27±1,40Bab	10,55±0,78Aa	9,25±0,97Aa
10	2,16±1,15Bbc	10,38±0,76Aa	9,48±1,00Aa
16	1,44±0,98Bbc	8,19±1,34Aa	2,81±1,24Bb
23	0,00±0,00Bc	8,06±1,31Aa	0,70±0,70Bb

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

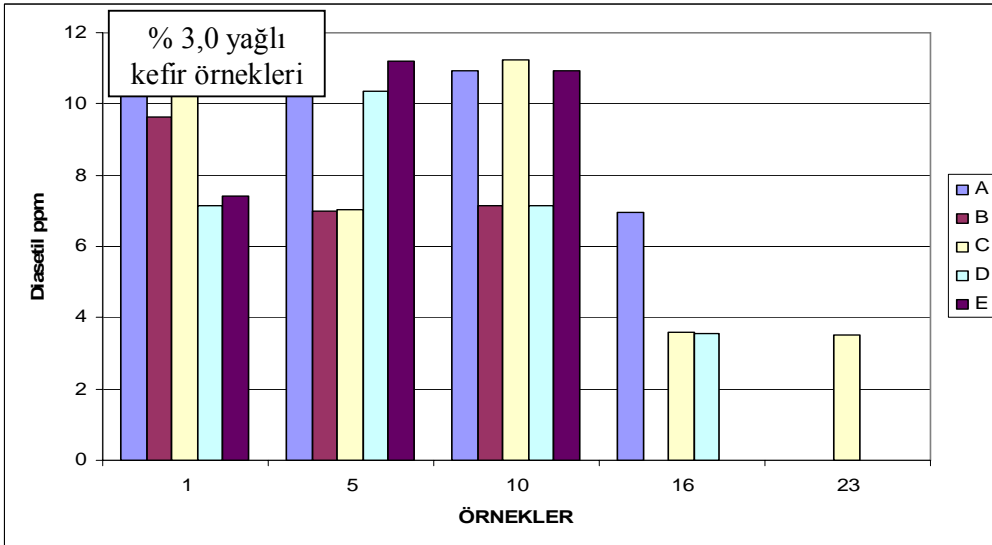
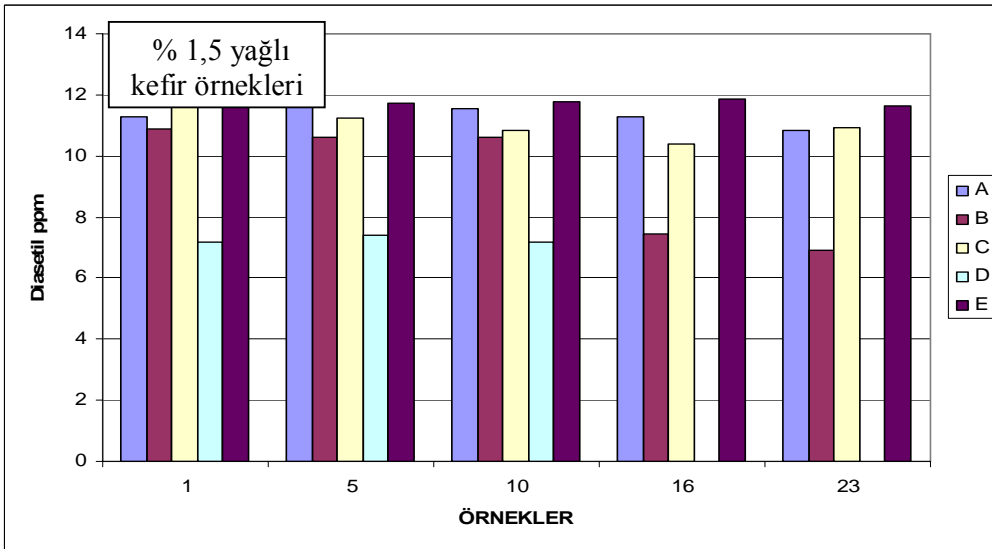
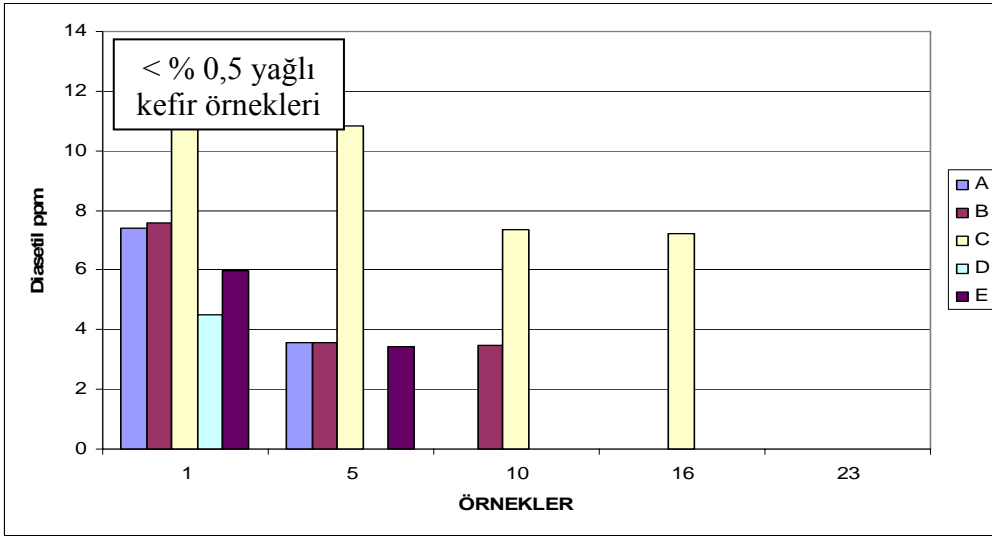
- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefirin diasetil içeriğindeki değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1., 5. ve 10. günlerinde yarım yağlı ve yağlı kefir örneklerinde diasetil içerikleri birbirine benzer çıkarken yağsız örneklerde farklı ve daha düşük çıkmıştır. Depolama süresi ilerledikçe 16. ve 23. günlerde yağsız ve yağlı örnekler birbirine benzer değerler sergilemiştir. Aynı şekilde depolamanın sonlarına doğru her üç yağ seviyesinde de diasetil miktarları azalmış hatta bazı örneklerde tespit edilememiştir. Diasetil sentezi pH değeri 5,5'in altına düştüğünde başlamaktadır.

Beshkova vd. (2003) inek sütünü 22 °C'de 24 saat inkübe etmek suretiyle ürettiği kefirlerde diasetil düzeyini 1,85 ppm bulmuşlardır. 7 günlük depolamadan sonra diasetil içeriğinin 1,40 ppm'e düştüğünü saptamışlardır. Starter kültür ile üretilen kefirlerde diasetilin en yoğun sentezi fermentasyonun 2. saatinde belirlenmiştir. Starter kültürler içinde *Streptococcus thermophilus T15* en yüksek diasetil aktivitesine sahip (1,62 ppm) olup onu *Lactobacillus helveticus MP12* (0,85 ppm) ve *Lactobacillus lactis C15* (0,42 ppm) takip etmiştir. En düşük diasetil üretimi *Lactobacillus bulgaricus HP1* (0,35 ppm)

tarafından gerçekleştirilmiştir. Araştırmacılar diasetilin glukoz katobolizmasının bir sonucu olduğunu düşünmektedirler. Diasetilin daha yüksek konsantrasyonu yoğurt kültürlerinde bulunmuştur.

Kefirle ilgili yapılan başka bir çalışmada ise, depolama sırasında diasetil belirlenememiştir (Güzel-Seydim vd. 2000b).



Şekil 4.12 Kefir örneklerinin diasetil içeriklerindeki değişim

#### 4.2.1.11 Kefir örneklerinin serbest yağ asitleri içeriği

Fermente süt ürünlerinin tat ve aroması üzerine önemli etkisi olan diğer grup bileşenler ise serbest yağ asitleridir. Serbest yağ asitleri süte ilave edilen mikroorganizmaların lipolitik aktivitelerinin sonucu, yağın parçalanmasıyla oluşmaktadır (Ott vd. 1997). Yağ asitleri trigliserit veya fosfolipit gibi başka moleküllere bağlı olabilmektedir. Başka moleküllere bağlı olmadıklarını özellikle belirtmek amacıyla ‘Serbest yağ asidi’ ifadesi kullanılmaktadır (Anonymous 2009). Serbest yağ asitleri aminoasitlerin dekarboksilasyonu, transaminasyonu ve oksidatif deaminasyonu sonucu oluşabildiği gibi, laktozun transformasyonu sonucunda da oluşabilmektedir (Ott vd. 1997). Kısa zincirli serbest yağ asitleri ürünün duyu kalitesinin oluşumunda önemlidir. Fakat güçlü aromalarından dolayı yüksek konsantrasyonlarda istenmeyen aromaya da neden olabilmektedirler (Egula 2007).

##### 4.2.1.11.1 Bütirik asit (C<sub>4</sub>)

Sistematik ismi butanoik asit olan bütirik asit bir karboksilik asittir. Molekül formülü C<sub>3</sub>H<sub>7</sub>-COOH'dir. Gıda ve parfüm sanayisinde katkı maddesi olarak kullanılmaktadır (Anonymous 2009).

Bütirik asit süt ürünlerinde ransid tattan sorumlu temel yağ asididir (Collins vd. 2003). Ransid tat özellikle bazı peynirlerde karakteristik tat aroma olarak kabul edilmektedir. Fermente ürünlerde ve tereyağında ise belirli bir düzeyin üzerinde tat bozukluğunun göstergesidir. Serbest yağ asitlerinin büyük bir bölümünün bütirik asit (% 89.9) olduğu ifade edilmektedir (Jansen ve Sampugna 1964).

Süt ve ürünlerinin aromalarının oluşumunda büyük rolü olan bütirik asit (C<sub>4</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.31'de görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin bütirik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.13'de verilmiştir.

Kefir örneklerinin Çizelge 4.31'de bütirik asit değerleri incelendiğinde, bütirik asit miktarlarının yağsız örneklerde (< % 0,5 yağlı) 1,521-5,660 ppm, yarım yağlı

örneklerde (% 1,5 yağlı) 1,431-3,365 ppm ve yağlı örneklerde (% 3,0 yağlı) ise 1,975-9,910 ppm arasında değiştiği görülmektedir.

Çizelge 4.31 Kefir örneklerinin bütirik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	1,521±0,13	1,905±0,16	2,938±0,15	3,342±0,36	3,968±0,20
A2	1,431±0,62	2,158±0,54	2,149±0,62	2,527±0,37	2,771±0,40
A3	2,339±0,37	2,450±0,41	3,272±0,64	3,744±0,65	4,389±0,79
B1	2,442±0,16	2,677±0,08	2,971±0,09	3,393±0,18	3,655±0,04
B2	2,496±0,39	2,627±0,85	2,688±0,67	3,200±0,57	3,188±0,21
B3	2,672±0,50	3,018±0,25	3,973±0,17	4,513±1,39	5,213±1,60
C1	2,138±0,12	2,486±0,21	3,275±0,23	3,471±0,33	3,921±0,21
C2	2,221±0,13	2,393±0,09	2,466±0,14	2,940±0,36	3,365±0,28
C3	2,415±0,45	3,111±0,94	3,948±0,69	4,716±1,43	5,352±1,14
D1	5,154±0,71	5,039±0,55	5,417±1,18	5,353±1,50	5,663±1,27
D2	2,300±0,18	2,507±0,28	2,520±0,19	2,594±0,16	2,846±0,19
D3	4,860±2,10	6,710±2,59	8,470±4,94	9,440±4,69	9,910±4,34
E1	2,427±0,24	2,940±0,19	3,677±0,23	3,700±0,17	3,890±0,03
E2	1,531±0,45	1,615±0,38	1,611±0,33	2,388±0,41	2,677±0,29
E3	1,975±0,52	2,545±0,19	3,289±0,94	3,768±0,87	4,270±0,71

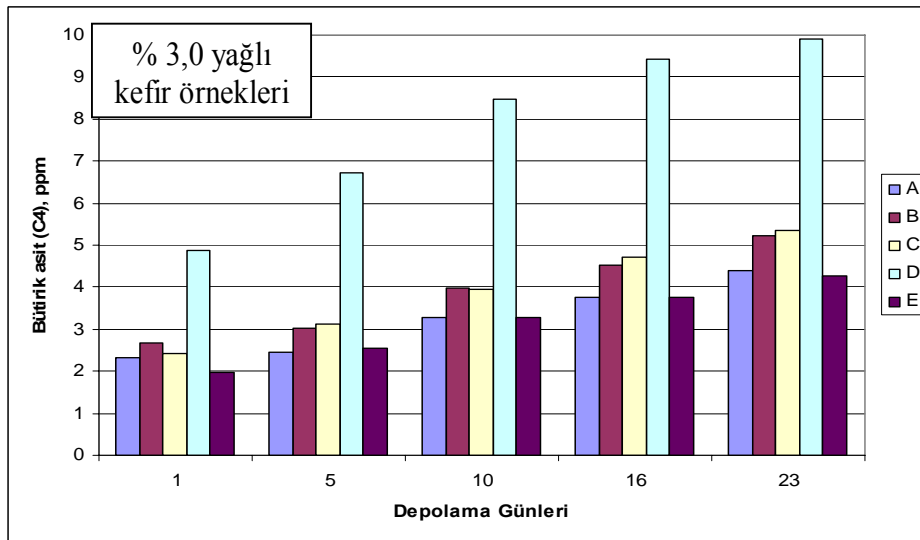
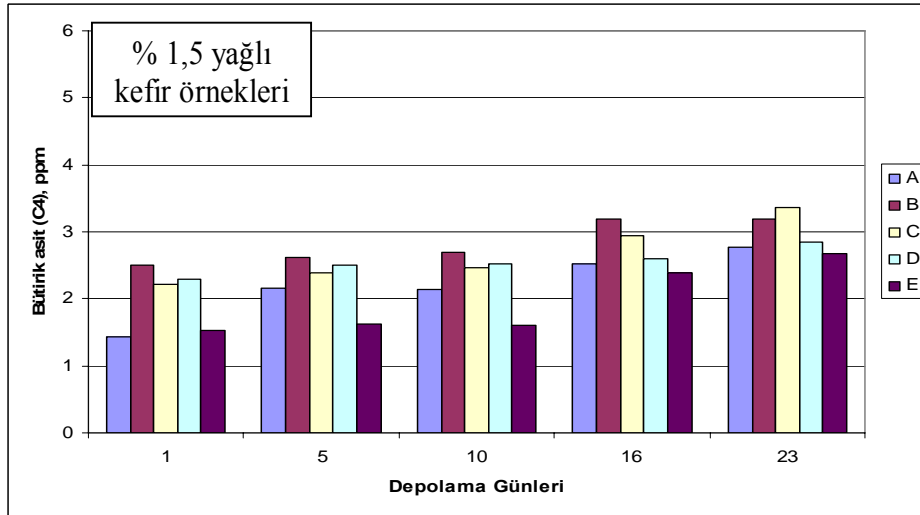
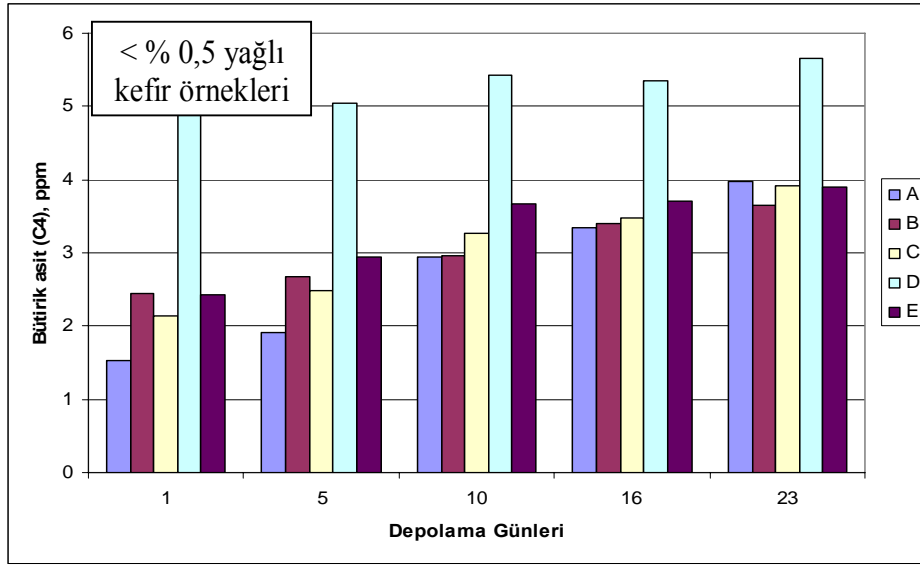
\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.32 Farklı yağ oranlarında ve farklı örneklerde (starter kültürlerde) bütirik asit (C<sub>4</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
A örneği	2,73±0,24 Bb	2,21±0,16 Ba	3,23±0,24 Ab
B örneği	3,02±0,12 Bb	2,84±0,15 Ba	3,87±0,34 Ab
C örneği	3,05±0,18 Bb	2,67±0,12 Ba	3,90±0,36 Ab
D örneği	5,32±0,24 Ba	2,55±0,06 Ca	7,87±0,98 Aa
E örneği	3,32±0,15 Ab	1,96±0,15 Cb	3,17±0,28 Bb

- Aynı örnekte farklı büyük harfli taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfli taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.13 Kefir örneklerinin bütirik asit (C<sub>4</sub>) içeriğindeki değişimler

Yağ seviyeleri ve örnekler arasındaki interaksiyon istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.32). Yapılan Duncan testinde, termofilik kültür (A örneği), probiyotik kültür (B örneği) ve mezofilik aromatik kültür katkılı örneklerin bütirik asit içerikleri  $<0,5$  ve  $1,5$  yağ oranında birbirine benzerken,  $3,0$  yağ oranında farklı ve yüksek bulunmuştur. Yağ oranı arttıkça A, B ve C örneklerinde bütirik asit miktarı da artmaktadır. Maya kültürü katkılı D örneğinde ve geleneksel yöntemle üretilmiş E örneğinde, tüm yağ seviyelerinde bütirik asit miktarı farklı çıkmıştır. Aynı yağ seviyelerinde örnekler arasındaki fark da istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yağsız ve yağlı kefir örneklerinde en yüksek bütirik asit içeriği D örneğinde elde edilmiştir. Diğer kefir örneklerinde ise rakamlar birbirine benzer çıkmıştır. Maya katkılı örnekte bütirik asit içeriğinin yüksek çıkması, bu mikroorganizmaların lipolitik aktivitesine yorumlanabilir. Bilindiği gibi maya ve küfler lipolitik aktivitesi yüksek olan mikroorganizmalardır. Yarım yağlı kefir örneklerinde ise en düşük bütirik asit içeriği E örneğinde saptanmıştır. Diğer örneklerde ise bütirik asit içeriği birbirine yakın çıkmıştır.

Benzer şekilde farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde örneklerin bütirik asit içerikleri arasındaki fark (yağ seviyesi ve depolama günleri interaksiyonu) istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.33).

Çizelge 4.33 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin bütirik asit ( $C_4$ ) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	$< 0,5$ yağlı	$1,5$ yağlı	$3,0$ yağlı
1	2,73±0,34Ac	1,99±0,14Bc	2,85±0,35Ae
5	3,01±0,29ABc	2,26±0,14Bbc	3,56±0,50Ad
10	3,65±0,27Bb	2,28±0,14Cbc	4,59±0,73Ac
16	3,85±0,25Bab	2,73±0,11Cab	5,23±0,76Ab
23	4,21±0,23Ba	2,96±0,09Ca	5,82±0,73Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Farklı grupları belirlemek amacıyla yapılan Duncan testinde, her bir yağ seviyesinde depolamanın 1. ve 5. gününde örnek ortalamaları birbirine benzerken, 10., 16. ve 23. günlerde farklı bulunmuştur. Yağ oranına bağlı olarak, örneklerde bütirik asit içeriğinin artması beklenen bir durumdur. Çizelge 4.33'de görüldüğü gibi en yüksek ortalama %

3,0 yağlı kefir örneklerinde elde edilmiştir. Fakat ilginç olan husus; % 1,5 yağlı örneklerde bütirik asit içeriğinin yağsız örneklere göre yüksek çıkması beklenirken, daha düşük çıkmış olmasıdır.

Bazı fermente ürünlerde bütirik asit miktarları arasında oldukça büyük farklılıklar görülmektedir. Örneğin yoğurtta 8,9-10,8 ppm (Beshkova vd. 1998), lipolizin teşvik edildiği Roquefort ve Blue peynirlerde 992-1146 ppm olarak saptanmıştır (Woo vd. 1984). Süt, yoğurt ve kefir örneklerinin serbest yağ asitlerini inceleyen Güzel-Seydim vd. (2006) ise bütirik asit içeriği bakımından kefir, yoğurt ve süt örnekleri arasında önemli bir farkın olmadığını, bununla birlikte en yüksek konsantrasyonun kefirde (14,81 mg/g) elde edildiğini bildirmişlerdir.

#### **4.2.1.11.2 Kaproik asit (C<sub>6</sub>)**

Heksanoik asit olarak da bilinen kaproik asit bir karboksilik asittir. Molekül formülü C<sub>5</sub>H<sub>11</sub>-COOH' dir. Bu yağ asidi, ürünlerde, keçi veya ahır kokusuna neden olmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin kaproik asit (C<sub>6</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.34'de görülmektedir. Depolama süresince örneklerin kaproik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.14'de grafik halinde sunulmuştur.

Kefir örneklerinin kaproik asit içeriği bakımından yağ seviyesi, örnekler ve depolama süreleri arasındaki üçlü interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Yani farklı yağ seviyelerinde, farklı örneklerde ve farklı depolama günlerinde kaproik asit içeriği değişmektedir. Buna göre alt grup ortalamalarındaki farkın belirlenmesi için yapılan Duncan testi sonuçları aşağıda Çizelge 4.35'de farklı harf ve rakam olarak gösterilmiştir.

Termofilik kültür katkılı A örneğine bakıldığında, her üç yağ seviyesinde de depolamanın ilerlemesine paralel olarak kaproik asit miktarı artmaktadır. Yağsız kefir örneklerinde, depolamanın 10. gününe kadar düzenli bir artış görülmüş, 16. ve 23. günlerde ise, artış devam etmesine karşın, istatistik olarak birbirine benzer çıkmıştır.

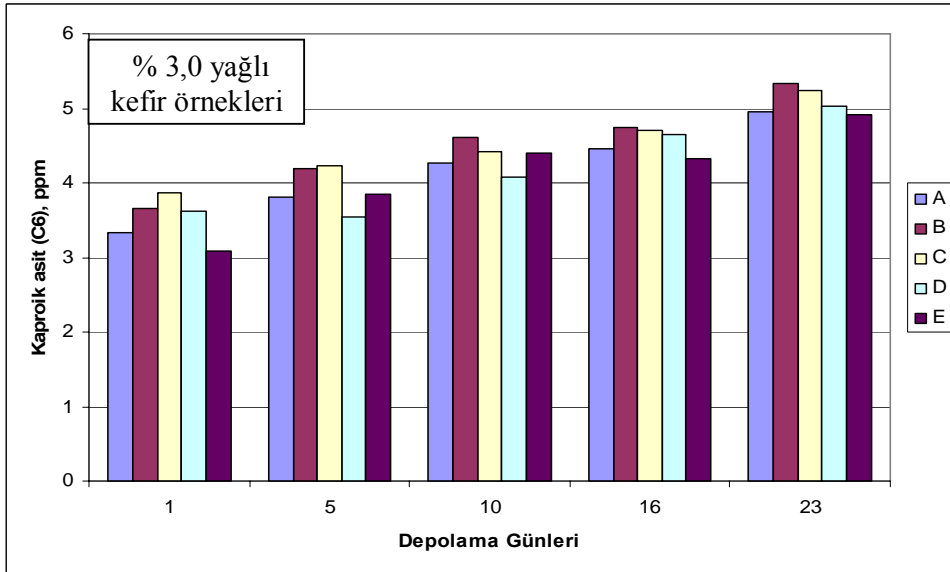
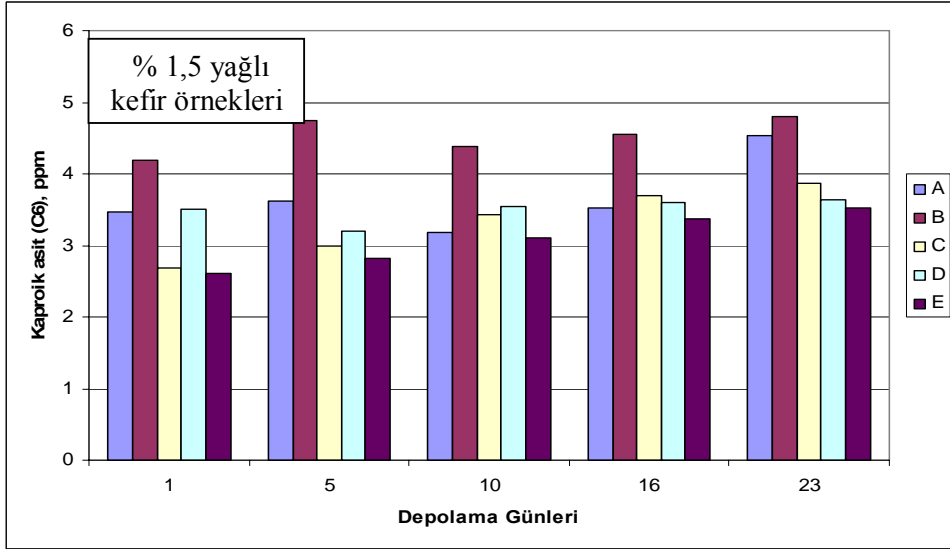
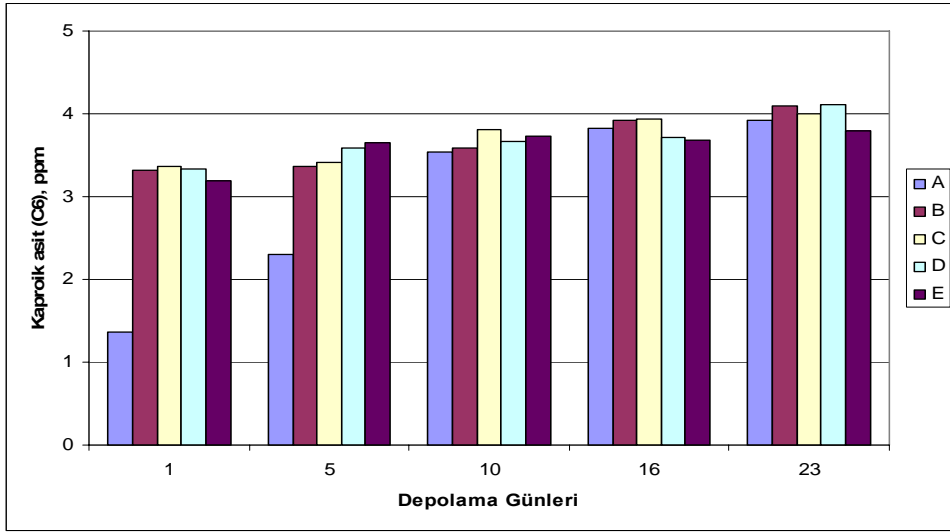


Yarım yağlı örneklerde kaproik asit içeriklerindeki artış depolamanın 1., 5., 10. ve 16. günlerinde çok az miktarlarda iken, depolamanın son günü olan 23. günde ise hızlı olmuştur. Yağlı örneklerde ise depolamanın tüm günlerinde düzenli bir artış görülmüştür. Depolama günlerinde yağ seviyelerine göre de kaproik asit miktarı değişmektedir ( $p < 0,05$ ). Depolamanın 1. ve 5. gününde % 1,5 yağlı ve % 3 yağlı örnek ortalamaları birbirine benzerken, en düşük kaproik asit miktarı  $< % 0,5$  yağlı örneklerde saptanmıştır. Depolama ilerledikçe (10., 16. ve 23. günlerde) her üç yağ seviyesinde kaproik asit içeriği farklı çıkmıştır. En yüksek kaproik asit içeriği % 3,0 yağlı örneklerde elde edilmiştir.

Çizelge 4.34 Kefir örneklerinin kaproik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
<b>A1</b>	1,357±0,12	2,307±0,56	3,538±0,19	3,829±0,42	3,920±0,24
<b>A2</b>	3,458±0,03	3,612±0,04	3,190±0,86	3,531±0,48	4,531±0,18
<b>A3</b>	3,339±0,38	3,806±0,34	4,262±0,23	4,464±0,35	4,947±0,71
<b>B1</b>	3,316±0,35	3,368±0,32	3,580±0,21	3,920±0,27	4,094±0,29
<b>B2</b>	4,199±0,90	4,741±0,16	4,383±0,31	4,559±0,23	4,800±0,19
<b>B3</b>	3,653±0,28	4,200±0,32	4,605±0,43	4,738±0,58	5,342±1,26
<b>C1</b>	3,370±0,24	3,413±0,22	3,812±0,16	3,931±0,21	4,003±0,18
<b>C2</b>	2,678±0,21	2,991±0,47	3,424±0,70	3,696±0,36	3,875±0,20
<b>C3</b>	3,875±0,26	4,232±0,32	4,412±0,46	4,708±0,82	5,231±0,84
<b>D1</b>	3,331±0,25	3,586±0,27	3,663±0,27	3,717±0,20	4,105±0,29
<b>D2</b>	3,499±0,10	3,201±0,10	3,539±0,23	3,604±0,03	3,630±0,05
<b>D3</b>	3,619±0,14	3,547±0,48	4,070±0,21	4,646±0,70	5,023±1,00
<b>E1</b>	3,193±0,49	3,647±0,36	3,731±0,26	3,684±0,25	3,793±0,15
<b>E2</b>	2,607±0,70	2,828±0,45	3,097±0,36	3,371±0,09	3,529±0,18
<b>E3</b>	3,092±0,93	3,856±0,51	4,407±0,77	4,325±0,69	4,906±0,88

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)



Şekil 4.14 Kefir örneklerinin kaproik asit (C<sub>6</sub>) içeriğindeki değişimler

Probiyotik kültür kullanılarak üretilen kefir örneklerinde de (B örnekleri), depolamanın ilerlemesiyle kaproik asit miktarı artmaktadır. Fakat % 1,5 yağ içeren örneklerde bu artış kendi içinde birbirine benzerdir. Yağsız örneklerde depolamanın ilk günlerinde yavaşken, sonlarına doğru artmıştır. Yağlı örneklerde ise kaproik asit içeriğinde düzenli bir artış görülmektedir. Tüm depolama günlerinde en düşük kaproik asit içeriği yağsız örneklerde belirlenmiştir. Yarım yağlı ve yağlı kefir örneklerinin kaproik asit içeriği birbirlerine benzer çıkmıştır.

İkinci fermentasyonda mezofilik aromatik kültür kullanılarak üretilen C örneklerinin kaproik asit içeriği tüm yağ seviyelerinde depolama süresince artmıştır. En yüksek kaproik asit içeriği yine % 3,0 yağlı kefir örneklerinde elde edilmiştir. Depolama süresince yağsız ve yarım yağlı örneklerin kaproik asit içeriği birbirine benzer çıkarken yağlı kefirlerin farklı çıkmıştır.

Kefir örneklerinden bir diğeri olan maya kültürü katkılı D örneğinde kaproik asit içeriği, < % 0,5 yağ içeren örneklerde depolama süresince artmış, fakat bu artışlar az miktarlarda olmuş ve depolamanın 5., 10. ve 16. günlerinde de birbirine benzer çıkmıştır. Yarım yağlı (% 1,5 yağlı) örneklerin kaproik asit içeriğinde, rakam olarak küçük artışlar görülse de istatistik açıdan birbirine yakındır. % 3,0 yağ içeren örneklerde ise kaproik asit içeriği bakımından depolamanın 1., 5. ve 10. günleri ile 16. ve 23 günleri birbirine benzer çıkmıştır. Her bir depolama gününde yağ seviyelerine bakıldığında D örneğinde kaproik asit içeriği, depolamanın 1., 5. ve 10. günlerinde değişmemiştir. Depolamanın 16. gününde %1,5 ve % 3,0 yağlı kefir örnekleri, 23. günde ise <% 0,5 ve % 1,5 yağlı örnekler birbirine benzer çıkmıştır.

Geleneksel yöntemle üretilen ve bu çalışmada kontrol grubunu oluşturan kefir örneği E de de kaproik asit içeriği bakımından benzer sonuçlar elde edilmiştir. Depolamanın ilerlemesine paralel olarak kaproik asit içeriği artmaktadır. Yağsız kefir örneklerinde bu artış birbirine benzer bulunmuştur. Diğer yağ oranlarında ise depolama süresince artmıştır. Yine burada da en yüksek kaproik asit içeriği yağlı örneklerde elde edilmiştir. Depolamanın ilk gününde her üç yağ seviyesinde de kaproik asit miktarı birbirine benzerdir.

Kefirlerin kaproik asit içerikleri bakımından, her bir örneğin kendi içindeki değişimi yukarıda incelenmiştir. Kefir örneklerinin arasındaki farklılığa bakıldığında ise, yağsız örnekler karşılaştırıldığında B, C, D ve E örnekleri birbirine benzerken A örneği farklı ve daha düşük çıkmıştır. Tüm depolama günlerinde aynı sonuçlar elde edilmiştir. Yarım yağlı kefir örneklerinde, depolamanın ilk günü C örneği diğer örneklere göre daha düşük çıkmıştır. Depolamanın 5., 10. ve 16. günlerinde A, C, D ve E örnekleri birbirine benzerken B örneği bunlardan farklı ve büyük çıkmıştır. Yağlı kefir örneklerinde ise, depolamanın tüm günlerinde örneklerin kaproik asit içerikleri birbirine benzerdir.

Beshkova vd. (1998), yoğurt kültürleri ile yaptıkları çalışmada karışık kültürün kaproik asit içeriğini 780  $\mu\text{g}/100\text{g}$  (7,8 ppm) saptamışlardır. Yoğurtlarda kaproik asit miktarı 13,2 ppm olarak verilmektedir (Rasic ve Kurman 1978).

Fermente ürünlerin serbest yağ asitleri içeriğini belirleyen Güzel-Seydim vd. (2006), kefirlerde kaproik asit içeriğini 5,63  $\mu\text{g}/\text{g}$  (5,63 ppm) saptamıştır.

Çizelge 4.35 Farklı yağ oranlarındaki kefir örneklerinin ve depolama sürelerindeki kaproik asit içeriklerinin karşılaştırılması (ppm)

Örnekler *	Yağ oranları	1.gün	5.gün	10.gün	16.gün	23.gün
A	< % 0,5	1,35±0,07 Cb1	2,30±0,32 Bb2	3,53±0,11 Aab1	3,82±0,24 Aab1	3,92±0,14 Ab1
	%1,5	3,45±0,02 Ba1	3,61±0,02 Ba2	3,19±0,50 Bb2	3,53±0,27 Bb2	4,53±0,11 Aab12
	%3,0	3,33±0,22 Da1	3,80±0,19 CDa1	4,26±0,13 BCa1	4,46±0,20 ABa1	4,94±0,41 Aa1
B	< % 0,5	3,31±0,20 Bb1	3,36±0,18 Bb1	3,58±0,12 ABb1	3,92±0,15 ABb1	4,09±0,17 Ab1
	%1,5	4,19±0,52 Aa1	4,74±0,09 Aa1	4,38±0,18 Aa1	4,55±0,13 Aab1	4,80±0,11 Aab1
	%3,0	3,65±0,16 Cab1	4,20±0,19 BCa1	4,60±0,25 Ba1	4,73±0,34 Ba1	5,34±0,73 Ab1
C	< % 0,5	3,37±0,13 Bab1	3,41±0,13 ABb1	3,81±0,09 ABab1	3,93±0,12 ABb1	4,00±0,10 Ab1
	%1,5	2,67±0,12 Cb2	2,99±0,27 BCb2	3,42±0,40 ABb2	3,69±0,21 Ab2	3,87±0,11 Ab23
	%3,0	3,87±0,15 Ca1	4,23±0,18 BCa1	4,41±0,27 BCa1	4,71±0,62 Aba1	5,23±0,49 Aa1
D	< % 0,5	3,33±0,14 Ba1	3,58±0,15 Aba1	3,66±0,15 Aba1	3,71±0,11 ABb1	4,10±0,16 Ab1
	%1,5	3,49±0,05 Aa1	3,20±0,06 Aa2	3,53±0,13 Aa2	3,60±0,02 Aa2	3,63±0,03 Ab3
	%3,0	3,61±0,08 Ba1	3,54±0,27 Ba1	4,07±0,12 Ba1	4,64±0,41 Aa1	5,02±0,58 Aa1
E	< % 0,5	3,19±0,28 Aa1	3,64±0,20 Aa1	3,73±0,15 Aab1	3,68±0,14 Aab1	3,79±0,09 Ab1
	%1,5	2,60±0,40 Ca1	2,82±0,26 BCb2	3,09±0,20 ABCb2	3,37±0,05 ABb2	3,52±0,10 Ab3
	%3,0	3,09±0,53 Ca1	3,85±0,29 Ba1	4,40±0,44 Aba1	4,32±0,67 Aba1	4,90±0,50 Aa1

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

- Aynı yağ oranında ve aynı örnekte farklı büyük harfli taşıyan depo süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).
- Aynı örnekte ve aynı depolama süresinde farklı küçük harfli taşıyan yağ oranları ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).
- Aynı yağ oranında ve aynı depolama süresinde farklı rakamlı taşıyan örnek ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

#### 4.2.1.11.3 Kaprilik asit (C<sub>8</sub>)

Kaprilik asit 8 karbonlu doymuş yağ asididir. Sistematik ismi oktanoik asittir. Molekül formülü C<sub>7</sub>H<sub>15</sub>-COOH' dır. Suda çok az çözünebilen bir yağ asididir ve istenmeyen ransit kokuya neden olabilmektedir (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin kaprilik asit (C<sub>8</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.36'da görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin kaprilik asit içeriğindeki değişim ise Şekil 4.15'de grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.36 Kefir örneklerinin kaprilik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,872±0,06	0,977±0,007	1,329±0,11	1,422±0,07	1,543±0,07
A2	1,552±0,27	1,371±0,02	1,417±0,01	1,379±0,16	1,777±0,01
A3	1,478±0,27	1,778±0,05	1,959±0,17	2,036±0,18	2,264±0,30
B1	1,112±0,17	1,382±0,27	1,432±0,23	1,692±0,07	1,669±0,20
B2	1,498±0,07	1,536±0,12	1,558±0,20	1,610±0,08	1,896±0,06
B3	1,704±0,18	2,125±0,08	2,318±0,41	2,503±0,48	2,659±0,50
C1	1,075±0,11	1,250±0,15	1,392±0,02	1,459±0,15	1,707±0,15
C2	1,392±0,11	1,294±0,19	1,567±0,16	1,587±0,03	1,757±0,10
C3	1,731±0,19	1,954±0,08	2,033±0,07	2,045±0,37	2,565±0,44
D1	1,068±0,02	1,387±0,46	1,364±0,17	1,413±0,12	1,536±0,09
D2	1,302±0,05	1,268±0,02	1,284±0,02	1,316±0,05	1,451±0,04
D3	1,375±0,17	1,387±0,17	1,987±0,08	2,153±0,08	2,339±0,57
E1	1,124±0,12	1,440±0,39	1,377±0,18	1,580±0,12	1,629±0,02
E2	1,169±0,07	0,789±0,06	1,097±0,20	1,167±0,18	1,492±0,05
E3	1,334±0,22	1,716±0,17	2,022±0,23	2,486±0,41	2,166±0,21

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.37 Farklı örneklerde ve yağ oranlarında kaprilik asit (C<sub>8</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Örnekler	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
A örneği	1,22±0,07Ca	1,49±0,05Bab	1,90±0,08Ab
B örneği	1,45±0,07Ba	1,61±0,04Ba	2,26±0,12Aa
C örneği	1,37±0,06Ba	1,51±0,05Bab	2,06±0,09Aab
D örneği	1,35±0,06Ba	1,32±0,01Bbc	1,84±0,12Ab
E örneği	1,43±0,06Ba	1,14±0,06Cc	1,94±0,12Ab

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Kefir örneklerinin her birisinde kaprilik asit içeriği yağ seviyesine göre değişmektedir ve bu değişim istatistik olarak önemlidir (p<0,05) (Çizelge 4.37). A ve E örneklerinde her bir yağ seviyesinde kaprilik asit miktarı farklı çıkmıştır. En yüksek kaprilik asit içeriği % 3,0 yağ içeren örneklerde olmuştur. B, C ve D kefirlerinde ise yağsız ve yarım yağlı örnekler birbirine benzerken, yağlı örnekler diğerlerine göre farklı ve yüksek bulunmuştur. < % 0,5 yağ seviyesinde kefir örneklerinin kaprilik asit içeriklerinde bir fark bulunmamaktadır. % 1,5 yağ seviyesinde kültür katkılı örnekler genelde birbirine benzerken, geleneksel yöntemle üretilmiş E örneği farklı çıkmış ve en düşük kaprilik asit içeriğine sahip olmuştur. % 3,0 yağ seviyesine bakıldığında ise en yüksek kaprilik asit içeriği B örneğinde elde edilmiş, diğer örnekler birbirine benzer çıkmıştır.

Çizelge 4.38 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprilik asit (C<sub>8</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	1,05±0,03Bc	1,38±0,04Abc	1,52±0,06Ae
5	1,28±0,08Bb	1,25±0,07Bc	1,79±0,07Ad
10	1,37±0,03Bb	1,38±0,05Bbc	2,06±0,06Ac
16	1,51±0,03Ba	1,41±0,05Bb	2,24±0,09Ab
23	1,61±0,03Ba	1,67±0,04Ba	2,39±0,10Aa

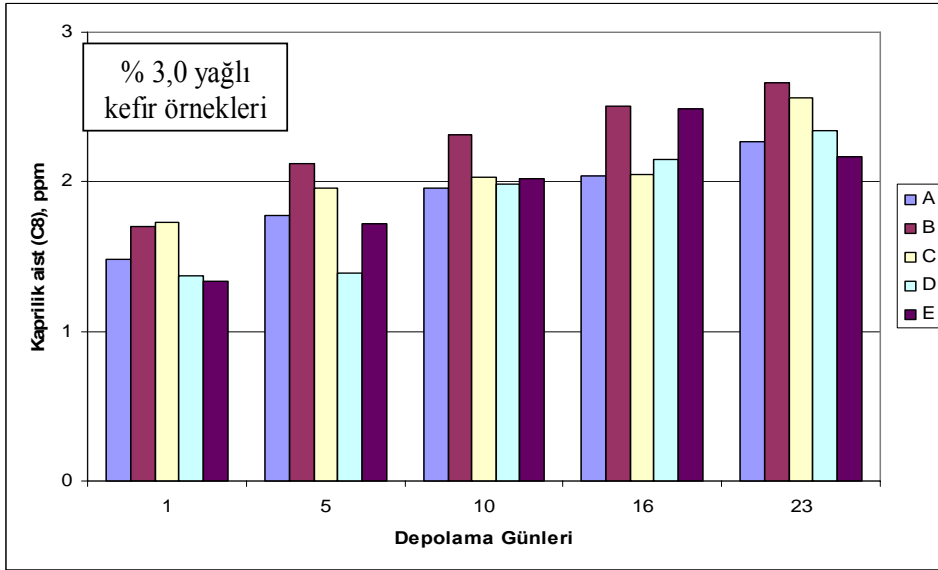
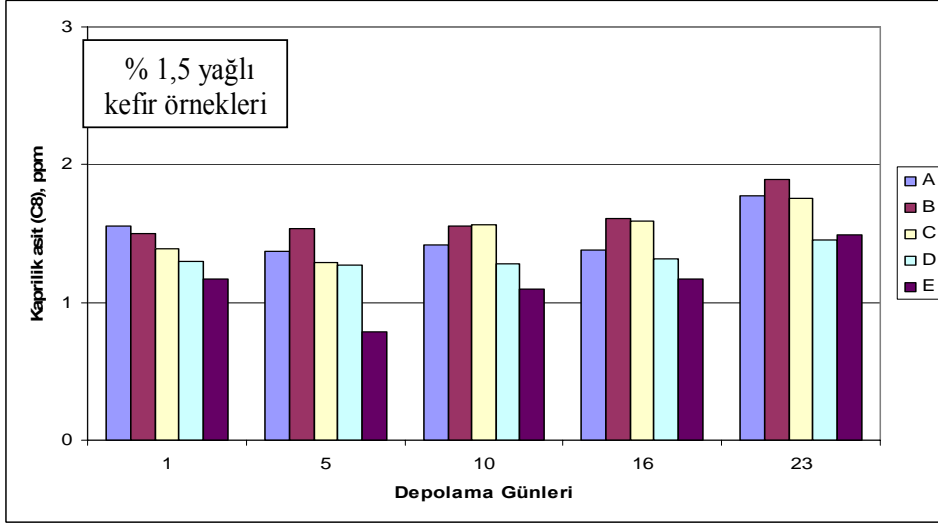
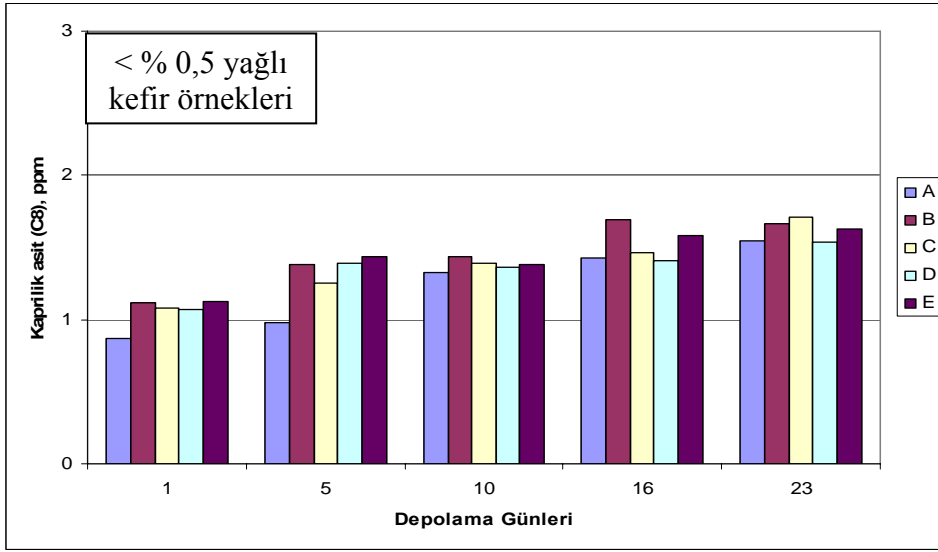
- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprilik asit içeriklerindeki değişim de istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Çizelge 4.38'de görüldüğü gibi, depolamanın 1. gününde % 1,5 ve % 3,0 yağ içeren kefir örneklerinin kaprilik asit içerikleri birbirine benzerken, < % 0,5 yağlı örnekler farklı ve daha düşük çıkmıştır. Depolamanın diğer günlerinde ise yağsız ve yarım yağlı kefir örneklerinin kaprilik asit içerikleri birbirine yakın iken, % 3,0 yağlı örnekler farklı bulunmuştur. Depolama süresi ilerledikçe kaprilik asit içeriği artmaktadır. Bu artış en güzel % 3,0 yağlı kefirlerde görülmektedir.

Atamer vd. (2004) set ve süzme yoğurtlarında kaprilik asit içeriğini sırasıyla 11,14, 17,09 ppm saptamışlardır. Beshkova vd. (1998) yoğurt kültüründe 390-550  $\mu\text{g}/100\text{ g}$  (3,9-5,5 ppm) belirlemişlerdir. Kefirin kaprilik asit içeriği ise yapılan bir çalışmada (Güzel-Seydim vd. 2006) 2,98 ppm bulunmuştur.





Şekil 4.15 Kefir örneklerinin kaprılık asit (C<sub>8</sub>) içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.11.4 Kaprik asit (C<sub>10</sub>)

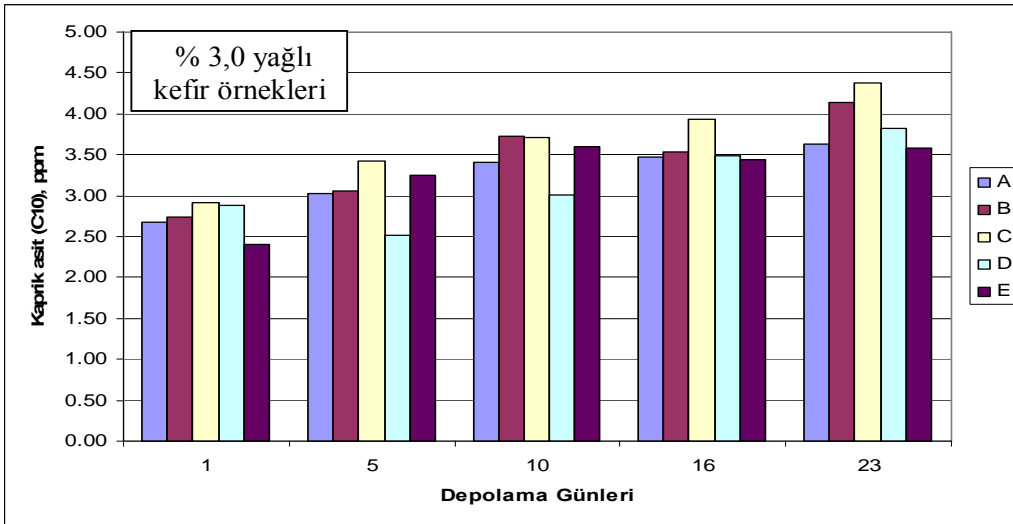
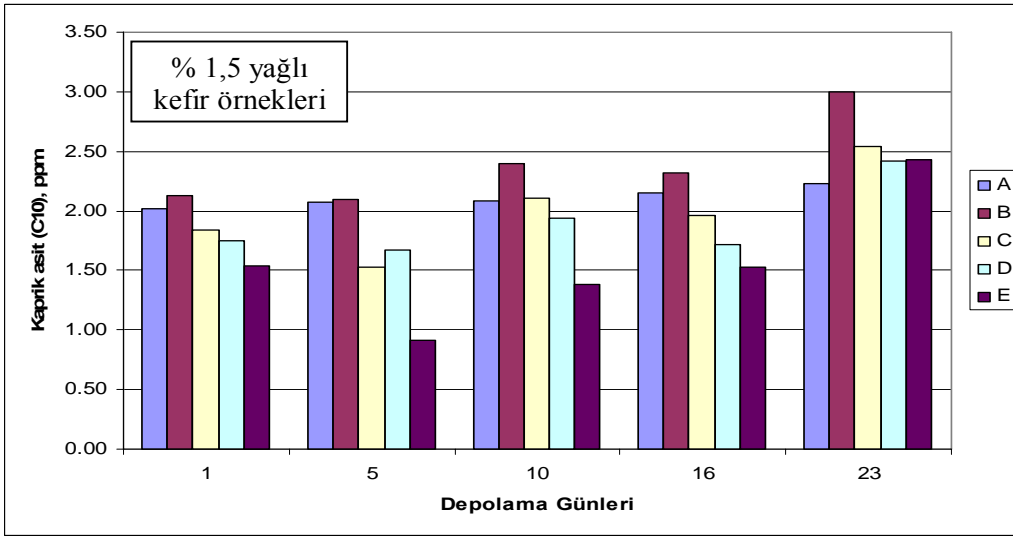
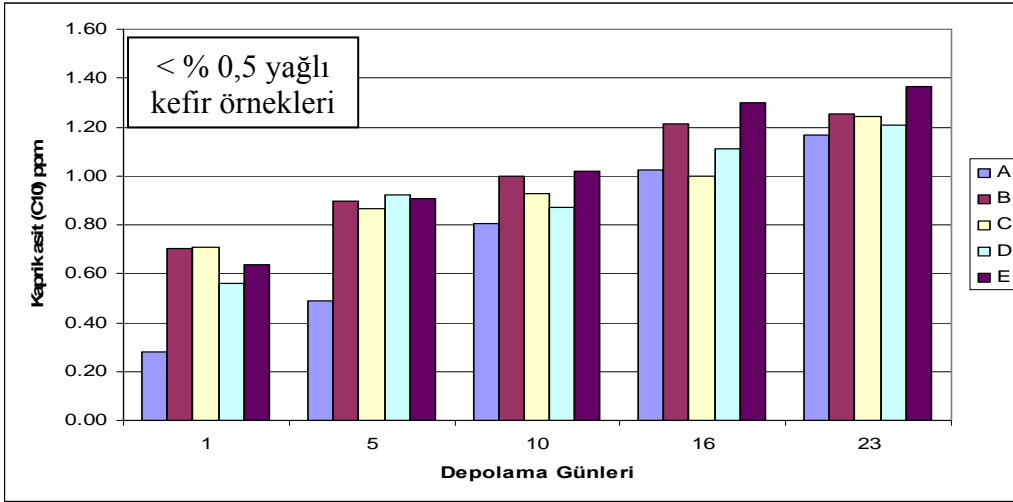
Dekanoik asit olarak da bilinen kaprik asit doymuş yağ asitidir. Molekül formülü C<sub>9</sub>H<sub>19</sub>-COOH' dır. Parfüm, plastik, silgi üretiminde, eczacılıkta ve gıda katkı maddesi olarak endüstride kullanılmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin kaprik asit (C<sub>10</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.39'da görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin kaprik asit içeriğindeki değişim ise Şekil 4.16'de grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.39 Kefir örneklerinin kaprik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,281±0,01	0,491±0,10	0,805±0,03	1,023±0,23	1,165±0,18
A2	2,021±0,06	2,077±0,04	2,082±0,02	2,146±0,20	2,230±0,44
A3	2,682±0,49	3,027±0,25	3,403±0,05	3,465±0,03	3,636±0,13
B1	0,703±0,20	0,898±0,20	1,001±0,30	1,214±0,21	1,252±0,22
B2	2,129±0,35	2,098±0,45	2,396±0,31	2,323±0,13	3,001±0,16
B3	2,737±0,13	3,059±0,45	3,720±0,22	3,531±0,91	4,146±0,73
C1	0,707±0,20	0,866±0,26	0,927±0,19	0,997±0,16	1,244±0,31
C2	1,837±0,03	1,527±0,07	2,103±0,19	1,963±0,12	2,539±0,32
C3	2,908±0,27	3,428±0,22	3,705±0,24	3,935±0,94	4,373±0,67
D1	0,559±0,10	0,923±0,07	0,873±0,06	1,109±0,14	1,210±0,22
D2	1,754±0,13	1,670±0,08	1,935±0,09	1,716±0,08	2,422±0,01
D3	2,876±0,01	2,522±0,35	3,014±0,37	3,480±0,75	3,823±0,87
E1	0,635±0,30	0,905±0,23	1,017±0,15	1,299±0,31	1,365±0,31
E2	1,541±0,29	0,916±0,20	1,377±0,43	1,527±0,09	2,434±0,02
E3	2,403±0,55	3,254±0,14	3,593±0,22	3,433±0,60	3,579±0,52

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)



Şekil 4.16 Kefir örneklerinin kaprik asit (C<sub>10</sub>) içeriğindeki değişimler

Çizelge 4.40 Farklı örneklerde ve yağ oranlarında kaprik asit (C<sub>10</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Örnekler	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
A örneği	0,75±0,09Ca	2,11±0,05Bab	3,24±0,11Ab
B örneği	1,01±0,07Ca	2,39±0,11Ba	3,43±0,19Aab
C örneği	0,94±0,07Ca	1,99±0,09Bab	3,67±0,17Aa
D örneği	0,93±0,06Ca	1,89±0,07Bbc	3,14±0,17Ab
E örneği	1,04±0,09Ca	1,55±0,14Bc	3,25±0,15Ab

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Farklı örneklerde ve farklı yağ oranlarında kaprik asit içeriğindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Buna göre, kaprik asit içeriği tüm kefir örneklerinde, her üç yağ seviyesinde de birbirinden farklı çıkmıştır (Çizelge 4.40). Yağ oranı arttıkça kaprik asit miktarı da artmaktadır. Yağsız örnekler arasında kaprik asit içeriğindeki değişim birbirine benzer çıkmıştır. Yarım yağlı örneklerde, kaprik asit içeriği en yüksek B örneğinde, en düşük E örneğinde elde edilmiştir. Yağlı örneklerde A, B ve C örnekleri birbirine benzerken D ve E örneği farklı bulunmuştur. En yüksek kaprik asit içeriği C örneğinde çıkmıştır.

Çizelge 4.41 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprik asit (C<sub>10</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,57±0,06Cc	1,85±0,07Bbc	2,72±0,09Ad
5	0,81±0,06Cb	1,65±0,12Bc	3,05±0,10Ac
10	0,92±0,04Cb	1,97±0,10Bb	3,48±0,08Ab
16	1,12±0,05Ca	1,93±0,08Bb	3,56±0,17Ab
23	1,24±0,05Ca	2,52±0,08Ba	3,91±0,16Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin kaprik asit içeriklerindeki değişim de istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05). Çizelge 4.41'de görüldüğü gibi tüm depolama sürelerinde ve her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin kaprik asit içeriği birbirinden farklı çıkmıştır. Yine burada depolama süresi ve yağ oranı arttıkça kaprik asit miktarı da artmaktadır. Birinci yağ seviyesinde (< % 0,5) örneklerin kaprik asit içerikleri, depolamanın 1., 5. ve 10 gününde birbirine

benzerken, 16. ve 23. günde farklı çıkmıştır. İkinci yağ seviyesinde (% 1,5), depolamanın 1. ve 5. günleri ile 10. ve 16. günleri birbirine yakın değerler göstermiştir. En yüksek kaprik asit miktarı ise 23. günde elde edilmiştir. Üçüncü yağ seviyesinde (% 3,0) ise, depolama ilerledikçe düzenli bir artış görülmektedir. Depolamanın 10. ve 16. günleri birbirine benzer çıkmıştır.

Yoğurtlarda Beshkova vd. (1998) kaprik asit miktarını 260-280 ppm arasında bulmuşlardır. Atamer vd. (2004) set yoğurtlarında kaprik asit miktarının 32,14 ppm, süzme yoğurtlarında ise 50,86 ppm olduğunu saptamışlardır. Süt, yoğurt ve kefirin serbest yağ asitleri profilini çıkaran Güzel-Seydim vd. (2006) kaprik asit içeriğini sütte 5,36 ppm, yoğurtta 5,77 ppm ve kefirde ise 6,16 ppm olarak belirlemişlerdir.

#### **4.2.1.11.5 Laurik asit (C<sub>12</sub>)**

Doymuş bir yağ asiti olan laurik asitin sistematik adı dodekonoik asittir. Defne yağı veya sabunumsu bir kokudadır ve beyaz renktedir. Laurik asit hindistan cevizi ve palmye çekirdeği yağının temel yağ asitidir. Antibakteriyel özelliklerinin olduğu bilinmektedir (Anonymous 2009). Kefir örneklerinin laurik asit (C<sub>12</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.42’de görülmektedir. Depolama süresince örneklerin laurik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.17’de grafik halinde sunulmuştur.

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laurik asit içeriklerindeki değişim istatistik olarak  $p < 0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır (Çizelge 4.43). Farklı grupların belirlenmesinde yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, depolamanın tüm günlerinde ve her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin laurik asit içerikleri birbirinden farklı çıkmıştır. En yüksek laurik asit içeriği % 3,0 yağ içeren örneklerde elde edilmiştir. Depolama süresinin ilerlemesine paralel laurik asit içeriği de artmaktadır. Yağsız kefir örneklerinde depolamanın 1. gününde 0,67 ppm olan laurik asit 23. günde 1,10 ppm’e yükselmiştir. Yarım yağlı kefirlerde, depolamanın 1., 5. ve 10. günler birbirine benzerken, 16. ve 23 günler farklı çıkmıştır. Yağlı kefir örneklerinde ise, sadece depolamanın 10. ve 16. günleri laurik asit içeriği bakımından birbirine yakın değerler gösterirken, diğer günler artan yönde farklı çıkmıştır. Depolamanın sonunda, laurik asit miktarı 6,92 ppm’e ulaşmıştır. Kefirde yapılan bir

çalışmada ise laurik asit içeriği 6,95 ppm olarak belirlenmiştir (Güzel-Seydim vd. 2006).

Çizelge 4.42. Kefir örneklerinin laurik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,692±0,09	0,748±0,08	0,945±0,09	1,150±0,28	1,245±0,27
A2	3,194±0,16	3,310±0,18	3,444±0,02	3,521±0,11	3,901±0,28
A3	4,871±1,13	5,284±0,57	5,657±0,22	5,848±0,49	6,284±0,20
B1	0,695±0,34	0,893±0,28	0,966±0,28	1,007±0,22	0,969±0,18
B2	2,832±0,30	2,935±0,15	3,215±0,26	3,321±0,17	4,248±0,29
B3	4,974±0,85	5,513±0,28	6,012±0,77	6,343±1,51	7,740±1,22
C1	0,676±0,34	0,886±0,26	0,879±0,29	1,017±0,12	1,009±0,25
C2	2,840±0,15	3,053±0,19	3,400±0,29	3,365±0,22	4,080±0,26
C3	5,326±0,51	5,667±0,16	6,085±0,55	6,313±1,18	7,012±0,89
D1	0,556±0,24	0,908±0,19	0,749±0,31	0,847±0,27	1,187±0,43
D2	2,677±0,34	2,657±0,20	2,882±0,334	2,934±0,32	3,174±0,54
D3	4,801±0,37	5,530±0,79	6,364±0,59	6,492±1,31	7,119±1,51
E1	0,751±0,40	0,899±0,24	0,947±0,30	1,088±0,53	1,137±0,45
E2	2,305±0,54	1,813±0,44	2,414±0,64	2,490±0,18	3,258±0,58
E3	4,725±0,27	5,031±0,57	5,680±0,11	5,612±0,83	6,465±0,15

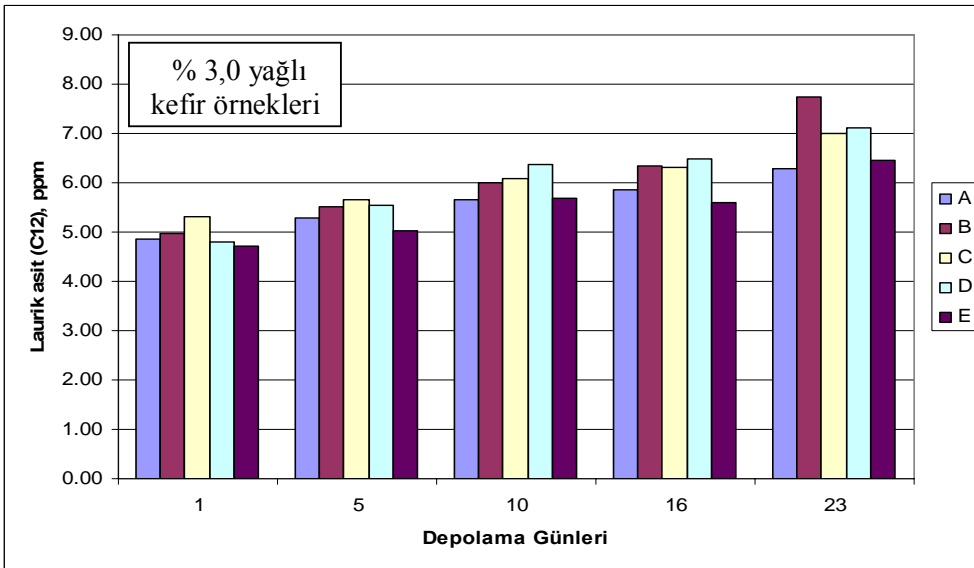
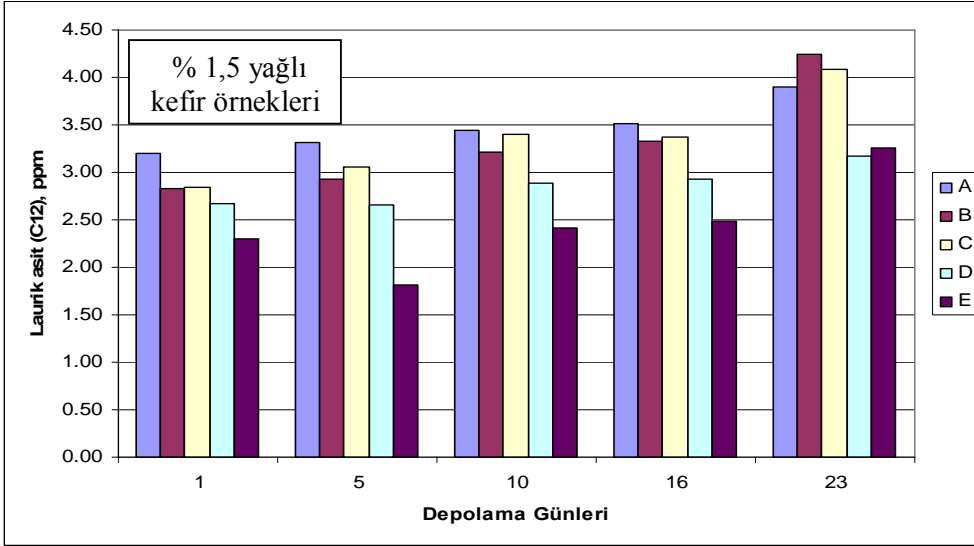
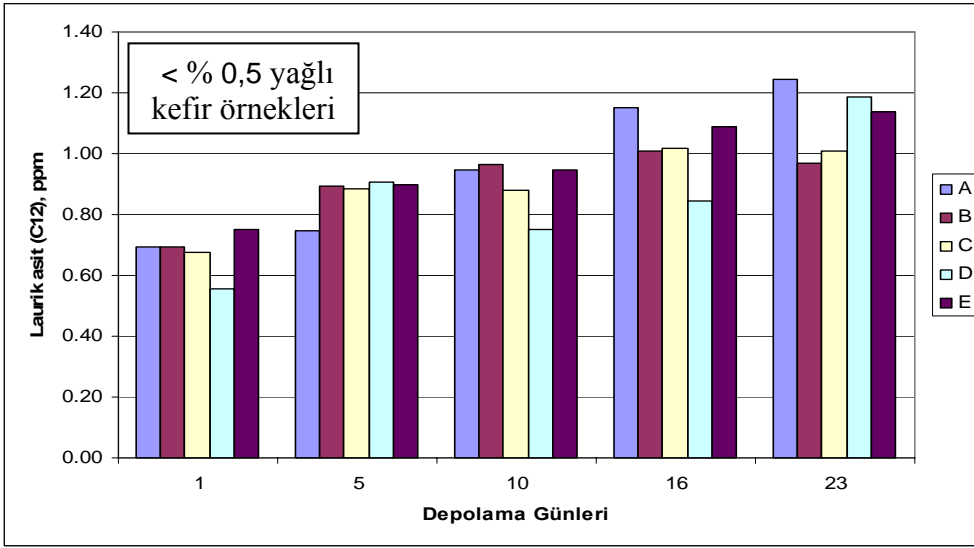
\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.43 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laurik asit (C<sub>12</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,67±0,06Cb	2,77±0,10Bc	4,93±0,16Ad
5	0,86±0,05Cab	2,75±0,14Bc	5,40±0,13Ac
10	0,89±0,06Cab	3,07±0,13Bbc	5,96±0,13Ab
16	1,02±0,07Ca	3,12±0,11Bb	6,12±0,26Ab
23	1,10±0,07Ca	3,73±0,14Ba	6,92±0,25Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.17 Kefir örneklerinin laurik asit (C<sub>12</sub>) içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.11.6. Miristik asit (C<sub>14</sub>)

Miristik asit tetradekonoik asit olarak da bilinmektedir. Yaygın doymuş yağ asididir. Molekül formülü C<sub>13</sub>H<sub>27</sub>-COOH' dır. Genellikle kozmetik sanayisinde kullanılmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin miristik asit (C<sub>14</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.44'de görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin laurik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.18'de grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.44 Kefir örneklerinin miristik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün
A1	3,884±0,64	4,020±1,27	3,605±0,45	3,635±0,43	3,932±0,73
A2	9,317±1,30	9,405±0,56	10,325±0,15	10,738±0,23	11,749±0,57
A3	17,942±1,66	19,695±1,14	20,180±2,55	20,960±3,20	22,395±1,34
B1	2,725±0,61	3,519±1,10	3,706±0,49	3,626±0,34	3,788±0,73
B2	8,256±1,11	9,716±0,20	10,348±0,19	11,245±0,79	14,162±0,78
B3	17,077±1,54	19,438±0,47	18,838±1,47	20,760±4,24	24,260±5,56
C1	2,503±0,45	3,388±0,43	3,392±0,44	3,473±0,51	3,683±0,20
C2	8,276±0,69	7,599±1,24	9,292±0,40	9,562±0,52	11,477±1,30
C3	18,691±0,91	19,438±0,47	20,090±1,94	21,650±4,83	24,870±4,09
D1	2,520±0,32	3,504±0,64	3,974±0,90	3,209±0,14	3,568±0,34
D2	8,769±0,56	8,165±0,51	8,580±0,46	8,728±0,73	10,324±0,05
D3	17,802±0,17	20,050±1,97	19,933±1,01	22,000±3,34	22,710±4,19
E1	2,921±0,55	3,720±0,26	3,358±0,64	3,581±0,19	3,564±0,28
E2	8,228±0,34	7,073±0,89	8,653±0,35	8,857±0,93	9,926±1,43
E3	18,705±1,65	17,876±1,70	20,040±2,23	21,060±3,07	23,160±2,85

\*: Bakınız Çizelge 4.3. (sayfa 41)

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin miristik asit içeriklerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur (p<0,05) (Çizelge 4.45).



Farklı grupların belirlenmesinde yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, depolamanın tüm günlerinde ve her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin miristik asit içerikleri birbirinden farklı çıkmıştır. En yüksek miristik asit içeriği diğer serbest yağ asitlerinde de olduğu gibi % 3,0 yağ içeren örneklerde elde edilmiştir. Depolama süresinin ilerlemesine paralel miristik asit içeriği de artmaktadır. Birinci yağ seviyesinde örneklerin miristik asit içeriklerindeki değişim birbirine yakın değerler sergilemiştir. İkinci yağ seviyesinde depolamanın 1. ve 5. günü ile 10. ve 16. günü birbirine benzerken, 23. gün farklı bulunmuştur. Üçüncü yağ seviyesinde ise depolamanın 5. ve 10. gününde miristik asit içeriği benzer değerler gösterirken diğer depolama günleri artan yönde farklılık göstermiştir.

Çizelge 4.45 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin miristik asit (C<sub>14</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

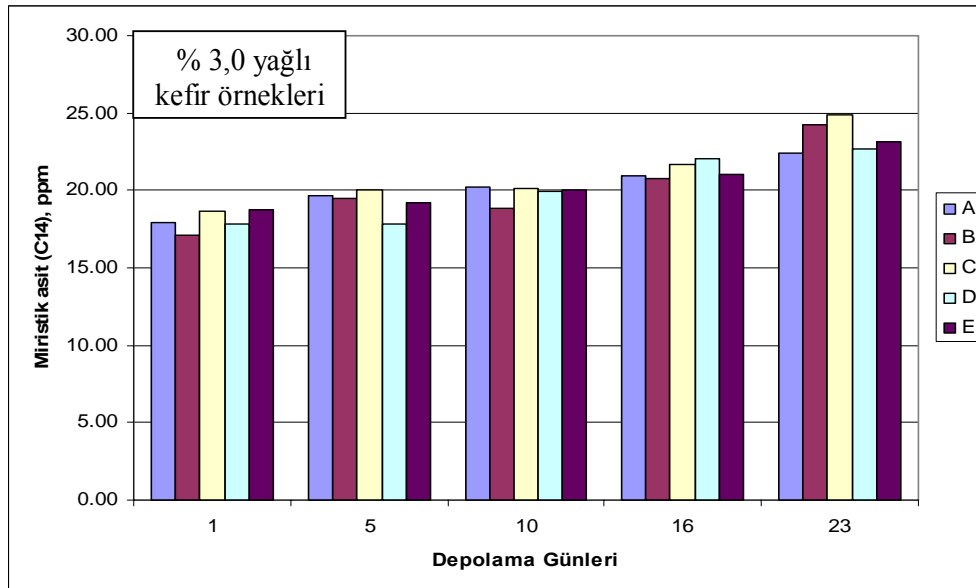
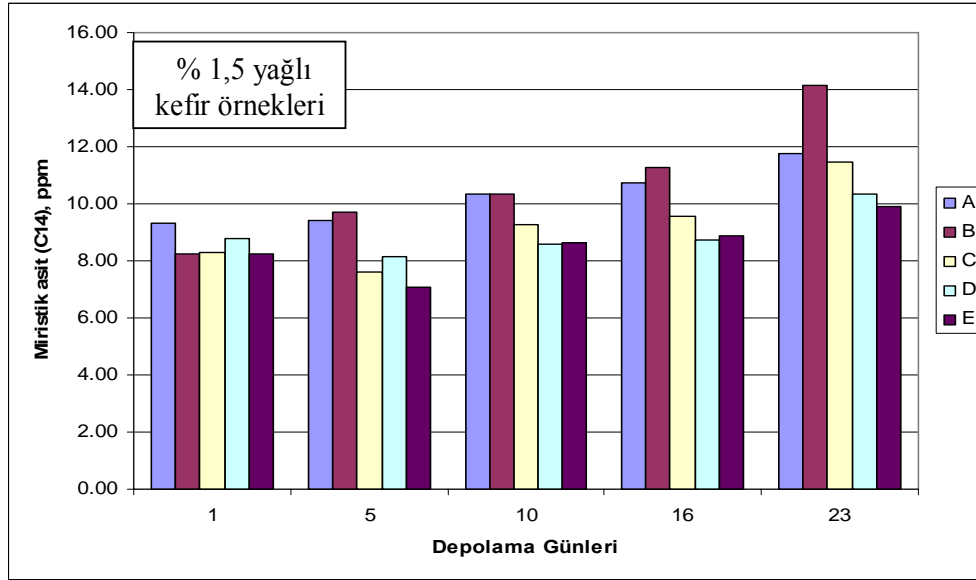
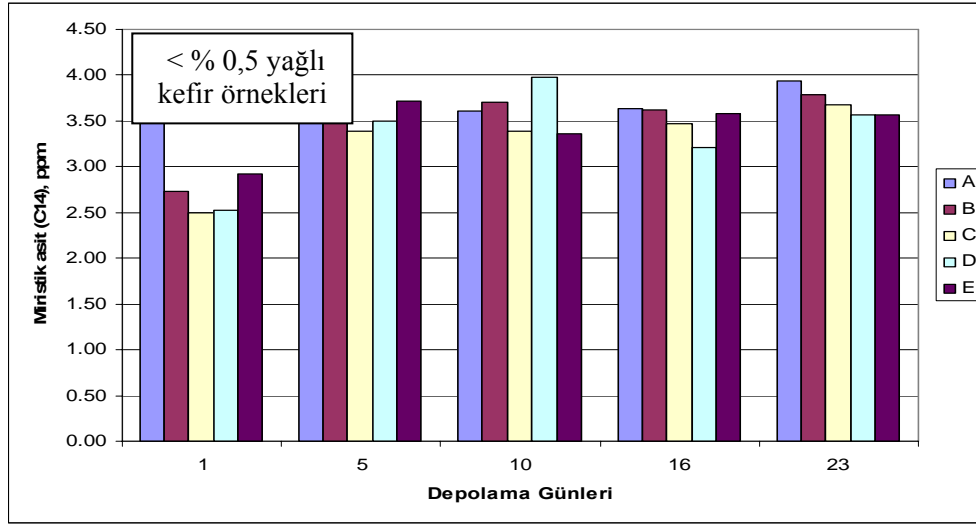
Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	2,91±0,17Ca	8,56±0,22Bcd	18,04±0,33Ad
5	3,63±0,19Ca	8,39±0,32Bd	19,24±0,37Ac
10	3,60±0,14Ca	9,44±0,21Bbc	19,81±0,43Ac
16	3,50±0,08Ca	9,82±0,30Bb	21,28±0,83Ab
23	3,70±0,11Ca	11,52±0,45Ba	23,47±0,88Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Atamer vd. (2004) set yoğurtlarının miristik asit içeriğini 25,67 ppm, süzme yoğurtların ise 45,10 ppm olarak belirlemiştir.

Fermente sütlerin serbest yağ asitleri profilini inceleyen Güzel-Seydim vd. (2006) yoğurt örneklerinde miristik asit içeriğini 21,85 ppm, kefirlerde ise 24,35 ppm olduğunu bildirmiştir.



Şekil 4.18 Kefir örneklerinin miristik asit (C<sub>14</sub>) içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.11.7 Palmitik asit (C<sub>16</sub>)

Palmiye ağacından elde edilen, hayvansal ve bitkisel yağlarda bulunan en yaygın doymuş yağ asitidir. Molekül formülü C<sub>15</sub>H<sub>31</sub>-COOH'dır. Palmitik asit yağ asidi sentezinde üretilen ilk yağ asitidir. Tereyağ, peynir, süt ve ette oldukça yüksek düzeylerde bulunmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin palmitik asit (C<sub>16</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.46'da görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin palmitik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.19'da grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.46 Kefir örneklerinin palmitik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	21,297±1,24	20,320±2,94	19,370±3,55	17,800±2,71	21,290±6,97
A2	45,690±2,91	45,650±3,32	48,520±2,40	49,470±4,97	53,930±7,46
A3	101,55±8,60	110,290±6,53	119,20±31,60	121,20±28,80	126,01±16,11
B1	16,483±1,08	20,340±4,51	18,930±2,84	17,700±2,49	16,960±3,12
B2	37,050±5,77	38,060±10,28	40,660±13,72	44,610±8,32	63,630±10,10
B3	103,42±11,00	111,590±8,45	110,870±9,43	111,60±21,40	130,57±16,15
C1	16,411±1,52	18,990±4,85	15,780±2,04	15,900±1,97	17,780±3,64
C2	44,010±1,86	45,510±2,28	47,451±0,23	50,620±3,39	63,651±0,91
C3	113,590±4,96	114,230±6,73	113,71±12,41	121,20±23,90	133,70±26,00
D1	15,590±1,85	22,200±6,35	14,809±1,58	16,080±3,59	15,490±2,20
D2	33,820±6,47	28,900±8,94	37,990±7,35	46,140±4,22	54,170±2,82
D3	101,950±4,53	105,010±5,80	118,20±24,60	124,30±20,50	125,40±20,70
E1	18,220±1,76	18,270±5,30	14,870±4,22	18,260±6,57	17,390±4,55
E2	38,120±3,58	36,670±2,18	39,080±3,98	36,390±3,70	46,490±6,90
E3	104,62±7,54	101,740±3,65	117,84±15,84	116,99±11,98	121,40±22,00

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Kefir örneklerinin palmitik asit içerikleri oldukça yüksek bulunmuştur. Çizelge 4.46’da görüldüğü gibi yağsız kefirlerde palmitik asit içeriği 14,87-22,20 ppm, yarım yağlı örneklerde 28,90-63,65 ppm ve yağlı kefirlerde ise 101,55-133,70 ppm arasında değişmektedir.

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin palmitik asit içeriklerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı grupların belirlenmesinde yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.47’de görülmektedir.

Çizelge 4.47 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin palmitik asit ( $C_{16}$ ) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

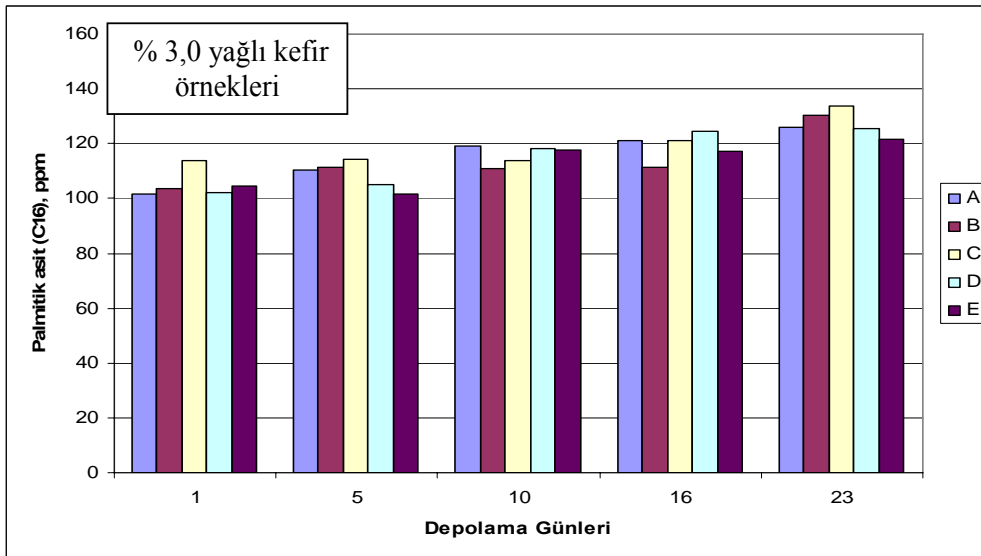
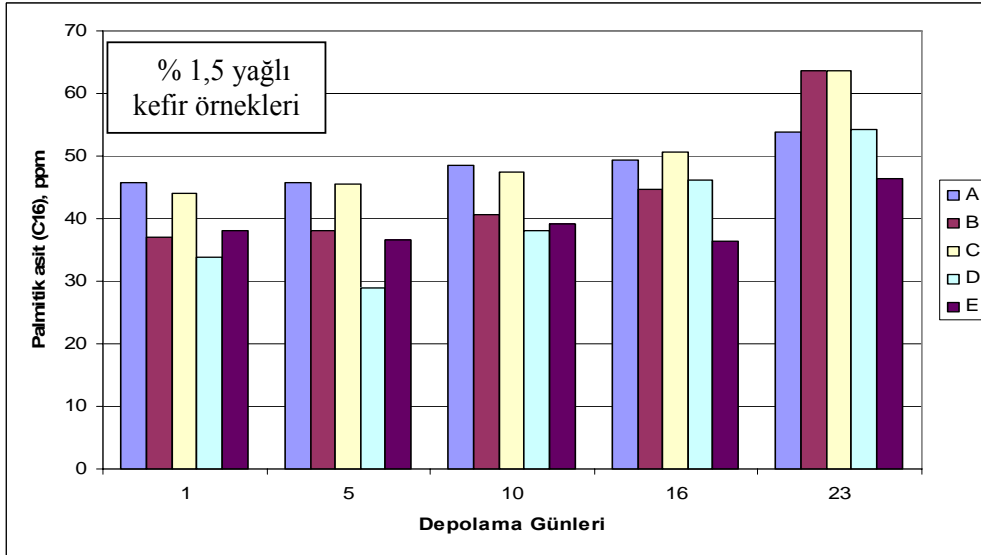
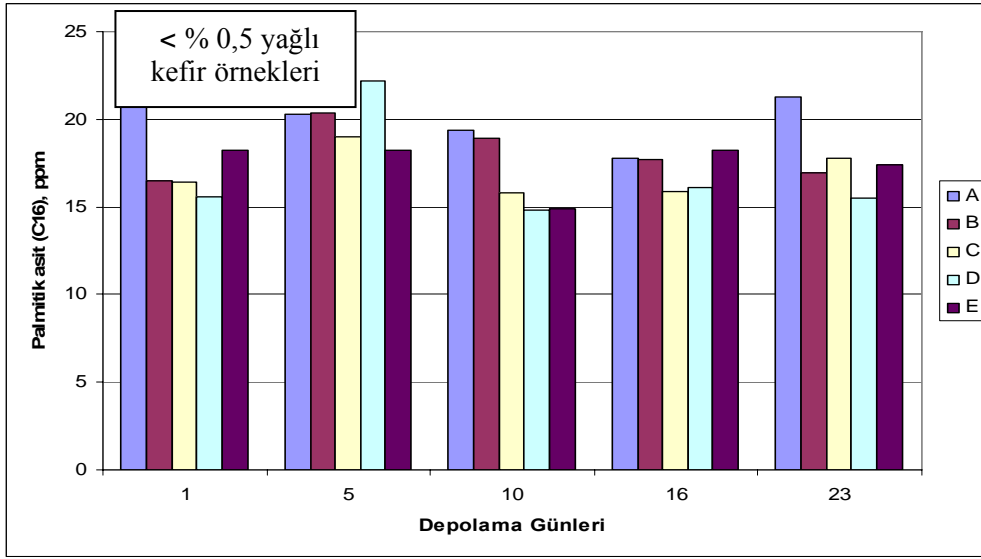
Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	17,59±0,63Cb	39,74±1,54Bbc	105,03±2,05Ac
5	20,03±1,13Ca	38,96±2,18Bc	108,57±1,86Ac
10	16,75±0,84Cb	42,74±1,97Bbc	115,97±4,55Ab
16	17,14±0,87Cb	45,44±1,76Bb	119,05±4,95Ab
23	17,78±1,09Cb	56,37±2,26Ba	127,41±4,62Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Depolamanın tüm günlerinde ve her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin palmitik asit içerikleri birbirinden farklı çıkmıştır. En yüksek palmitik asit içeriği diğer serbest yağ asitlerinde de olduğu gibi % 3,0 yağ içeren örneklerde ve depolamanın son gününde elde edilmiştir. Yağsız kefir örneklerinde palmitik asit içeriğinde depolamanın 10. gününde bir azalış görülmekte daha sonra ise artmaktadır. Bu artma yönündeki değişim kendi içinde birbirine benzer çıkmıştır. Yarım yağlı kefirlerde depolamanın 1. ve 10. günü birbirine yakın değerler gösterirken diğer günler farklı çıkmıştır. Yağlı örneklerde ise depolama süresince sürekli bir artış görülmekte ve bu artış depolamanın 1. ve 5. günü ile 10.ve 16. günlerde birbirine benzemektedir.

Yapılan bir çalışmada kefir örneklerinin süt ve yoğurda göre daha yüksek konsantrasyonlarda palmitik asit içerdiği ifade edilmektedir. Buna göre palmitik asit içeriği sütte 65,31 ppm, yoğurda 66,70 ppm ve kefirde ise 70,50 ppm olarak belirlenmiştir (Güzel-Seydim vd. 2006).



Şekil 4.19 Kefir örneklerinin palmitik asit (C<sub>16</sub>) içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.11.8 Stearik asit (C<sub>18:0</sub>)

Sistematik adı oktadekonoik asit olan stearik asit doymuş yağ asitidir. Molekül formülü C<sub>17</sub>H<sub>35</sub>-COOH'dır. Kozmetik sanayisinde ve sabun üretiminde kullanılmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin stearik asit (C<sub>18:0</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.48'de görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin stearik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.20'da grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.48 Kefir örneklerinin stearik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	11,352±0,17	14,340±3,36	14,500±3,40	14,540±1,43	16,040±4,22
A2	19,877±0,93	20,722±1,30	21,327±1,40	21,820±1,86	24,634±0,97
A3	44,580±3,11	48,610±6,42	50,300±18,0	52,100±17,50	55,800±8,37
B1	11,200±2,35	15,080±3,02	15,940±4,09	13,616±1,39	12,200±2,41
B2	17,211±1,28	19,770±1,90	21,880±1,87	21,340±2,79	29,480±4,60
B3	43,130±9,09	49,980±8,59	48,030±4,04	47,780±7,90	61,350±11,75
C1	11,780±3,09	13,820±3,41	15,668±0,60	12,977±1,70	13,970±2,75
C2	18,992±0,65	18,720±2,15	21,689±0,48	24,390±2,07	26,494±0,45
C3	51,330±3,08	49,160±5,02	53,300±18,00	52,700±18,80	60,830±17,19
D1	11,470±2,77	15,610±5,51	12,383±0,26	12,550±3,30	12,325±1,57
D2	17,016±1,01	17,253±1,19	17,916±0,66	16,040±2,62	19,357±1,43
D3	45,820±4,56	42,540±3,74	54,880±6,53	53,650±8,98	55,190±6,26
E1	14,830±4,17	14,740±7,13	12,520±2,24	14,900±6,48	11,752±1,23
E2	16,529±1,48	13,630±2,33	15,080±2,48	15,040±3,76	18,360±1,96
E3	43,050±4,21	41,730±2,19	49,700±9,30	45,730±4,46	53,980±5,74

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin stearik asit içeriklerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı grupların belirlenmesinde yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.49'da görülmektedir.

Çizelge 4.49 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin stearik asit ( $C_{18:0}$ ) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	12,12±0,71Cc	17,92±0,42Bb	45,58±1,41Ac
5	14,72±1,05Ca	18,02±0,77Bb	46,40±1,55Ac
10	14,20±0,69Ca	19,57±0,79Bb	51,25±3,20Ab
16	13,71±0,79Cb	19,73±1,12Bb	50,38±2,92Ab
23	13,25±0,71Cb	23,66±1,24Ba	57,43±2,48Aa

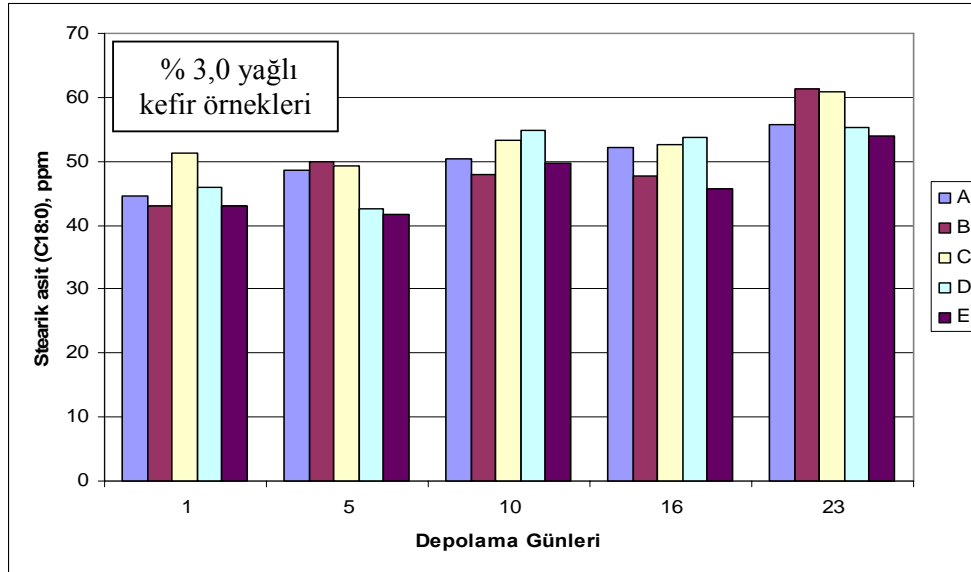
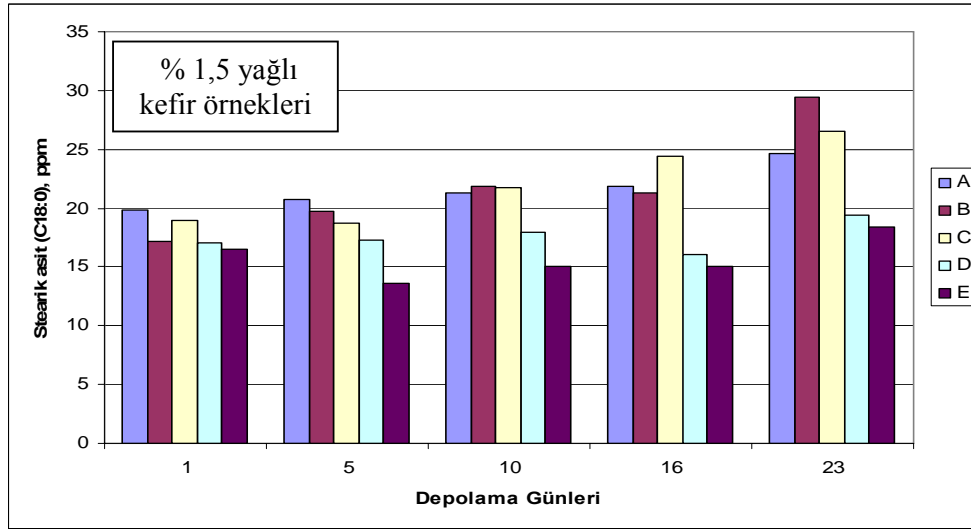
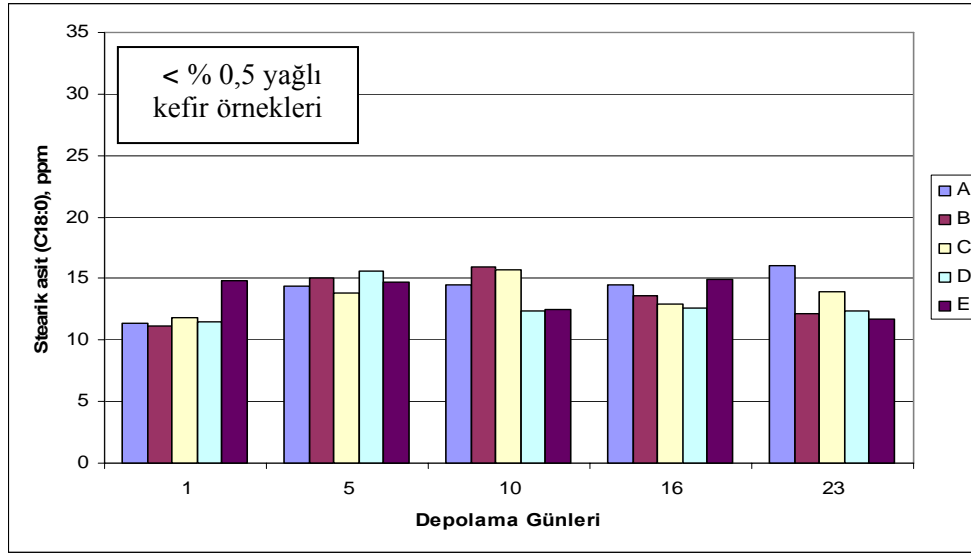
- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Depolamanın tüm günlerinde ve her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin stearik asit içerikleri birbirinden farklı çıkmıştır. Yağsız kefir örneklerinde stearik asit içeriklerinde artma ve azalma şeklinde bir eğilim görülmektedir. Depolamanın 10. gününe kadar artan stearik asit içeriği 16. ve 23. günlerde azalmıştır. Yarım yağlı örneklerde, rakamlara bakıldığında, artışlar sürekli devam etmekte fakat bu değişim depolamanın 1., 5., 10. ve 16. günlerinde birbirine benzerlik göstermektedir. Yağlı kefir örneklerinde ise, stearik asit içeriği depolama süresince artmakta ve depolamanın 1. ve 5. günü ile 10. ve 16. günlerindeki değerler birbirine yakın çıkmıştır.

Atamer vd. (2004) yoğurtlarla ilgili yaptıkları çalışmada set yoğurtların stearik asit içeriğini 19,22 ppm, süzme yoğurtlarında ise 41,28 ppm saptamışlardır.

Güzel-Seydim vd. (2006) stearik asit içeriğini yoğurtlarda 29,71 ppm, kefirlerde 31,58 ppm olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.20 Kefir örneklerinin stearik asit (C<sub>18:0</sub>) içeriğindeki değişimler



#### 4.2.1.11.9 Oleik asit (C<sub>18:1</sub>)

Oleik asit yapısında bir tane çift bağ içeren (monounsaturated), omega-9 yağ asitidir. Molekül formülü C<sub>18</sub>H<sub>34</sub>O<sub>2</sub>'dir. Bu asitin doymuş formu stearik asittir.

Kefir örneklerinin oleik asit (C<sub>18:1</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.50'de görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin oleik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.21'de grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.50 Kefir örneklerinin oleik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	5,810±3,56	4,520±1,86	4,263±0,77	4,301±0,55	4,843±1,13
A2	27,640±2,96	27,070±5,35	26,550±3,92	27,763±1,51	33,200±2,71
A3	87,230±12,4	97,870±10,55	97,590±9,14	103,690±15,5	112,120±14,9
B1	3,976±0,58	4,038±1,47	4,502±0,94	4,657±1,09	4,276±1,26
B2	24,050±1,97	25,124±1,58	27,192±0,89	26,570±1,76	38,710±6,74
B3	93,300±2,80	101,900±20,3	99,610±17,2	90,500±18,00	110,940±12,9
C1	3,577±1,43	4,680±1,83	3,549±0,14	4,100±0,39	4,475±1,22
C2	27,782±0,71	24,940±2,46	26,204±0,90	30,270±3,40	37,318±0,67
C3	105,30±22,7	101,640±13,8	98,220±6,84	95,440±14,25	116,370±6,73
D1	3,267±1,44	3,750±0,70	3,090±0,47	3,407±0,29	4,462±0,94
D2	22,700±2,91	21,180±3,57	22,470±3,39	29,480±2,05	28,960±1,44
D3	84,410±3,05	92,500±18,00	105,600±17,	100,700±23,3	105,880±13,2
E1	3,742±1,66	5,010±3,16	3,876±0,03	4,671±1,69	5,290±2,16
E2	25,972±1,22	18,810±4,41	24,700±2,35	20,050±3,50	26,780±3,37
E3	94,600±20,1	90,510±16,68	105,260±17,	94,780±15,24	102,290±10,8

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Kefir örneklerinin oleik asit içerikleri farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde değişmektedir ve bu değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır (p<0,05) (Çizelge 4.51).

Çizelge 4.51 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin oleik asit (C<sub>18:1</sub>) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

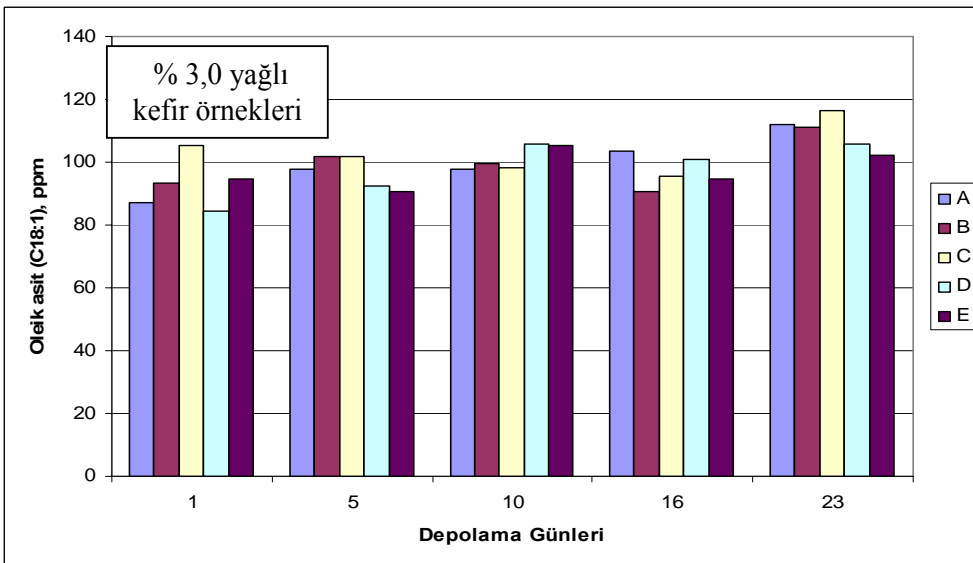
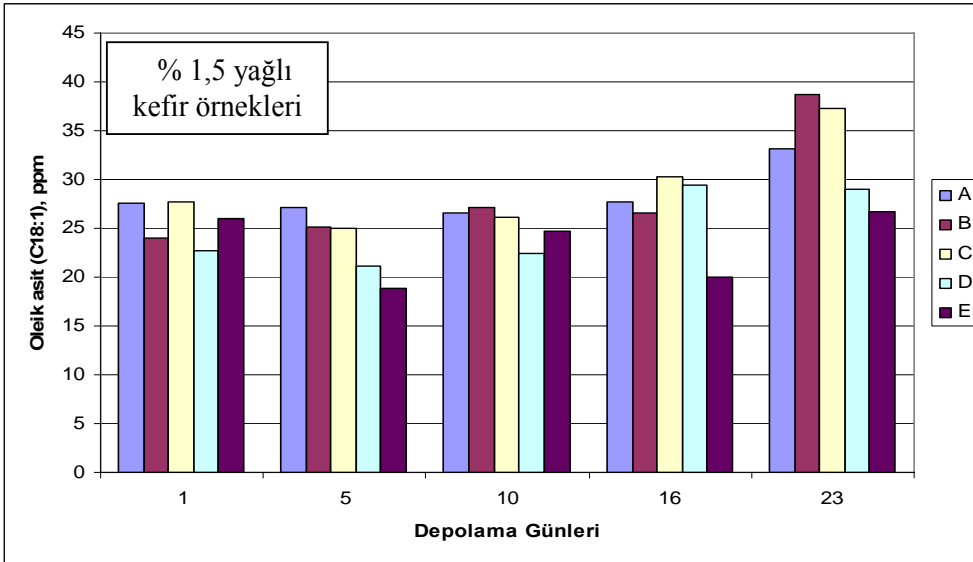
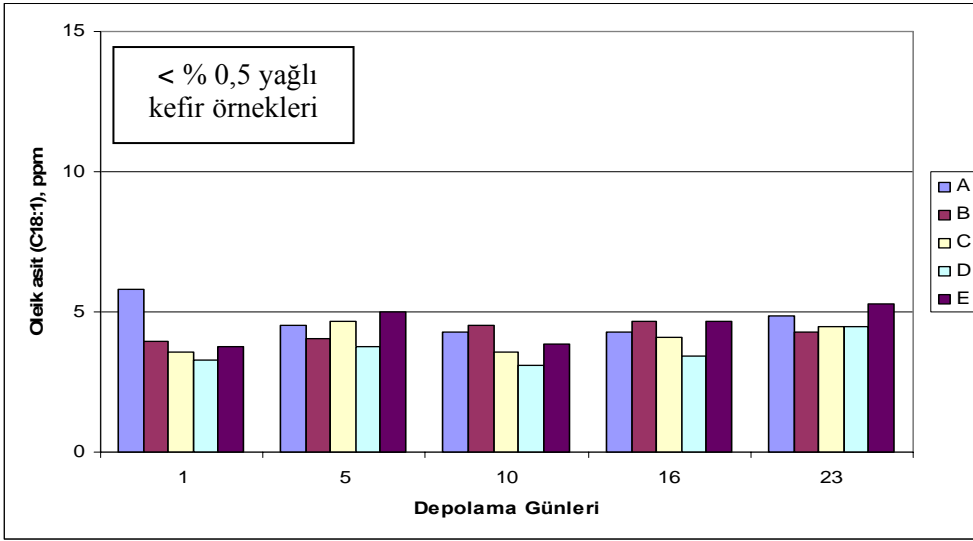
Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	4,07±0,49Ca	25,63±0,71Bb	92,98±4,36Ac
5	4,39±0,51Ca	23,42±1,14Bb	96,90±3,76Abc
10	3,85±0,18Cb	25,42±0,72Bb	101,26±3,27Ab
16	4,22±0,24Ca	26,83±1,12Bb	97,03±4,03Abc
23	4,66±0,32Ca	32,99±1,47Ba	109,52±2,95Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

Farklı grupların belirlenmesinde yapılan Duncan testi sonuçları Çizelge 4.51'de görülmektedir. Oleik asit içerikleri bakımından kefir örnekleri her üç yağ seviyesinde de birbirinden farklı çıkmıştır. Yağ oranı arttıkça oleik asit miktarı da artmaktadır. Her bir yağ seviyesinde depolama günlerinde oleik asit miktarı değişmektedir. Yağsız kefir örneklerinde depolamanın 10. gününde oleik asit miktarı azalmakta diğer günlerde ise artmaktadır. % 1,5 yağlı kefirlerde oleik asit içeriği bakımından depolamanın 1., 5., 10. ve 16. günleri birbirine benzer çıkarken depolamanın son günü farklı çıkmıştır. % 3,0 yağ içeren örneklerde ise depolamanın sadece 16. gününde oleik asit içeriğinde bir miktar azalış diğer günlerde artış görülmüştür.

Güzel-Seydim vd. (2006) oleik asit içeriğini yoğurtta 49,48 ppm, kefirde ise 52,37 ppm olarak belirlemiştir. Atamer vd. (2004) set ve süzme yoğurtlarında oleik asit miktarının depolama süresince azaldığını bildirmişlerdir.



Şekil 4.21 Kefir örneklerinin oleik asit (C<sub>18:1</sub>) içeriğindeki değişimler

#### 4.2.1.11.10 Linoleik asit (C<sub>18:2</sub>)

Linoleik asit doymamış bir omega-6 yağ asitidir. Yapısında 2 adet çift bağ bulundurmaktadır. Molekül formülü C<sub>18</sub>H<sub>32</sub>O<sub>2</sub>'dir. Araşidonik asitin biyosentezinde kullanılmaktadır. Ciltteki yararlı etkilerinden dolayı popülaritesi artmaktadır (Anonymous 2009).

Kefir örneklerinin linoleik asit (C<sub>18:2</sub>) içeriklerine ait ortalama değerler Çizelge 4.52'de görülmektedir. Depolama süresince kefir örneklerinin linoleik asit içeriklerindeki değişim ise Şekil 4.22'de grafik halinde verilmiştir.

Çizelge 4.52 Kefir örneklerinin linoleik asit içeriği (ppm)\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00
A2	2,914±0,62	2,088±0,88	1,652±0,44	1,465±0,31	1,726±0,44
A3	7,160±3,23	8,703±1,65	8,570±1,46	10,100±2,09	10,460±2,34
B1	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00
B2	1,440±0,18	1,408±0,28	1,713±0,05	1,934±0,13	2,093±0,20
B3	7,190±2,81	7,860±1,74	8,240±2,46	7,390±2,79	8,740±2,53
C1	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00
C2	2,848±0,66	2,824±0,43	3,066±0,10	3,764±0,17	3,895±0,32
C3	9,470±3,34	9,110±2,27	9,410±1,99	9,210±2,94	10,480±1,60
D1	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00
D2	2,428±0,32	1,873±0,66	1,930±0,32	1,633±0,68	1,784±0,12
D3	6,969±1,01	7,430±1,95	9,060±1,80	8,220±2,89	9,550±1,88
E1	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00	0,000±0,00
E2	1,497±0,39	1,607±0,77	2,082±0,33	1,727±0,72	2,171±0,34
E3	8,080±3,84	7,930±1,97	9,690±1,73	9,190±2,86	9,990±1,77

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Linoleik asit yağsız kefir örneklerinde belirlenememiştir. Yarım yağlı kefirlerde 1,408 ile 3,895 ppm arasında, yağlı örneklerde ise 6,969 ile 10,480 ppm arasında değişmektedir.

Kefir örneklerinin linoleik asit içeriklerindeki değişim, farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Farklı grupları belirlemek için yapılan Duncan testinde % 1,5 ve % 3,0 yağlı örnekler depolamanın tüm günlerinde farklı çıkmıştır. En yüksek linoleik asit içeriği % 3,0 yağlı örneklerde ve depolamanın son gününde elde edilmiştir.

Çizelge 4.53 Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin linoleik asit ( $C_{18:2}$ ) içeriklerindeki değişimin karşılaştırılması (ppm)

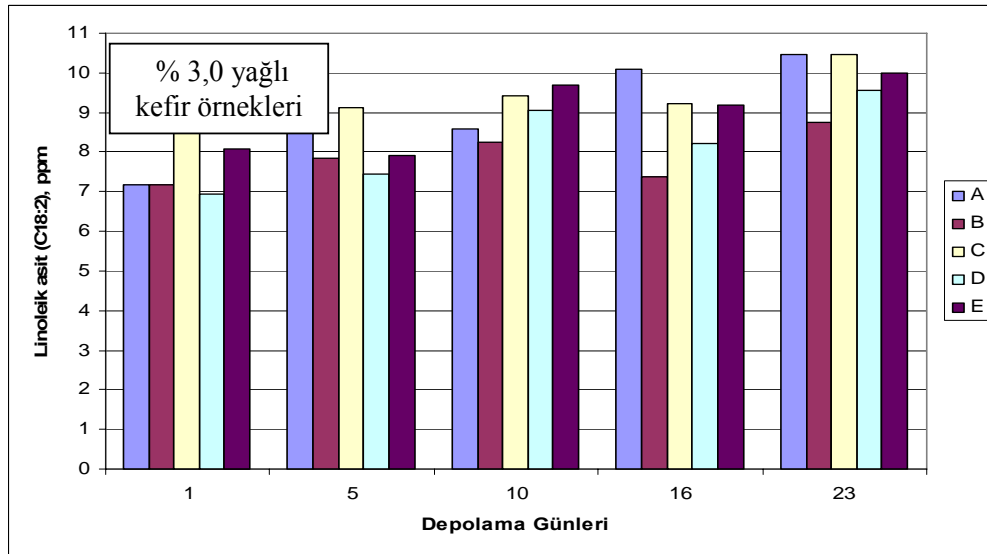
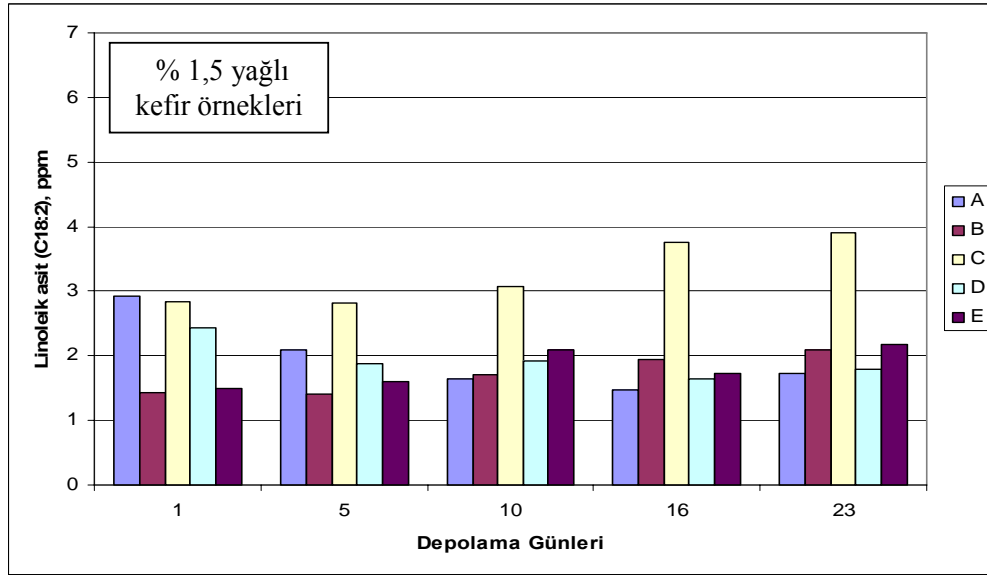
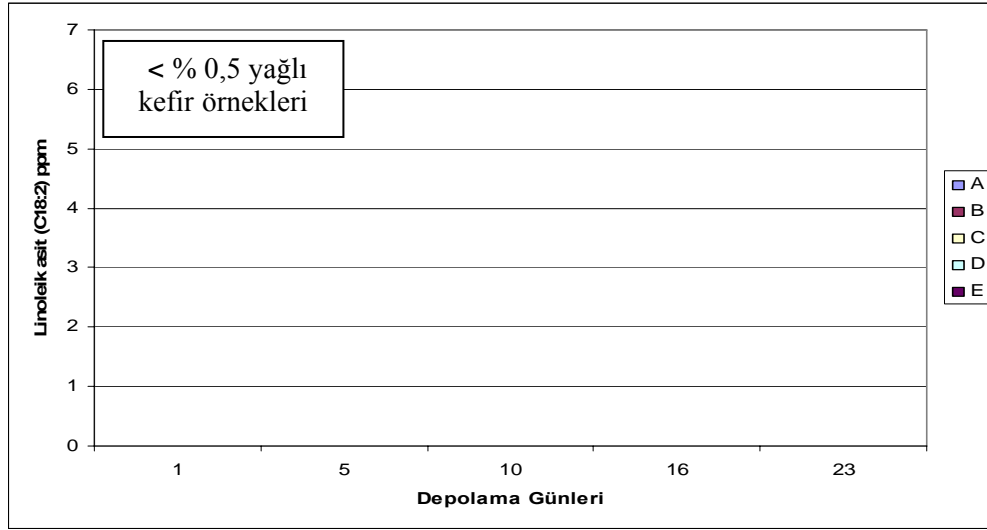
Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	0,00±0,0	2,22±0,20Ba	7,76±0,70Ad
5	0,00±0,0	1,96±0,19Ba	8,21±0,45Acd
10	0,00±0,0	2,08±0,15Ba	8,99±0,44Ab
16	0,00±0,0	2,10±0,24Ba	8,82±0,64Abc
23	0,00±0,0	2,33±0,22Ba	9,84±0,48Aa

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Atamer vd. (2004) set yoğurtlarında depolama süresince linoleik asit miktarının 6,62'den 0,71 ppm'e, süzme yoğurtlarında linoleik asit miktarının 15,27'den 3,78 ppm'e azaldığını ifade etmişlerdir.

Güzel-Seydim vd. (2006) yoğurtlarda linoleik asit miktarını 6,69 ppm, kefirlerde 7,05 ppm olarak belirlemişlerdir.



Şekil 4.22 Kefir örneklerinin linoleik asit (C<sub>18:2</sub>) içeriğindeki değişimler

### 4.3 Kefir Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Kefir örneklerinde mikrobiyolojik analizinde toplam aerobik mezofilik bakteri, laktokok, laktobasil, leukonostok ve maya sayımları yapılmıştır.

#### 4.3.1 Toplam aerobik mezofilik bakteri sayısı

Kefir örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri içerikleri standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.54’de verilmiştir. Şekil 4.23’de de grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.54 Kefir örneklerinin toplam aerobik mezofilik bakteri sayıları, log<sub>10</sub> kob/mL\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün
A1	8,23±0,54	8,74±0,47	9,39±0,56	9,68±0,44	9,44±0,38
A2	9,64±0,18	10,13±0,31	9,41±0,36	8,44±0,19	7,56±0,32
A3	8,64±0,27	9,07±0,00	8,96±0,33	9,13±0,44	8,99±0,62
B1	8,24±0,63	9,01±0,85	9,43±0,87	8,95±0,27	8,28±0,15
B2	10,15±0,58	10,52±0,33	9,91±0,65	9,45±0,82	8,13±0,91
B3	8,53±0,82	9,24±0,62	9,30±0,29	9,01±0,72	8,33±0,18
C1	8,27±0,41	9,24±0,49	9,45±0,45	9,04±0,56	8,61±0,51
C2	8,96±0,62	9,84±0,42	9,59±0,57	10,02±1,05	8,13±0,50
C3	8,66±0,06	8,95±0,49	9,57±0,91	8,96±0,82	8,17±0,20
D1	9,10±0,61	9,33±0,52	9,50±0,56	9,22±0,90	9,31±0,61
D2	9,46±0,16	10,20±0,33	10,05±0,97	8,91±0,80	8,50±1,45
D3	8,48±0,13	10,01±0,58	9,55±0,55	9,32±0,23	8,90±0,08
E1	9,12±0,47	9,47±0,14	10,09±0,15	9,81±0,13	9,70±0,66
E2	9,85±0,89	9,67±1,03	9,76±0,53	9,36±0,48	7,73±0,83
E3	7,54±0,33	8,86±0,82	9,14±0,89	8,88±0,24	8,32±0,07

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.55 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	8,59±0,16Bc	9,61±0,16Ab	8,37±0,14Bb
5	9,16±0,13Bb	10,07±0,14Aa	9,23±0,16Ba
10	9,57±0,14Aa	9,74±0,15Aab	9,30±0,15Aa
16	9,34±0,14Aab	9,23±0,21Ac	9,06±0,12Aa
23	9,07±0,18Ab	8,01±0,21Cd	8,54±0,11Bb

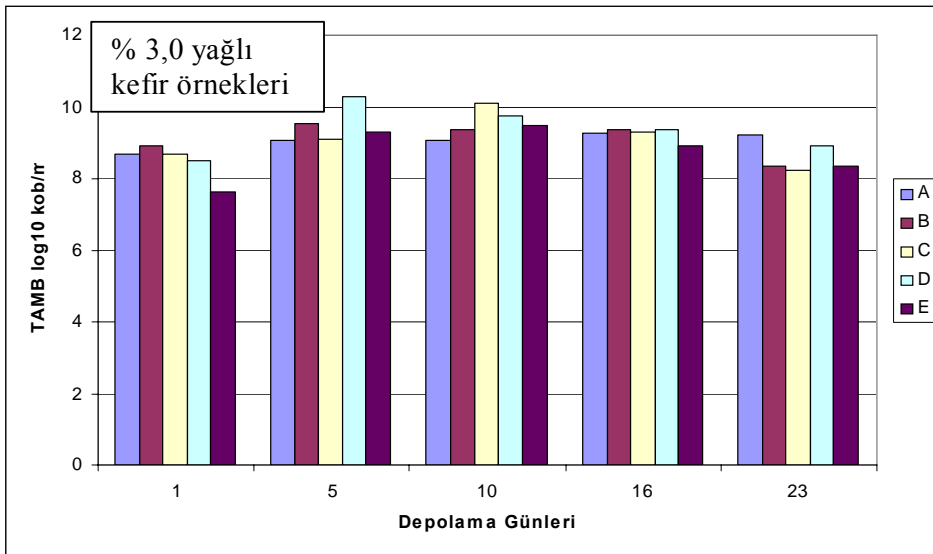
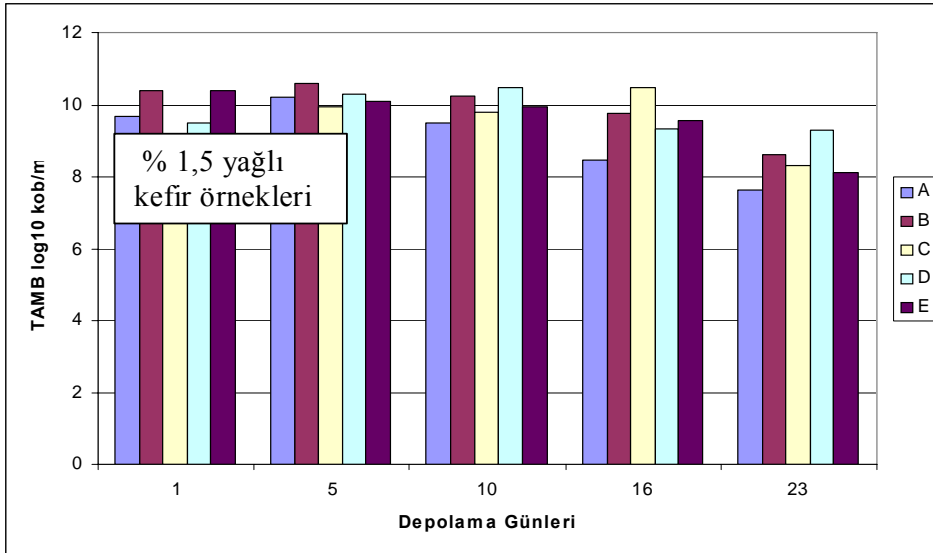
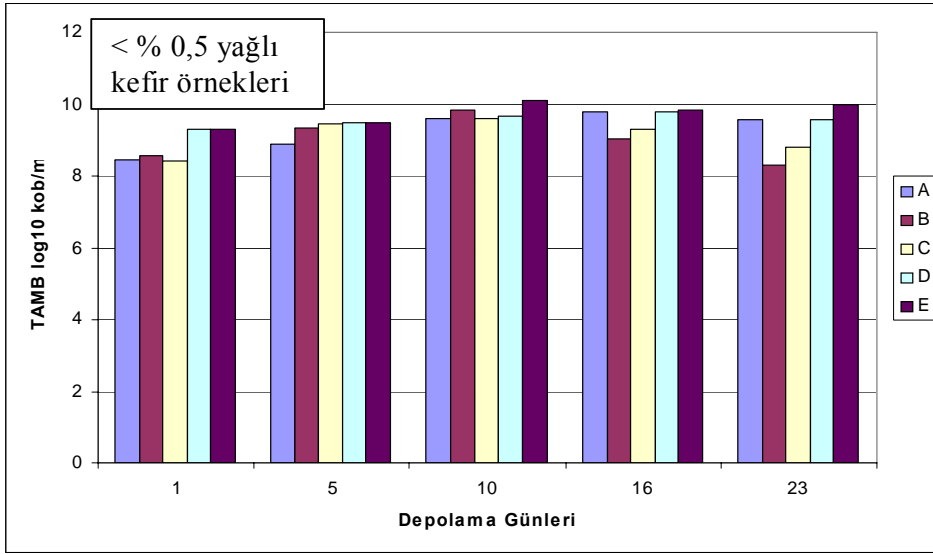
-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Yapılan varyans analizinde örnekler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). Depolama günleri ve yağ oranları arasındaki interaksiyon önemli çıkmıştır ( $p<0,01$ ). Duncan testi sonuçlarına göre; depolamanın 1. ve 5. gününde < % 0,5 yağlı ve % 3,0 yağlı örneklerin toplam bakteri içeriği birbirine benzerken, % 1,5 yağlı örneklerde daha yüksek olduğu saptanmıştır. Depolamanın ilerlemesiyle 10. ve 16. günde tüm yağ oranlarında toplam bakteri içeriği birbirine yakın değerler göstermiştir. Son günde ise tüm örneklerde azalma görülmüş ve her bir yağ seviyesinde örnekler birbirinden farklı bulunmuştur ( $p<0,05$ ).

Her üç yağ seviyesinde de örneklerin toplam mezofilik aerobik bakteri içeriği depolamanın 10. gününe kadar artmış sonra azalmıştır. Depolama süresince mikroorganizma gelişimi ve fermentasyon devam etmekte ve fermentasyon sonucunda laktik asit gibi bir takım organik asitler oluşmaktadır. Dolayısıyla artan asitliğe bağlı olarak mikroorganizma gelişimi durmaktadır. Bu çalışmadan da görüldüğü gibi, depolamanın 10. gününden sonra toplam bakteri içeriğinde görülen azalma asitliğin ilerlemesi sonucu bakterilerin inhibe olmasına bağlanabilir.





Şekil 4.23 Kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayılarındaki değişim

Garcia-Fontan vd. (2005) kefirle ilgili yaptıkları çalışmada, fermentasyonun başlangıcında toplam mezofilik aerobik bakteri sayısının 6,5 logaritmik birim olduğunu, fermentasyonun 24. saatinde ise 1,5 logaritmik birim arttığını ifade etmişlerdir. Fermentasyonun ilerlemesiyle artışın devam ettiği bildirilmiştir. Başka bir çalışmada ise, farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen kefirlerin mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişim incelenmiş ve toplam bakteri içeriğinin depolama süresince azaldığı tespit edilmiştir. Toplam bakteri sayısı fermentasyonun birinci gününde 8,7 log<sub>10</sub> kob/mL iken, fermentasyonun 21. gününde 7,4-7,7 log<sub>10</sub> kob/mL arasında değişmiştir (Alpkent ve Küçükçetin 2000).

Kefir örneklerinin toplam mezofilik aerobik bakteri sayıları bu çalışmada 7,54-10,52 log<sub>10</sub> kob/mL olarak belirlenmiştir. Depolamanın 23. gününde en yüksek toplam bakteri sayısı 9,7 log<sub>10</sub> kob/mL ile geleneksel yöntemle üretilen E örneğinde elde edilmiştir. E örneğinin toplam bakteri içeriği starter kültür katkılı diğer örneklerle göre yüksek bulunmuştur. Bu durum geleneksel kefirin mikroorganizma içeriğinin kontrolsüz bir şekilde artmasından ileri gelmektedir. İkinci fermentasyonun uygulandığı örneklerde ise, depolamanın son gününde 9,44 log<sub>10</sub> kob/mL ile termofilik kültür katkılı A örneği en yüksek sayıya sahip olmuştur. Elde edilen değerlerin bu konuda yapılan diğer çalışmalarda belirlenen değerlerden yüksek olduğu görülmektedir.

#### **4.3.2 *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı**

Örneklerde *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.56'da verilmiş ve depolama süresince meydana gelen değişim Şekil 4.24'de gösterilmiştir.

Varyans analizi sonucunda örneklerin *Lactococcus* cinsi bakteri içerikleri arasındaki fark istatistik olarak önemli çıkmıştır (p<0,05). En yüksek *Lactococcus* sayısı A örneğinde elde edilmiş, bunu B ve C örnekleri takip etmiştir. En düşük *Lactococcus* sayısı ise D örneğinde elde edilmiştir. Kontrol grubu olan E örneğinde ise, diğer üç örneğe yakın sayıda *Lactococcus* saptanmıştır.

Çizelge 4.56 Kefir örneklerinin *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı, log<sub>10</sub> kob/mL\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	6,75±0,70	6,50±1,23	7,51±1,13	7,07±0,18	7,41±0,32
A2	9,03±0,51	9,40±0,009	8,47±0,34	8,13±0,76	7,24±1,19
A3	6,74±0,61	7,54±1,10	8,42±0,53	7,77±0,14	7,10±0,54
B1	6,59±0,83	6,99±0,58	7,39±0,77	7,04±0,27	7,15±0,48
B2	9,12±0,11	10,26±0,25	9,55±0,09	8,62±0,14	6,79±1,22
B3	5,85±0,68	7,23±0,69	8,44±0,29	7,55±0,24	7,06±0,72
C1	6,92±0,78	7,06±0,62	7,21±0,67	7,00±0,25	7,32±0,58
C2	8,31±0,19	9,34±0,43	8,84±0,30	8,38±0,27	6,74±1,12
C3	6,17±0,69	7,68±0,18	8,56±0,25	7,48±0,04	6,63±0,20
D1	6,76±0,07	6,25±0,60	6,36±0,32	6,73±0,34	7,13±0,49
D2	8,03±0,42	9,40±0,44	8,58±0,64	7,09±0,42	6,33±1,22
D3	6,29±0,40	7,08±0,13	7,69±0,47	7,23±0,18	6,69±0,51
E1	5,96±0,19	6,55±0,65	7,08±0,72	7,61±0,26	7,38±0,56
E2	9,44±0,22	9,51±0,36	8,75±0,36	6,76±0,56	6,71±0,42
E3	6,18±0,53	6,95±1,48	8,25±0,41	7,62±0,28	6,59±0,57

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.57 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin *Lactococcus* cinsi bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	6,06±0,16Bb	8,79±0,15Ab	6,25±0,15Bd
5	6,67±0,18Cb	9,58±0,11Aa	7,30±0,20Bb
10	7,11±0,19Ca	8,84±0,13Ab	8,27±0,12Ba
16	7,09±0,09Ba	7,80±0,22Ac	7,53±0,06Ab
23	7,28±0,11Aa	6,76±0,24Bd	6,81±0,13Bc

-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Depolama süreleri ve yağ oranları arasındaki interaksiyon  $p< 0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. Depolamanın 1. gününde <% 0,5 ve % 3,0 yağlı örneklerin *Lactococcus* sayıları birbirine benzerken % 1,5 yağlı örnekler farklı sayıya sahip olmuştur. Depolamanın 5. ve 10. gününde tüm yağ seviyelerinde farklılık görülmektedir (Çizelge

4.57). 16. ve 23. günde ise % 1,5 ve % 3,0 yağlı örnekler birbirine benzerken < % 0,5 yağlı örnekler farklılık göstermiştir.

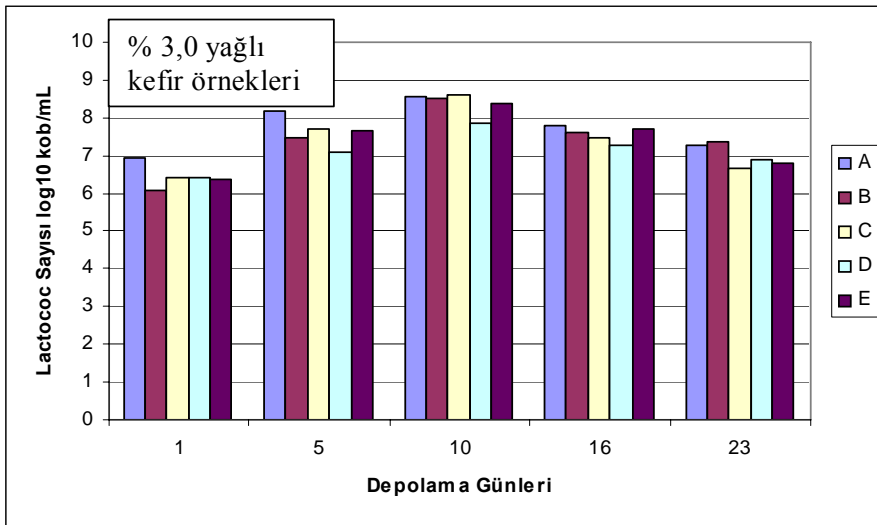
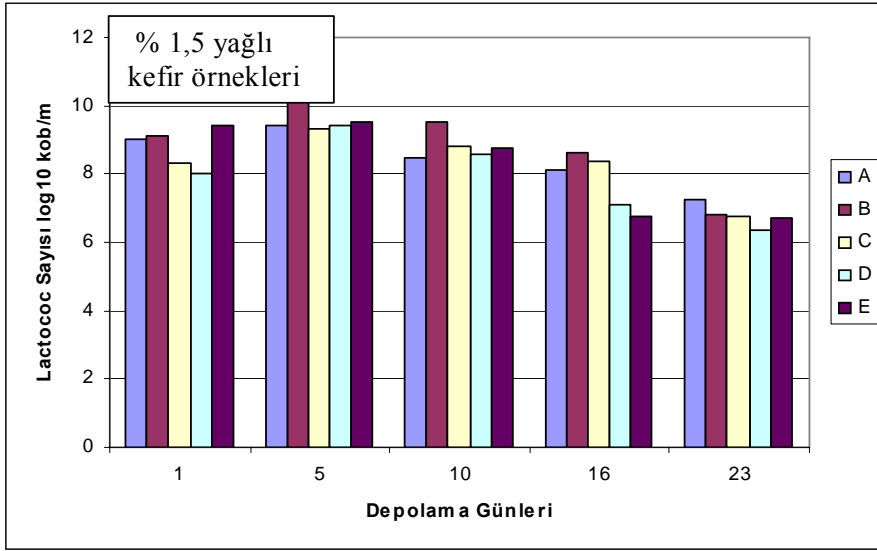
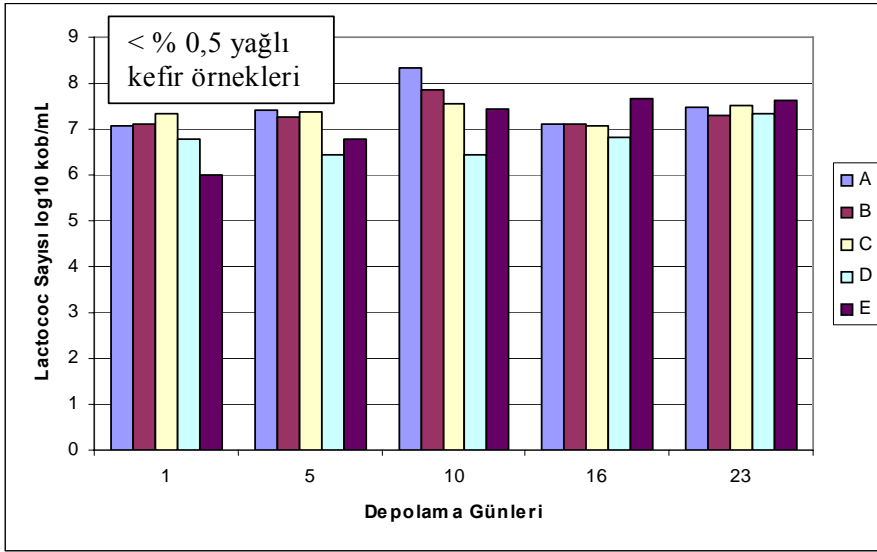
Yağ seviyeleri ele alındığında, depolama günleri arasındaki farklılık da önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). Yağsız (< % 0,5 yağlı) örneklerde *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı 5. günde değişmezken, 10. günde artmış, daha sonra sabit kalmıştır. % 1,5 yağlı örneklerde 5. günde artmış, diğer günlerde azalma göstermiştir. % 3,0 yağlı kefir örneklerinde ise depolamanın 10. gününe kadar bir artış, daha sonra ise azalış görülmüştür.

Kefirlerde *Lactococcus* cinsi bakteri içeriğinin 24 saatlik fermentasyon süresince arttığı ve maksimum seviyesine ulaştığı, daha sonra fermentasyon sonucunda ise azaldığı Garcia-Fontan vd. (2005) tarafından bildirilmektedir.

Kefirin depolanması sırasında mikrobiyolojik değişimleri inceleyen Irigoyen vd. (2005) *Lactococcus* sayısını  $10^8$  kob/mL olarak belirlemişlerdir. İrlanda'da kefirin mikrobiyel içeriği üzerinde yürütülen başka bir çalışmada ise, 21 °C'de inkübasyon sonucunda *Lactococcus* sayısı  $10^9$  kob/mL olarak belirlenmiştir (Rea vd. 1996).

Kefir ve kefir danelerinin fermentasyon ve depolama sırasında mikrobiyel içeriğindeki değişimi inceleyen Güzel-Seydim vd. (2005), fermentasyonun başlangıcında  $3,75 \log_{10}$  kob/mL olan *Lactococcus* sayısının, 22 saat sonra  $8,64 \log_{10}$  kob/mL olduğunu ve depolama sırasında artan asitliğe bağlı olarak azaldığını ifade etmişlerdir.

Kefir danelerinin korunmasında karşılaştırmalı bir araştırma yapan Garrote vd. (1997), kefir daneleri ile sütün fermentasyonu sırasında *Lactococcus* sayısının fermentasyonun 20. saatinde  $10^4$  kob/mL, 50. saatinde ise  $10^9$  kob/mL olduğunu ve daha sonra sabit kaldığını gözlemlemişlerdir.



Şekil 4.24. Kefir örneklerinin *Lactococcus* cinsi bakteri sayısındaki değişim

Kefirle ilgili yapılan başka bir çalışmada, *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı daneden üretilen kefirde  $20,3 \times 10^{11}$  kob/mL, 7 günlük depolama sonunda  $19 \times 10^{11}$  kob/mL, starter kültür kullanılarak üretilen taze kefirlerde  $4,2 \times 10^{11}$  kob/mL ile  $11,2 \times 10^{11}$  kob/mL bulunmuştur. Depolamanın sonunda ise *Lactococcus* sayısı sırasıyla  $3,9 \times 10^{11}$  ve  $10,9 \times 10^{11}$  kob/mL olmuştur (Beshkova vd. 2002).

Bu tez çalışmasında ise kefir örneklerinin *Lactococcus* cinsi bakteri sayısı 5,85 ile 9,55  $\log_{10}$  kob/mL arasında değişmiştir. Elde edilen bulgular Garrote vd. (1997)'nin değerleriyle benzerlik göstermiş, Güzel-Seydim vd. (2005)'nin bulgularından yüksek, Beshkova vd. (2002)'nin belirlediği sayıdan düşük olduğu bulunmuştur.

#### 4.3.3 *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısı

Deneme örneklerinin *Lactobacillus* cinsi bakteri sayıları standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.58'da verilmiştir. Depolama süresince kefirlerin *Lactobacillus* sayılarındaki değişim de Şekil 4.25'de grafik halinde gösterilmiştir.

Yapılan varyans analizinde *Lactobacillus* içerikleri bakımından örnekler arasında belirlenen farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ). *Lactobacillus* sayısının B örneğinde en yüksek, D örneğinde ise en düşük düzeyde olduğu belirlenmiştir. A ve E örneklerinde ise *Lactobacillus* içeriği birbirine benzer çıkmıştır. B örneğinde kefir danesinden gelen *Lactobacillus* cinsi bakterilerin yanı sıra ikinci fermentasyonda kullanılan probiyotik kültür (% 5 oranında) içinde de *Lactobacillus* cinsi bakterilerin yer alması (*Lactobacillus acidophilus*) bu sonucun elde edilmesine neden olmuştur. Benzer şekilde D örneğinde ise sadece daneden gelen *Lactobacillus* cinsi mikroorganizma bulunmaktadır. İkinci fermentasyonda maya kültürü kullanıldığı için daha az sayıda bulunmuştur.

Depolama günleri ve yağ oranları arasındaki interaksiyon önemli çıkmıştır ( $p < 0,01$ ). Önemli grupların belirlenmesinde yararlanılan Duncan testi sonuçlarına göre; depolamanın 1. ve 10. günlerinde yağsız ( $< \% 0,5$ ) ve yağlı (% 3,0) örnekler birbirine benzerken, yarım yağlı (% 1,5) örnekler farklı bulunmuştur. Depolamanın ilerlemesiyle

16. ve 23. günlerde ise tüm yağ seviyelerinde örneklerin *Lactobacillus* içerikleri birbirinin aynı olmuştur.

Çizelge 4.58 Kefir örneklerinin *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısı, log<sub>10</sub> kob/mL\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	7,23±0,26	7,59±0,61	8,33±0,40	7,24±0,43	6,66±0,42
A2	9,04±1,07	9,75±0,61	8,54±0,17	7,67±0,14	6,96±0,89
A3	7,46±0,54	7,13±0,72	8,05±0,54	7,77±0,04	7,19±0,61
B1	6,83±0,72	7,64±0,42	8,18±0,46	7,71±0,28	6,84±0,70
B2	9,04±0,30	10,42±0,44	9,30±0,14	7,61±0,19	6,72±0,71
B3	7,38±0,32	7,79±0,32	8,18±0,30	8,08±0,90	7,78±1,10
C1	7,31±0,40	7,97±0,51	8,55±0,05	7,72±0,32	7,21±0,17
C2	7,87±0,47	8,95±0,29	8,72±0,31	7,35±0,17	7,24±0,18
C3	6,63±0,25	7,39±0,37	8,35±0,59	7,20±0,12	6,36±0,35
D1	6,89±0,16	7,33±0,77	7,58±0,21	6,80±0,39	6,43±0,38
D2	8,07±0,09	9,24±0,23	8,54±0,54	6,85±0,75	6,51±0,46
D3	6,48±0,40	7,32±0,20	8,06±0,51	7,33±0,27	6,77±0,59
E1	7,39±0,39	8,30±0,48	8,16±0,23	7,55±0,31	6,85±0,36
E2	9,25±0,40	9,59±0,28	9,06±0,59	7,41±0,65	7,00±0,82
E3	6,76±0,06	7,18±0,35	7,76±1,23	7,65±0,35	7,23±0,56

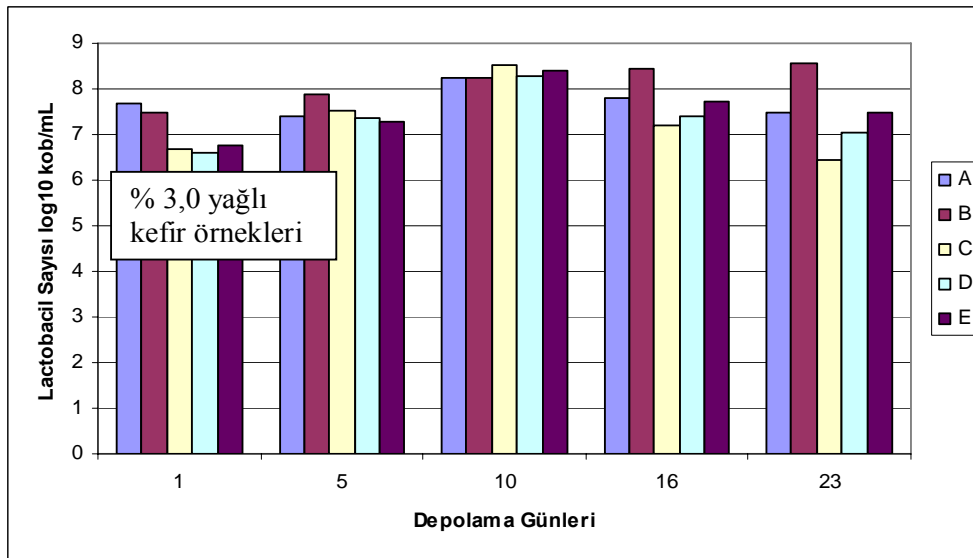
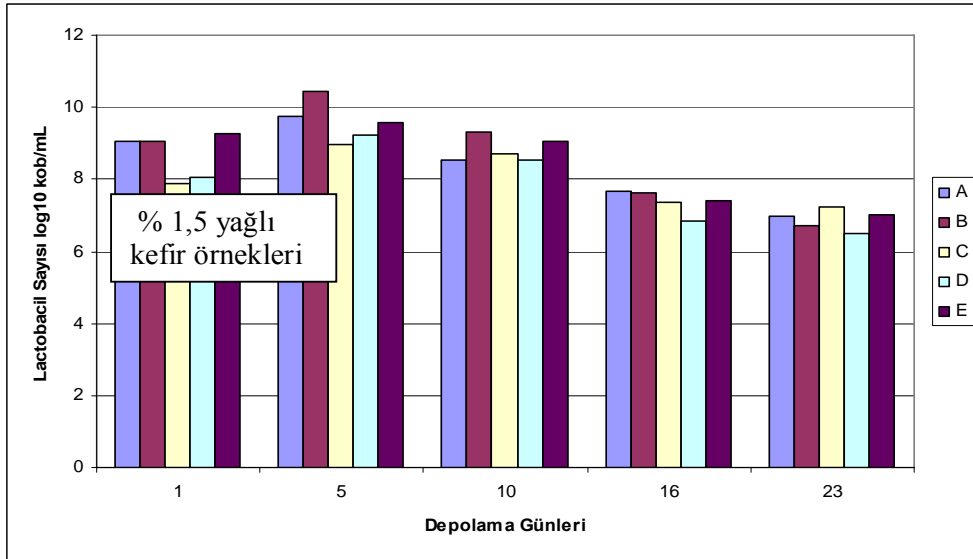
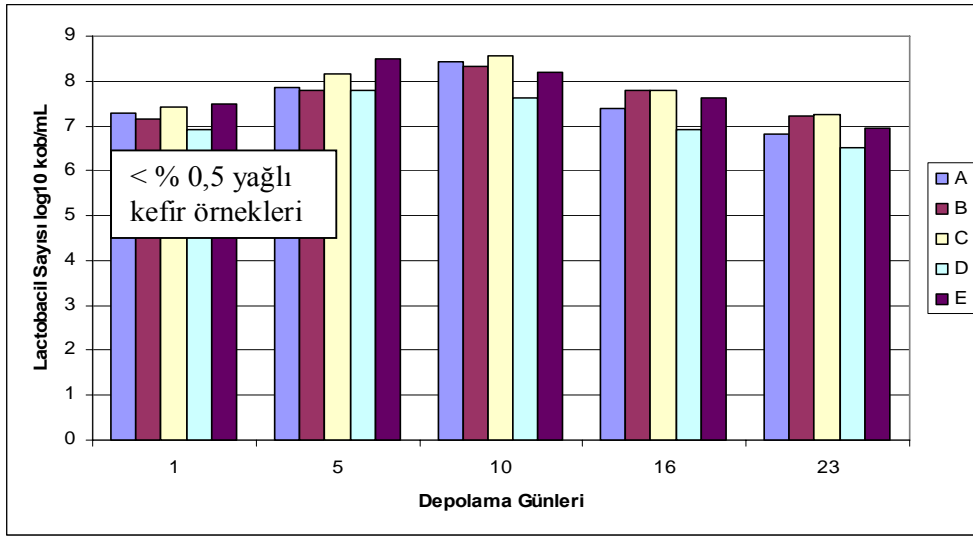
\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.59 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısındaki değişim (log<sub>10</sub> kob/mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	7,13±0,11Bc	8,65±0,19Ab	6,94±0,13Bd
5	7,77±0,15Bb	9,59±0,16Aa	7,36±0,11Cbc
10	8,16±0,10Ba	8,83±0,11Ab	8,08±0,16Ba
16	7,41±0,12Ac	7,38±0,12Ac	7,61±0,13Ab
23	6,80±0,11Ad	6,89±0,16Ad	7,06±0,19Acd

-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir (p<0,05).



Şekil 4.25 Kefir örneklerinin *Lactobacillus* cinsi bakteri sayılarındaki değişim



Her bir yağ seviyesinde depolama günlerindeki değişime bakıldığında, depolamanın 1., 5. ve 10. günlerinde *Lactobacillus* sayısı artmış, 16. ve 23. günlerde ise azalmıştır. Bu durum gelişen asitliğe bağlı olarak mikroorganizma gelişiminin durması şeklinde yorumlanabilir.

Daneden üretilen kefirlerde 1. günde *Lactobacillus* sayısı  $11,0 \times 10^8$  kob/mL iken, 7. günün sonunda  $10,5 \times 10^8$  kob/mL'ye azalmıştır. Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde ise 1. günde *Lactobacillus* sayısı  $4,45 \times 10^9$  ve  $20 \times 10^{11}$  kob/mL iken, depolamanın sonunda sırasıyla  $4,0 \times 10^9$  ve  $19,5 \times 10^{11}$  kob/mL olarak belirlenmiştir (Beshkova vd. 2002).

Güzel-Seydim vd. (2005) kefirin fermentasyonu sırasında *Lactobacillus* sayısının arttığını, 5. saatin sonunda  $6,26 \log_{10}$  kob/mL'e eriştiğini ve 14. güne kadar yine arttığını, fakat depolamanın sonunda (21 gün) azalma görüldüğünü bildirmişlerdir.

Kefirin mikrobiyolojik, fizikokimyasal ve duyuşsal özelliklerindeki değişimin incelendiği bir çalışmada (Irigoyen vd. 2005), başlangıçta  $8 \log_{10}$  kob/mL olan *Lactobacillus* sayısının depolamanın 14. gününe kadar 1,5 logaritmik birim azaldığı ve sonrasında 28 günlük depolama süresince sabit kaldığı ifade edilmiştir.

Yapılan başka bir çalışmada, *Lactobacillus* cinsi bakteri sayısının fermentasyonun 20. saatine kadar sabit olduğu, 50. saatinde  $10^8$  kob/mL'e, 100. saatinde ise  $10^9$  kob/mL'e ulaştığı bildirilmiştir (Garrote vd. 1997).

Koroleva (1982) ise kefirlerde *Lactobacillus* sayısının  $10^2$ - $10^3$  kob/mL'den biraz daha yüksek olduğunu bildirmiştir.

Söz konusu bu çalışmada ise *Lactobacillus* sayısı  $9,75$ - $6,36 \log_{10}$  kob/mL arasında değişmiştir. Yukarıdaki literatür bilgileriyle karşılaştırıldığında saptanan değerler, Koroleva (1982)'nin belirlediğinden daha yüksek, Beshkova vd. (2002)'nin bulgularından ise düşüktür. Bu konuda yapılmış diğer çalışmalarda (Garrote vd. 1997,

Güzel-Seydim vd. 2005, Irigoyen vd. 2005) elde edilen verilerle benzerlik göstermektedir.

#### 4.3.4 *Leuconostoc* cinsi bakteri sayısı

Örneklerin *Leuconostoc* cinsi bakteri sayıları standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.60'da verilmiştir. Depolama süresince *Leuconostoc* cinsi bakteri sayılarındaki değişim de Şekil 4.26'da grafik halinde sunulmuştur.

Çizelge 4.60 Kefir örneklerinin *Leuconostoc* cinsi bakteri sayısı,  $\log_{10}$  kob/mL\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün
A1	8,01±0,37	8,63±0,37	8,83±0,38	8,85±0,24	8,93±0,31
A2	8,88±0,30	9,54±0,44	8,42±0,22	7,89±0,65	7,22±0,79
A3	7,78±0,50	8,15±0,48	8,76±0,18	8,48±0,23	8,07±0,46
B1	7,81±0,70	8,82±0,43	9,09±0,31	8,14±0,14	8,14±0,34
B2	9,86±0,37	9,50±0,48	8,45±1,06	7,12±0,85	6,88±0,91
B3	7,31±0,21	7,17±0,86	8,78±0,36	8,12±0,51	7,36±0,35
C1	8,42±0,58	8,90±0,32	9,18±0,12	8,50±0,58	8,42±0,78
C2	8,68±0,33	9,00±0,32	8,80±0,07	8,31±0,34	7,08±1,09
C3	7,44±0,24	7,69±0,96	8,72±0,30	8,78±0,56	8,48±1,33
D1	7,58±0,66	8,41±0,50	8,74±0,28	8,40±0,52	8,10±0,50
D2	8,85±0,20	9,21±0,77	8,15±1,03	7,33±1,24	6,73±0,89
D3	7,47±0,34	7,72±1,22	8,15±0,10	8,48±0,14	8,35±0,27
E1	8,24±0,59	8,85±0,67	9,14±0,27	8,55±0,46	8,23±0,42
E2	9,82±0,37	9,03±0,64	8,59±1,36	7,80±0,20	7,21±0,81
E3	8,46±0,50	7,83±0,93	7,85±0,52	8,08±0,59	7,58±0,22

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin *Leuconostoc* sayılarındaki değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ) (Çizelge 4.61). Yapılan Duncan testi sonuçlarına göre, depolamanın ilerlemesine paralel olarak *Leuconostoc* cinsi bakteri sayıları azalmaktadır. Yağsız örneklerde depolamanın 10. gününden sonra, yarım yağlı örneklerde 5. gününden sonra, yağlı örneklerde ise 16. gününden sonra azalış tespit edilmiştir. Depolamanın 5. gününde her üç yağ seviyesinde kefir örneklerinin *Leuconostoc* cinsi bakteri sayıları birbirinden farklı çıkmıştır.

Çizelge 4.61 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde *Leuconostoc* cinsi bakteri sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	8,01±0,15Bc	9,22±0,15Aa	7,69±0,13Bb
5	8,72±0,11Bab	9,26±0,13Aa	7,71±0,21Cb
10	9,00±0,07Aa	8,48±0,20Bb	8,45±0,12Ba
16	8,49±0,11Ab	7,69±0,20Bc	8,39±0,12Aa
23	8,36±0,13Abc	7,02±0,20Bd	7,97±0,18Ab

-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

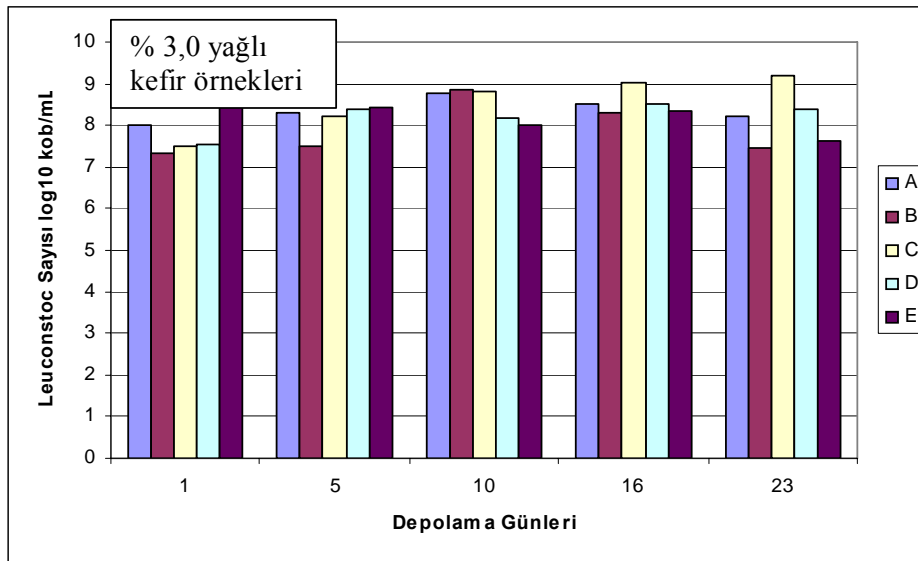
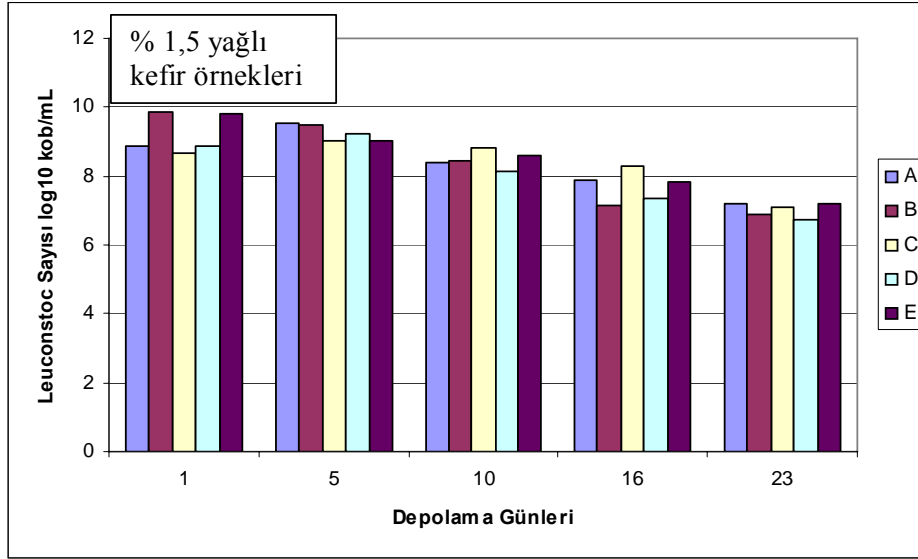
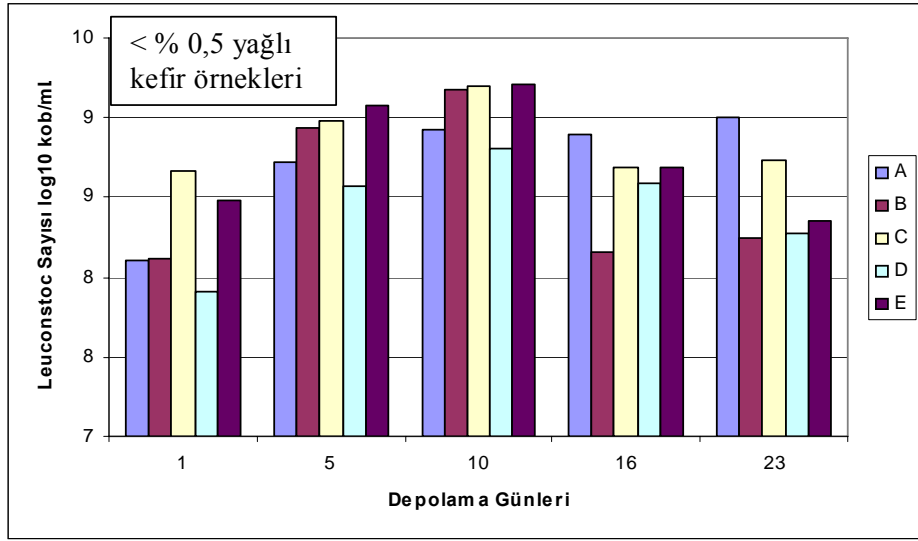
Farklı örneklerde ve farklı depolama sürelerinde *Leuconostoc* cinsi bakteri sayısındaki değişim de istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Çizelge 4.62. incelendiğinde depolamanın 1. gününde A, C ve D örnekleri ile B ve E örneklerinin birbirine benzediği görülmektedir. Depolamanın belirli bir gününden sonra tüm örneklerde *Leuconostoc* sayısı azalmıştır.

Çizelge 4.62 Farklı örneklerde ve farklı depolama sürelerinde *Leuconostoc* cinsi bakteri sayısındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/mL)

Depolama süresi (gün)	A	B	C	D	E
1	8,22±0,20Bbc	8,33±0,41Aba	8,18±0,22Bbc	7,97±0,25Bab	8,84±0,28Aa
5	8,78±0,24Aa	8,49±0,39Aa	8,53±0,27Aab	8,45±0,33Aa	8,57±0,29Aab
10	8,67±0,10Aab	8,77±0,21Aa	8,90±0,09Aa	8,35±0,20Aa	8,53±0,31Aab
16	8,41±0,18ABabc	7,79±0,23Bb	8,53±0,16Aab	8,07±0,29ABab	8,14±0,17ABbc
23	8,07±0,29Ac	7,46±0,25Ab	7,99±0,39Ac	7,73±0,30Ab	7,67±0,21Ac

-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).



Şekil 4.26 Kefir örneklerinin *Leuconstoc* cinsi bakteri sayısındaki değişim

#### 4.3.5 Maya sayısı

Mayalar, kefirin doğal mikroflorasında yer almaktadır (*Candida kefir*, *Torulasporea delbrueckii*). Kefirin tat ve aromasının gelişiminde, karbondioksit oluşumunda ve mikroorganizmalar arasındaki simbiyotik ilişkinin kurulmasında önemli rol oynarlar (Koroleva 1988a).

Kefir örneklerinin maya içerikleri standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.63'de verilmiştir. Depolama süresince kefir örneklerinin maya sayılarında meydana gelen değişim ise Şekil 4.27'de grafik halinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.63 Kefir örneklerinin maya sayısı log<sub>10</sub> kob/mL\*

Örnekler	Depolama Süresi				
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün
A1	6,59±0,14	6,83±0,31	8,37±0,20	8,96±0,89	8,91±0,99
A2	9,23±0,34	9,40±0,54	9,29±0,35	8,35±0,83	9,24±1,17
A3	6,95±0,40	7,53±0,53	7,81±1,05	8,42±0,35	8,17±0,28
B1	6,53±0,15	7,43±0,32	8,07±0,29	8,62±0,36	7,98±0,21
B2	10,10±0,61	10,00±0,81	9,49±0,46	9,04±1,04	8,45±0,68
B3	7,51±0,42	8,17±0,09	8,42±1,11	8,19±0,62	8,15±0,10
C1	6,59±0,37	7,17±0,57	7,92±0,67	8,71±0,85	7,80±0,89
C2	9,78±0,40	9,82±0,46	9,17±0,29	8,62±0,96	8,26±1,13
C3	6,63±0,10	8,06±0,33	8,28±0,62	8,33±0,02	7,82±0,71
D1	7,22±0,53	8,14±0,69	8,82±0,54	8,68±0,62	8,92±0,70
D2	9,99±0,70	10,06±0,40	10,15±0,42	8,89±0,44	8,86±0,84
D3	7,12±0,22	8,75±1,05	9,29±0,20	8,88±0,30	8,61±0,36
E1	6,83±0,73	7,53±0,51	8,79±0,13	8,58±0,25	8,56±0,15
E2	9,06±0,76	8,92±0,50	9,39±0,65	8,89±1,74	8,36±0,83
E3	7,36±0,56	7,88±0,86	7,56±0,57	8,42±0,62	8,06±0,56

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Çizelge 4.64 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin maya sayılarındaki değişim ( $\log_{10}$  kob/mL)

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	6,75±0,12Bc	9,63±0,17Aa	7,11±0,11Bb
5	7,42±0,16Cb	9,64±0,16Aa	8,08±0,18Ba
10	8,39±0,13Ba	9,50±0,13Aa	8,27±0,23Ba
16	8,71±0,14Aa	8,76±0,24Ab	8,45±0,11Aa
23	8,43±0,19Aa	8,63±0,23Ab	8,16±0,12Aa

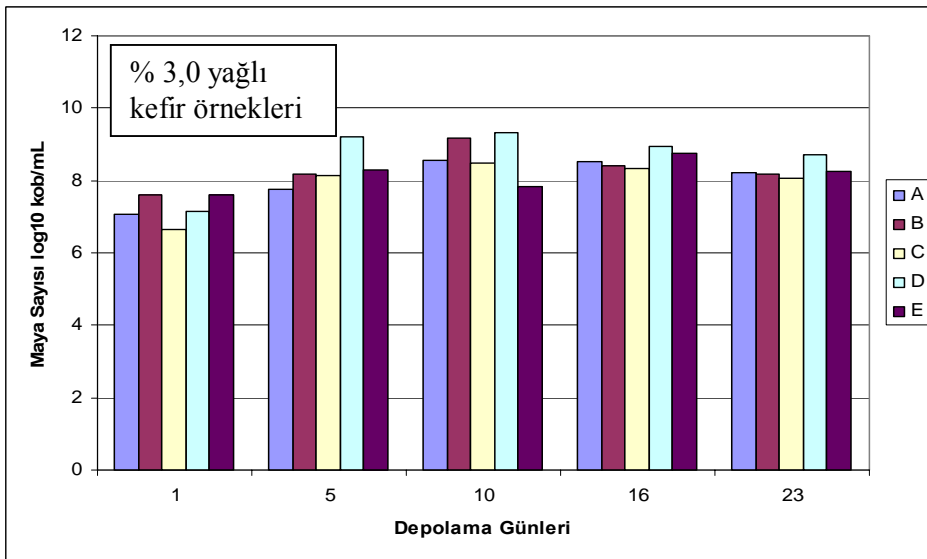
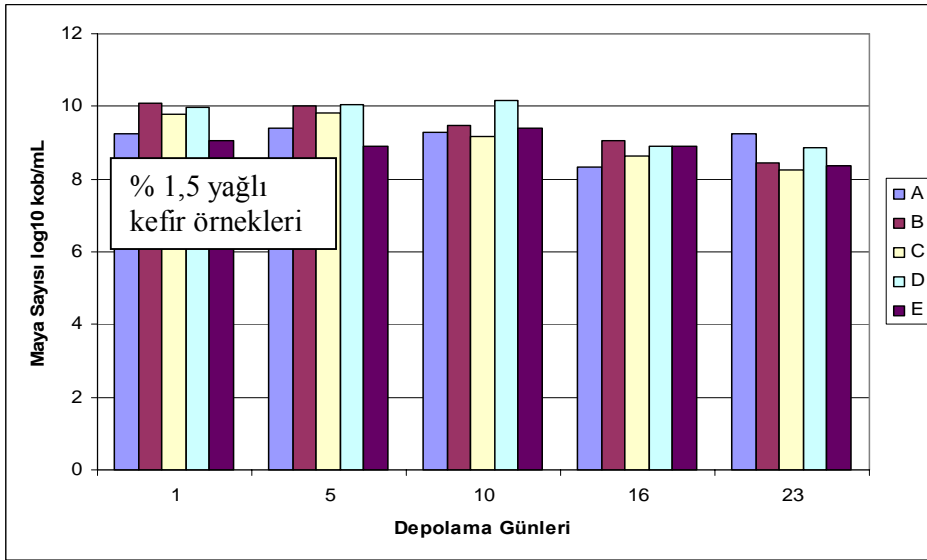
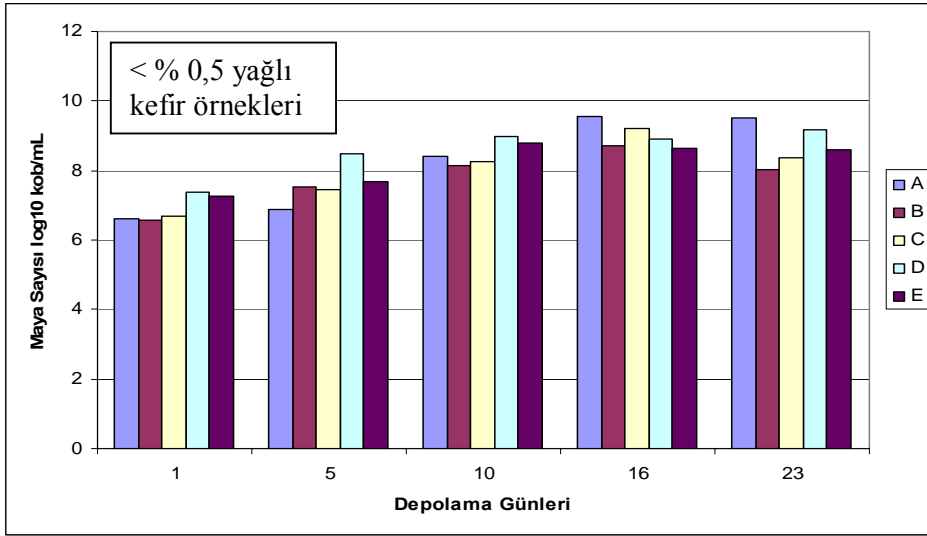
-Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

-Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).

Yapılan varyans analizi sonucunda, örnekler arasındaki farklılık önemli çıkmıştır ( $p<0,05$ ). En yüksek maya içeriği D örneğinde elde edilmiştir. Bu çalışmada laktozu fermente edemeyen *Saccharomyces cerevisia* kefir üretiminde starter kültür olarak kullanılmıştır. A, B, C ve E örnekleri birbirine benzerken D örneği farklı çıkmıştır. Yine varyans analizi sonucu depolama günleri ile yağ oranları arasındaki interaksiyon önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1., 5. ve 10. gününde maya içerikleri < % 0,5 ve % 3,0 yağlı örneklerde birbirine benzerken % 1,5 yağlı örneklerde farklı çıkmıştır ( $p<0,05$ ). 16. ve 23. günlerde ise örneklerin maya içerikleri arasında fark görülmemiştir. % 1,5 yağlı örneklerde depolamanın 1., 5. ve 10. günleri ile 16. ve 23. günleri birbirine benzer çıkmıştır. % 1,5 yağlı kefirlerde 16. güne kadar maya miktarları artmış, 16. ve 23. günde ise azalmıştır. % 3,0 yağlı örneklerin maya içeriği ise depolamanın 1. günü hariç, diğer günlerde birbirine benzerlik göstermiştir.

Kefir danelerinin korunması üzerine karşılaştırmalı bir araştırma yapan Garrote vd. (1997), maya içeriklerinde artma ve azalma görüldüğünü, depolamanın 100. saatinde ise sayının  $10^7$  kob/mL'ye ulaştığını bildirmişlerdir.

Daneden üretilen kefirlerde maya sayısı 1. günde  $5,0 \times 10^5$  kob/mL iken, depolamanın sonunda  $4,9 \times 10^5$  kob/mL'ye düşmüştür (Beshkova vd. 2002). Starter kültür kullanılarak üretilen kefirlerde başlangıçta maya sayısı  $7,5 \times 10^6$  ve  $8,5 \times 10^6$  kob/mL iken depolamanın sonunda  $7,4 \times 10^6$  ve  $8,3 \times 10^6$  kob/mL olarak saptanmıştır.



Şekil 4.27 Kefir örneklerinin maya sayılarındaki değişim

Güzel-Seydim vd. (2005), kefirin depolanması sırasında maya içeriğinde azalma ve artma görüldüğünü, yine de depolamanın 21. gününde ise maya sayısının başlangıca göre arttığını belirlemişlerdir. Benzer bulgular Alpkent ve Küçükçetin (2000)'in yaptığı çalışmada da elde edilmiştir.

Yine yapılan başka bir çalışmada, maya sayısı başlangıçta  $10^3$  kob/mL iken, 21 günlük depolamanın sonunda  $1,5 \times 10^6$  kob/mL düzeyine ulaşmıştır (Rea vd. 1996).

Örneklerin maya içeriği fermentasyon koşullarına bağlı olarak değişmekle birlikte, bu çalışmada 6,53-10,15  $\log_{10}$  kob/mL arasında değiştiği belirlenmiştir. Elde edilen bu veriler daha önce kefirle ilgili yapılan çalışmalarda saptanan değerlerden yüksek çıkmıştır.

#### **4.4. Kefir Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları**

##### **4.4.1 Tat ve aroma**

Kefir örneklerinin duyusal özellikleri 10 kişilik panelist grubu tarafından değerlendirilmiştir. Panelistler örneklere beğeni seviyelerine göre 1'den 10'a kadar puan vermişlerdir.

Çizelge 4.65'da kefir örneklerinin tat-aroma puanları standart hatalarıyla birlikte verilmiş ve depolama günlerindeki değişim Şekil 4.28'de grafik halinde gösterilmiştir.

Kefir örneklerine panelistlerce verilen puan çizelgesine (Çizelge 4.65) bakıldığında, depolama sonunda tüm yağ seviyelerinde B, C ve D örnekleri en yüksek puanı almıştır. Bu üç örnek arasında ise, en beğenileni ikinci fermentasyonda probiyotik kültür kullanılan B örneği olmuştur. Bunu C ve D örnekleri takip etmiştir. Bu durum, yani örnekler arasındaki fark istatistik olarak da önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). B, C ve D örneklerinde % 3,0 yağ içerenler diğer yağ seviyelerine göre daha yüksek toplam puan almıştır. Yani yağ bileşeni ayrı bir katkı sağlamıştır. A örneği tat ve aroma değerlendirmesinde diğer üç örneğe göre düşük puan almasına karşın, kontrol grubu olan (geleneksel üretim) E örneğinden daha yüksek puan almıştır. Her üç yağ



seviyesinde de geleneksel yöntemle üretilen E örneği beğenilmeyen grubu oluşturmuştur.

Her bir örnek kendi içlerinde, yani yağ seviyelerine göre karşılaştırıldığında beğeni sırası % 3,0, % 1,5 ve < % 0,5 yağlı örnek şeklinde olmuştur. Depolamanın ilerlemesine paralel olarak tüm örneklerde tat ve aroma puanları azalmıştır. Degüstasyona katılan panelistler, A örneğinin ekşimiş ayran tadında, D örneğinin ise kremamsı ya da kadifemsi bir tatta olduğunu ve içildiğinde ağızda dolgunluk hissi verdiğini ifade etmişlerdir. C örneğinin ise genizde yakıcı bir tat bıraktığı belirtilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen kefir örnekleri ise tat ve aroma açısından yavan bulunmuştur.

Çizelge 4.65 Kefir örneklerinin tat ve aroma puanları (10 puan üzerinden)\*

Örnekler	Depolama Süresi					
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23. gün	Ortalama
<b>A1</b>	6,74	7,01	6,77	6,47	5,69	<b>6,53</b>
<b>A2</b>	7,25	7,82	7,56	7,35	7,19	<b>7,43</b>
<b>A3</b>	7,47	7,29	6,83	6,50	6,18	<b>6,85</b>
<b>B1</b>	8,44	7,93	7,96	7,48	6,75	<b>7,71</b>
<b>B2</b>	7,43	7,52	7,05	7,35	7,24	<b>7,32</b>
<b>B3</b>	8,84	8,86	8,25	7,12	6,49	<b>7,91</b>
<b>C1</b>	8,32	8,09	7,48	6,35	6,12	<b>7,27</b>
<b>C2</b>	8,06	8,09	7,76	7,45	6,96	<b>7,61</b>
<b>C3</b>	8,21	8,35	8,50	7,05	7,08	<b>7,84</b>
<b>D1</b>	7,60	7,62	7,51	7,12	6,60	<b>7,29</b>
<b>D2</b>	8,13	7,55	7,53	6,89	6,90	<b>7,40</b>
<b>D3</b>	8,53	8,57	8,08	7,35	7,01	<b>7,91</b>
<b>E1</b>	6,59	6,14	6,27	5,85	4,90	<b>5,95</b>
<b>E2</b>	6,48	5,80	5,76	5,58	4,73	<b>5,67</b>
<b>E3</b>	7,60	7,20	6,41	6,36	6,21	<b>6,75</b>

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)

Ayrıca yine yapılan istatistik değerlendirmelere göre depolama süresi ve yağ oranları arasındaki interaksiyon  $p < 0,05$  düzeyinde önemli çıkmıştır. Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin tat ve aroma puanlarının değişimi Çizelge 4.66'da görülmektedir.

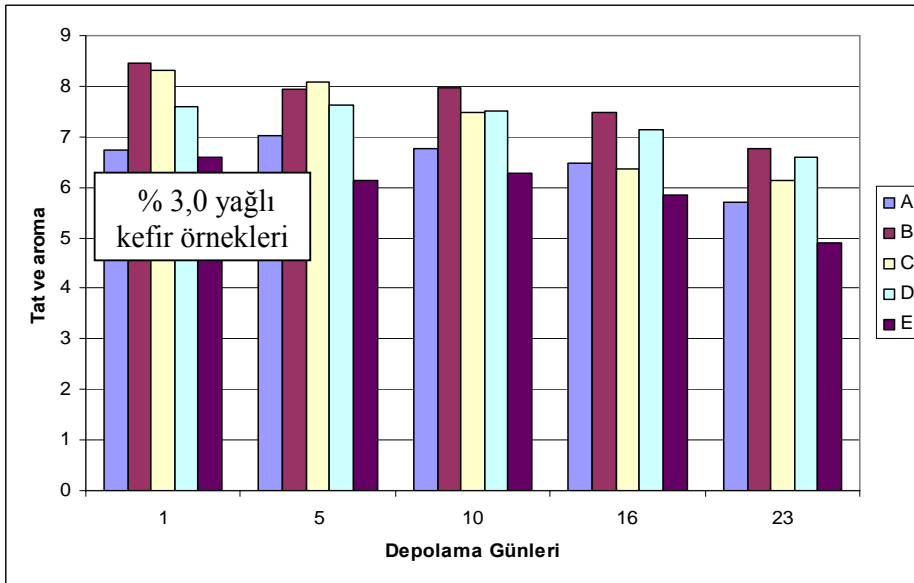
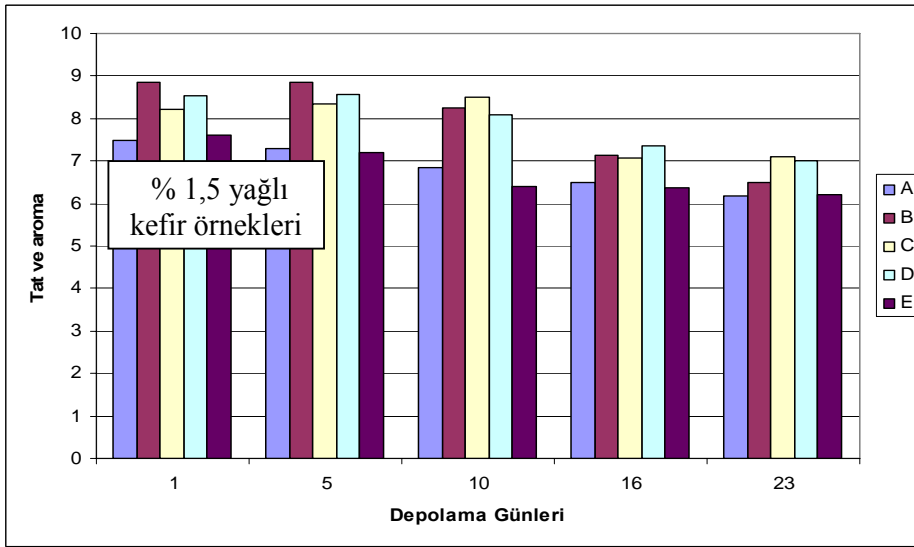
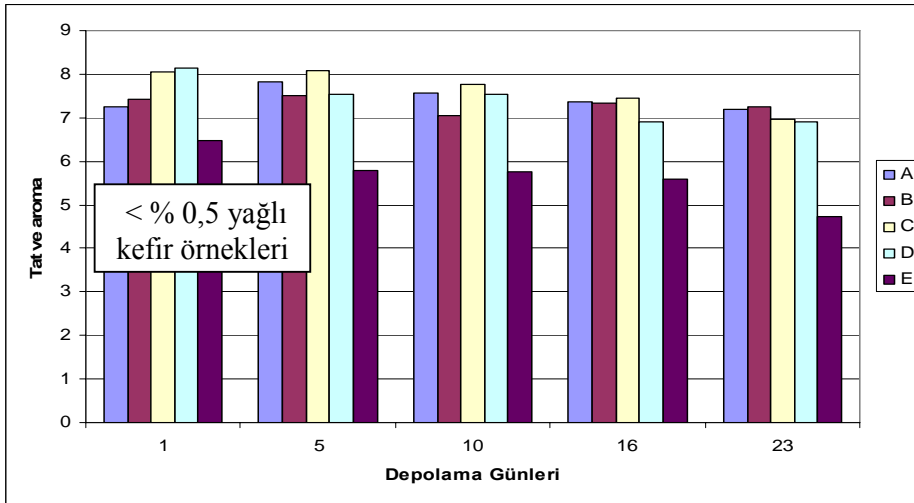
Çizelge 4.66 Farklı yağ oranlarında ve farklı depolama sürelerinde kefir örneklerinin tat ve aroma puanlarının değişimi

Depolama süresi (gün)	< % 0,5 yağlı	% 1,5 yağlı	% 3,0 yağlı
1	7,54±0,29Ba	7,47±0,19Ba	8,13±0,16Aa
5	7,36±0,25Ba	7,35±0,24Ba	8,05±0,22Aa
10	7,20±0,24Aa	7,13±0,22Aab	7,61±0,24Ab
16	6,65±0,27Ab	6,92±0,22Abc	6,88±0,23Ac
23	6,01±0,29Bc	6,61±0,30Ac	6,59±0,20Ac

- Aynı depolama süresinde farklı büyük harfi taşıyan örneklerin yağ oranı ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

- Aynı yağ oranında farklı küçük harfi taşıyan örneklerin depolama süresi ortalamaları arasındaki fark istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ).

Çizelge 4.66 incelendiğinde tat ve aroma puanları açısından depolamanın 1. gününde < % 0,5 ve % 1,5 yağlı örnekler birbirine yakın değerlere sahip olmuş, % 3,0 yağlı örnekler ise daha yüksek puan almıştır. Depolamanın tüm günlerinde % 3,0 yağlı örnekler daha çok beğenilmiştir. Yağsız (< % 0,5) ve yarım yağlı (% 1,5) örneklerin tat ve aroma puanları depolamanın 10. ve 16. günlerinde % 3,0 yağlı örneklerin aldığı puana yaklaşmıştır. Yani depolamanın ilerlemesiyle (bir başka deyişle kefirin olgunlaşmasıyla) kefirin bünyesinde meydana gelen biyokimyasal reaksiyonlar sonucu oluşan tat ve aroma bileşenleri kefirlerin beğenilmesine neden olmuştur. Yağsız kefir örnekleri depolamanın son günü olan 23. günde artık beğenilmemiştir. Fakat % 3,0 yağlı örnekler son günde bile beğenilmiş, bozuk bir tat algılanmamıştır.



Şekil 4.28 Kefir örneklerinin tat ve aroma puanlarındaki değişimler

#### 4.4.2 Kıvam

Kefir örneklerinin kıvam puanları standart hatalarıyla birlikte Çizelge 4.67’de verilmiş ve depolama günlerindeki değişim Şekil 4.29’da grafik halinde sunulmuştur.

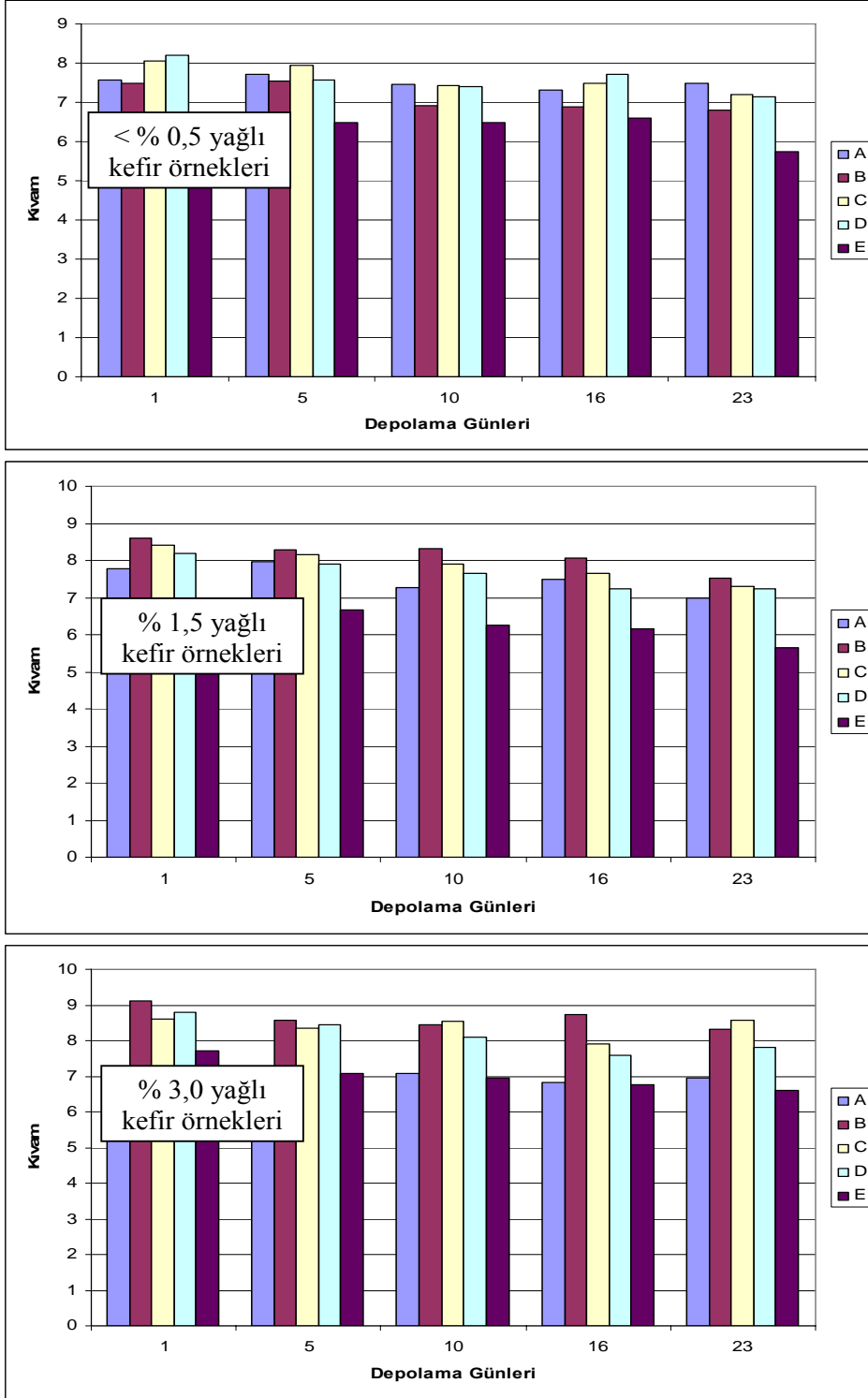
Çizelge 4.67 Kefir örneklerinin kıvam puanları (10 puan üzerinden)\*

Örnekler	Depolama Süresi					
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün	Ortalama
A1	7,77	7,95	7,26	7,50	6,98	7,49
A2	7,57	7,72	7,45	7,32	7,48	7,51
A3	7,17	7,09	7,08	6,82	6,96	7,02
B1	8,61	8,28	8,33	8,06	7,52	8,16
B2	7,47	7,53	6,90	6,89	6,81	7,12
B3	9,11	8,57	8,46	8,72	8,31	8,63
C1	8,41	8,14	7,90	7,64	7,28	7,87
C2	8,05	7,95	7,43	7,48	7,20	7,62
C3	8,59	8,36	8,54	7,91	8,56	8,39
D1	8,17	7,91	7,64	7,22	7,24	7,63
D2	8,19	7,57	7,40	7,71	7,14	7,61
D3	8,78	8,44	8,08	7,60	7,82	8,14
E1	6,98	6,66	6,24	6,15	5,65	6,34
E2	6,65	6,47	6,50	6,61	5,73	6,39
E3	7,70	7,09	6,96	6,77	6,61	7,02

\*: Bakınız Çizelge 4.3. (sayfa 41)

Kıvam yönünden A, B, C ve D örnekleri birbirine benzer bulunurken, E örneğinin farklı olduğu saptanmıştır. Bu farklılık istatistik olarak  $p<0,01$  düzeyinde önemli bulunmuştur. En düşük kıvama sahip E örneğinin viskozite değerlerine bakıldığında her üç yağ seviyesinde de diğer örneklerle göre daha düşük olduğu görülmektedir. Kıvam yönünden depolama günlerindeki değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,01$ ). Depolamanın 10. ve 16. günlerindeki kıvam puanları birbirine benzerken, diğer depolama günlerinde birbirinden farklı olduğu gözlenmiştir. Yine kıvam yönünden yağ

seviyelerindeki ortalamalara bakıldığında % 3,0 yağlı örnekler en yüksek puanı almış ve diğer iki yağ seviyesi kıvam yönünden birbirine benzer bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).



Şekil 4.29 Kefir örneklerinin kıvam puanlarındaki değişimler

#### 4.4.3 Genel beğeni

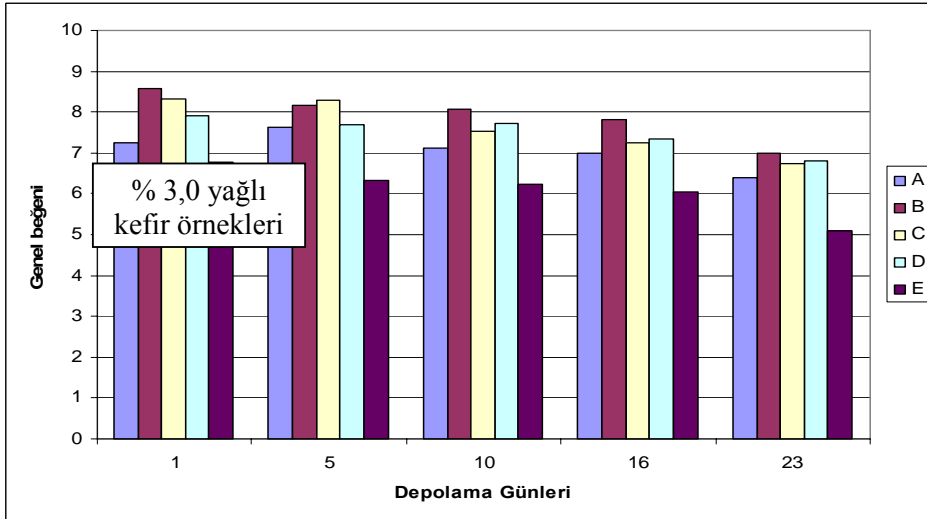
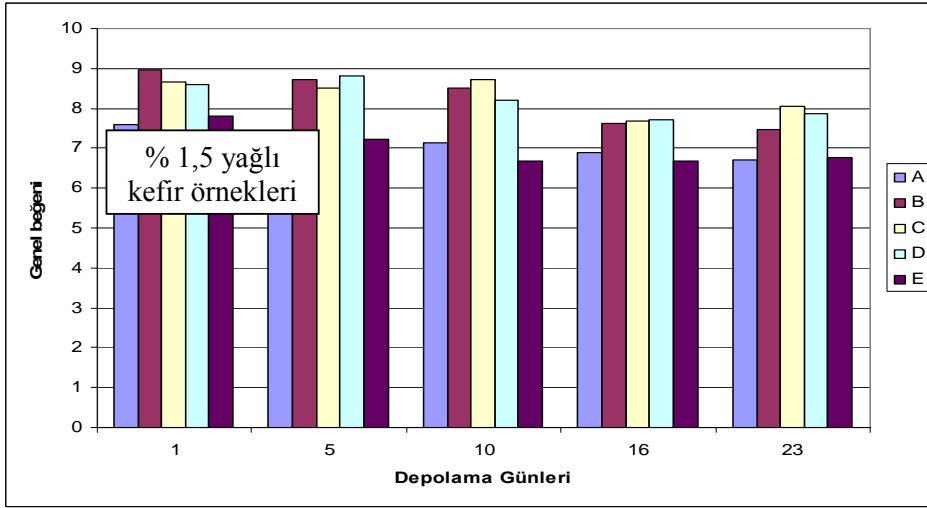
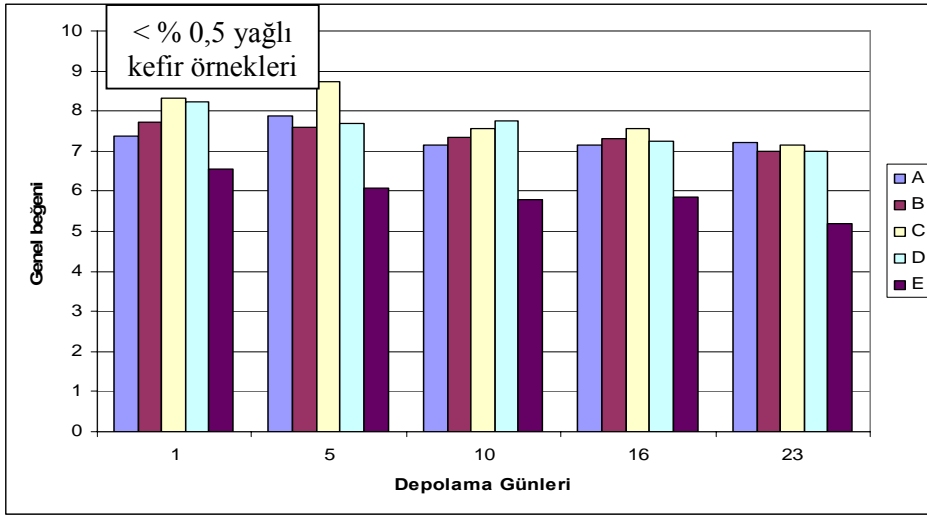
Kefir örneklerinin genel beğeni puanları Çizelge 4.68’de verilmiş ve depolama günlerindeki değişim Şekil 4.30’da grafik halinde gösterilmiştir.

Genel beğeni puanları açısından kefir örnekleri içinde tüm yağ seviyelerinde en fazla beğenilen C örneği olmuş, B ve D örneklerinin genel beğeni puanları C örneğine yakın ve benzer bulunmuştur. A ve E örnekleri ise genel beğenide bu üç örnekten farklılık göstermiş ve bu farklılığın istatistik olarak önemli olduğu saptanmıştır ( $p<0,01$ ). Genel olarak, geleneksel yöntemle üretilen E örneği diğer kefir örnekleriyle karşılaştırıldığında en az beğenilen örnek olmuştur.

Çizelge 4.68 Kefir örneklerinin genel beğeni puanları (10 puan üzerinden)\*

Örnekler	Depolama Süresi					
	1. gün	5. gün	10. gün	16. gün	23.gün	Ortalama
A1	7,25	7,63	7,12	6,98	6,37	<b>7,07</b>
A2	7,36	7,87	7,15	7,15	7,22	<b>7,35</b>
A3	7,60	7,31	7,12	6,87	6,71	<b>7,12</b>
B1	8,58	8,18	8,08	7,81	6,99	<b>7,92</b>
B2	7,73	7,58	7,35	7,30	6,99	<b>7,39</b>
B3	8,95	8,71	8,50	7,63	7,46	<b>8,25</b>
C1	8,31	8,27	7,52	7,25	6,74	<b>7,62</b>
C2	8,31	8,72	7,56	7,55	7,16	<b>7,86</b>
C3	8,65	8,51	8,71	7,67	8,06	<b>8,32</b>
D1	7,91	7,68	7,72	7,35	6,79	<b>7,49</b>
D2	8,21	7,68	7,76	7,23	7,00	<b>7,58</b>
D3	8,59	8,80	8,21	7,72	7,87	<b>8,24</b>
E1	6,78	6,32	6,22	6,04	5,10	<b>6,09</b>
E2	6,55	6,08	5,80	5,86	5,19	<b>5,90</b>
E3	7,81	7,23	6,66	6,67	6,76	<b>7,02</b>

\*: Bakınız Çizelge 4.3 (sayfa 41)



Şekil 4.30 Kefir örneklerinin genel beğeni puanlarındaki değişimler

Depolamanın ilerlemesiyle genel beğeni puanları azalmıştır. Depolamanın 1. ve 5. günlerinde genel beğenide bir fark görülmezken 10., 16. ve 23. günlerde genel beğeni puanlarının ortalamaları birbirinden farklı çıkmıştır ( $p<0,01$ ).

Genel beğeni puanları yağ seviyelerinde,  $< \% 0,5$  ve  $\% 1,5$  yağ içerikli kefirler birbirine benzerken  $\% 3,0$  yağlı örnekler farklı çıkmıştır ( $p<0,01$ ). Yağ seviyeleri içinde en çok kabul gören  $\% 3,0$  yağlı kefir örnekleri olmuştur.



## 5. SONUÇLAR

Kefir üretiminde farklı yağ oranlarının ve farklı starter kültürlerin denendiği ve üretim yöntemi olarak da ikinci fermentasyonun uygulandığı bu çalışmada elde edilen sonuçlara ilişkin değerlendirmeler aşağıda verilmiştir. Kefir örnekleri < % 0,5 (yağsız), % 1,5 (yarım yağlı) ve % 3,0 (yağlı) yağ oranlarında üretilmiştir. Kefir daneleri ile belirli bir pH değerine (5,0-5,5 pH) kadar birinci fermentasyona bırakılan örnekler içine starter kültür ilave edilerek ikinci fermentasyon aşaması gerçekleştirilmiştir. İkinci fermentasyonda starter kültür olarak, termofilik kültür (A örneği), probiyotik kültür (B örneği), mezofilik aromatik kültür (C örneği) ve maya kültürü (D örneği) kullanılmıştır. Geleneksel yöntemle daneden üretilen kefir örneği (E örneği) de kontrol grubunu oluşturmuştur. Buna göre;

- Kefir örneklerinin kurumadde içeriği üretimde kullanılan sütün bileşimine göre değişmiştir. Fermentasyon kefirin kurumadde içeriğini etkilememiştir ( $p>0,05$ ). Kurumadde içeriği bakımından yapılan varyans analizi sonucunda sadece depolama süresi ve yağ oranı interaksyonu istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ).
- Protein içerikleri bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemsiz çıkmıştır. Kurumadde de olduğu gibi, farklı yağ seviyeleri ve depolama süreleri arasındaki interaksiyon ise önemlidir ( $p<0,01$ ). Buna göre, her bir yağ seviyesinde depolamanın 1. ve 5. günlerinde örneklerin protein içerikleri birbirinden farklılık göstermektedir. Bu durum, üretimde kullanılan standardize sütlerin protein içeriklerinin farklı olmasından kaynaklanmaktadır. Depolamanın 10. gününde yağsız (< % 0,5) ve % 1,5 yağlı kefir örnekleri protein içerikleri bakımından birbirine benzerken, % 3,0 yağlı örneklerin daha düşük protein içeriğine sahip olduğu saptanmıştır. 16. ve 23. günlerde ise yağsız (< % 0,5) ve % 3 yağlı örnekler birbirine benzerken % 1,5 yağlı örnekte en yüksek protein içeriği elde edilmiştir. Bu değişim, mikroorganizmaların fermentasyon sırasında ve simbiyotik yaşam içinde kimi aminoasitleri üretirken kimilerini de tüketmelerinden ileri gelmektedir.
- Örneklerin tümünün titrasyon asitliklerinde depolama süresince artış görülmüştür. Bu durum kefirdeki mikroorganizma faaliyetinin doğal bir sonucudur. Farklı yağ

seviyelerinin titrasyon asitliğini etkilemediği istatistik olarak ortaya konulmuştur ( $p>0,05$ ). Her üç yağ seviyesinde de depolama süresince titrasyon asitliğinde meydana gelen değişim önemli bulunmuştur.

- Kefirlerin pH değeri, titrasyon asitliğinin artmasına paralel olarak depolama süresince azalmıştır. Bu, beklenildiği gibi fermente ürünlerde yer alan yoğun mikroorganizma faaliyetinin doğal bir sonucudur.
- Tüm örneklerde karbondioksit miktarı depolama süresince artış göstermiştir. En yüksek karbondioksit içeriği, ikinci fermentasyonda maya kültürünün kullanıldığı D örneklerinde (her üç yağ seviyesinde de,) belirlenmiştir. Bunu C ve B örnekleri izlemiş, A ve E örneklerinde ise birbirine yakın değerler elde edilmiştir. Her üç yağ seviyesinde de depolama süresince örneklerde meydana gelen değişim istatistik olarak önemli çıkmıştır ( $p<0,01$ ).
- Laktik asit içerikleri açısından kefir örnekleri birbirinden farklılık göstermiştir ( $p<0,05$ ). En fazla laktik asit içeriği C örneğinde, sonra sırasıyla B, A, D ve E örneklerinde elde edilmiştir. Üretimlerinde değişik starter kültürlerin kullanılması ve bu kültürlerin laktik asit üretme yeteneklerinin farklı olması, örnekler arasında bu farklılığa neden olmuştur. Depolama süresince meydana gelen değişim ise (her bir yağ seviyesinde) istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ).
- Proteoliz kriteri olan tirozin değeri örneklerin hepsinde depolama boyunca artmıştır. Örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek tirozin içeriği probiyotik (B) ve mezofilik aromatik kültür (C) katkılı olanlarda elde edilmiştir. Bilindiği gibi bakteri türü ve suşu, pH değeri ve depolama gibi faktörler proteoliz üzerine etkilidir. Tirozin içeriği açısından meydana gelen değişimlerin farklı starter kültür kullanımından ileri geldiği düşünülmektedir.
- Örneklerin viskoziteleri arasındaki farklılık istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). En yüksek viskozite değeri B ve C örneğinde elde edilmiş, bunu D örneği izlemiştir. Geleneksel yöntemle üretilen E ve termofilik kültür katkılı A örneği

viskozite değeri düşük olan örneklerdir. Bu durum, kullanılan starter kültürlerin farklılığına bağlı olarak oluşan asitlik seviyesine ve proteoliz ürünlerinin farklılığından ileri gelebilir. Farklı yağ seviyeleri ve depolama günleri interaksiyonunda örneklerin viskozite içeriklerindeki değişim istatistik olarak önemli ( $p<0,05$ ) bulunmuştur. Yağsız ( $< \% 0,5$  yağlı) örneklerin viskozite değerleri depolamanın 1. ve 10. gününde birbirine benzerken, diğer günlerde farklılık göstermiştir. Depolamanın ilerlemesine paralel olarak viskozite değerlerinde artış gözlenmiştir.

- Aroma bileşenlerinden asetaldehit içeriği kefir örneklerinde depolama boyunca düzensiz bir değişim sergilemiştir. Depolama süresince bazı örneklerde azalmalar kaydedilse de asetaldehit başlangıç miktarına göre depolamanın sonunda artmıştır. Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde asetaldehit miktarlarındaki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın tüm günlerinde en yüksek asetaldehit içeriği  $\% 1,5$  yağlı kefir örneklerinde elde edilmiştir.

Depolama süresince her üç yağ seviyesinde de aseton içeriği azalma göstermiştir. Asetaldehitte olduğu gibi, en yüksek aseton içeriği  $\% 1,5$  yağ seviyesinde belirlenmiş ve örnekler kendi içinde karşılaştırıldığında en yüksek aseton içeriği yağsız ( $< \% 0,5$  yağlı) C örneğinde elde edilirken,  $\% 1,5$  ve  $\% 3,0$  yağ seviyelerinde ise E örneğinde saptanmıştır.

Asetaldehit ve asetonun aksine tüm örneklerde butanon içeriklerinde depolama süresince mutlak olarak önemli bir değişim görülmemiştir. Yapılan varyans analizi sonucunda yağ oranları ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin butanon içeriklerindeki değişim önemli görülmüştür ( $p<0,05$ ). En yüksek butanon miktarı diğer aroma bileşenlerinde olduğu gibi  $\% 1,5$  yağ seviyesinde belirlenmiştir.

Depolama boyunca örneklerin etanol düzeyi farklı eğilimler gösterse de, genelde bir artış eğilimi vardır. Yağ seviyeleri dikkate alındığında en yüksek etanol içeriği  $\% 1,5$  yağlılarda saptanmıştır. Yarım yağlı kefirlerde maya kültürü katkılı D örneklerinin etanol içeriği tüm depolama günlerinde yağsız ve yağlı örneklere göre

daha yüksek bulunmuştur. Diğer yağ seviyelerinde ise termofilik (A) ve probiyotik (B) kültür katkılı örneklerde D örneğine yakın değerler göstermiştir.

Bu çalışmada incelenen son aroma bileşeni diasetil birinci günde örneklerde tespit edilirken depolamanın ilerleyen günlerinde bazı örneklerde saptanamamıştır. Bunun nedeni laktik asit bakterilerinin diasetil redüktaz enzimi üretmesidir. Bu enzim diasetili aseton ve 2,3-bütülenlikol' e dönüştürmektedir. Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefirin diasetil içeriğindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Depolamanın 1., 5. ve 10. günlerinde yarım yağlı ve yağlı kefir örneklerinde diasetil içerikleri birbirine benzerken, yağsız örneklerde daha düşük ve farklı olmuştur.

- Serbest yağ asitleri, genelde yağ seviyelerine göre ve depolamanın ilerlemesine paralel artmıştır. Bütirik asit içeriği bakımından yağ seviyelerinde örnekler arasındaki fark istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Yağ oranı arttıkça A, B ve C örneklerinde bütirik asit miktarı da artmaktadır. Maya kültürü katkılı D örneğinde ve geleneksel yöntemle üretilmiş E örneğinde tüm yağ seviyelerinde bütirik asit miktarı farklılık göstermiştir. Yağsız ve yağlı kefirlerde en yüksek bütirik asit içeriği D örneğinde (5,32-7,87 ppm), yarım yağlıda ise B örneğinde (2,84 ppm) elde edilmiştir.

Kefir örneklerinin kaproik asit içeriği bakımından yağ seviyesi, örnekler ve depolama süreleri arasındaki üçlü interaksiyon istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,05$ ). Diğer bir ifadeyle, farklı yağ seviyelerinde, farklı örneklerde ve farklı depolama günlerinde kaproik asit içeriği değişmektedir. Depolamanın ilerlemesiyle kaproik asit içeriği tüm örneklerde artmıştır. Doğal olarak yağ oranı arttıkça kaproik asit içeriği de artmaktadır.

Örneklerin her birisinde kaprilik asit içeriği yağ seviyesine göre değişmektedir ( $p<0,05$ ). Termofilik kültür katkılı A örneğinde ve geleneksel yöntemle üretilen E örneğinde her bir yağ seviyesinde kaprilik asit miktarı farklı çıkmıştır. En yüksek kaprilik asit içeriği % 3,0 yağ içeren örneklerde olmuştur. B (probiyotik kültür), C (mezofilik aromatik kültür) ve D (maya kültürü) kefirlerinde ise yağsız ve yarım

yağlı örnekler birbirine benzerken, yağlı örnekler diğerlerine göre farklı ve yüksek değerler vermiştir.

Kaprik asit içeriği, her üç yağ seviyesinde tüm kefir örneklerinde birbirinden farklı çıkmıştır. Depolamanın farklı günlerinde kaprik asit içeriklerindeki değişim önemli bulunmuştur ( $p < 0,05$ ).

Farklı yağ oranlarında ve depolama sürelerinde kefir örneklerinin laurik asit ve miristik asit içeriklerindeki değişim ise istatistik olarak önemlidir ( $p < 0,05$ ). Her iki yağ asidinde de en yüksek değer % 3,0 yağlı örneklerde ve depolama sonunda elde edilmiştir.

Kefir örneklerinde tespit edilen en yüksek serbest yağ asidi palmitik asit olmuştur. Yağ oranının artmasına ve depolamanın ilerlemesine paralel şekilde miktarı artmıştır.

Diğer serbest yağ asitlerinden stearik, oleik ve linoleik asit miktarı yağ oranına ve depolama süresine bağlı olarak artmış ve yağsız ( $< \% 0,5$  yağlı) örneklerde linoleik aside rastlanılmamıştır.

- Kefir örneklerinin mikroorganizma içerikleri genel olarak depolama süresince azalma göstermiştir. Toplam aerobik mezofilik bakteri, *Lactococcus* cinsi bakteri, *Lactobacillus* cinsi bakteri, *Leuconostoc* cinsi bakteri sayıları depolamanın belirli bir gününe kadar artmış, daha sonraki günlerde ise azalmıştır. Mikroorganizmaların artan asitliğe bağlı olarak dayanıklılıklarının azalmasının bu duruma neden olduğu düşünölmektedir. Gerek kefir danesinden gelen, gerekse ilave edilen starter kültürlerin gelişmesine paralel olarak titrasyon asitliği bu paralelde organik asitler ve alkol miktarı artmaktadır. Dolayısıyla mikroorganizmalardaki azalmanın nedeni bu durum ile ilişkilendirilmektedir.

Örneklerin *Lactococcus* cinsi bakteri sayıları arasındaki fark önemli bulunmuştur ( $p < 0,01$ ). En yüksek *Lactococcus* sayısı A örneğinde elde edilmiş, sonra bunu B ve

C örnekleri izlemiştir. En düşük *Lactococcus* sayısı ise D örneğinde saptanmıştır. *Lactobacillus* içerikleri açısından örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). *Lactobacillus* cinsi bakteri sayıları en yüksek B örneğinde en düşük ise D örneğinde belirlenmiştir. Kullanılan starter kültürlerin farklılığına bağlı olarak bu sonuçlar elde edilmiştir. *Leuconostoc* sayıları da farklı örneklerde ve depolama sürelerinde birbirlerinden farklı çıkmıştır ( $p<0,05$ ).

Yapılan varyans analizi sonucunda maya içerikleri bakımından örnekler arasındaki farklılık istatistik olarak önemlidir ( $p<0,05$ ). En yüksek maya içeriği D örneğinde elde edilmiştir. A, B, C ve E örneklerinin maya içerikleri birbirine benzer çıkmıştır. Yine varyans analizi sonucunda depolama günleri ve yağ oranları arasındaki interaksiyon da önemli olmuştur ( $p<0,05$ ).

- Starter kültür ilave edilmiş ve ikinci fermentasyona bırakılmış kefir örnekleri (A, B, C ve D) tat-aroma bakımından genelde beğenilmiştir. Geleneksel yöntemle üretilen kontrol grubu (E örneği) ise depolamanın tüm günlerinde ve her üç yağ seviyesinde en az beğenilen olmuştur. Tat aroma içeriği yağ seviyelerine göre karşılaştırıldığında, beğeni sırası % 3,0, % 1,5 ve <% 0,5 yağlı örnek olmuştur. Depolamanın ilerlemesine paralel olarak tüm örneklerde tat ve aroma puanları azalmıştır.

Kıvam açısından yine E örneği en düşük puanı almıştır. En düşük kıvama sahip E örneğinin viskozite değerlerine bakıldığında, her üç yağ seviyesinde kıvam, diğer örneklerle göre daha düşüktür. Kıvam yönünden depolama günlerindeki değişim istatistik olarak önemli bulunmuştur ( $p<0,01$ ). Depolamanın 10. ve 16. günlerindeki kıvam puanları birbirine benzerken, diğer depolama günleri birbirinden farklılık göstermiştir. Yağ seviyelerindeki ortalamalara bakıldığında, % 3,0 yağlı örnekler en yüksek puanı almış ve diğer iki yağ seviyesi birbirine benzer çıkmıştır ( $p<0,05$ ).

Starter kültür ilaveli ikinci fermentasyon sonucu oluşan kefir örneklerinden (A, B, C ve D) en çok beğenileni mezofilik aromatik kültür katkılı C örneği olmuştur. Sonra sırasıyla maya kültürü katkılı D örneği, probiyotik kültür katkılı B örneği ve termofilik kültür katkılı A örneği beğenilmiştir. E (geleneksel yöntem) örneği ise

gerek tat-aroma açısından, gerekse kıvam bakımından genel olarak beğenilmemiştir. Depolamanın ilerlemesiyle genel beğeni puanları azalmıştır. Depolamanın 1. ve 5. günlerinde genel beğenide bir fark görülmezken 10., 16. ve 23. günlerde genel beğeni puanlarının ortalamaları birbirinden farklı çıkmıştır ( $p<0,01$ ).

Tüm bu sonuçlara göre bir değerlendirme yapılacak olursa; kefir üretiminde alternatif bir yöntem olarak 'ikinci fermentasyon ile üretim modeli', duyuşal değerlendirmeler, kimyasal özellikler ve aroma bileşenleri bakımından geleneksel yöntemle göre daha üstün özelliklerin elde edilmesine olanak sağlamaktadır. Ayrıca ikinci fermentasyonda kullanılan kültürlerden en olumlu sonuçların alındığı starter kültürler, mezofilik aromatik kültür, probiyotik kültür ve maya kültürüdür.

Bu nedenle, kefir üreticilerine alternatif üretim yöntemi olarak, % 3,0 yağ seviyesi ve kefir mayası ile birinci fermentasyondan sonra ikinci fermentasyon için starter kültür olarak mezofilik aromatik kültür veya probiyotik kültür ya da maya kültürü önerilebilir.

## **KAYNAKLAR**

Akalın, A.S. 1996. L (+), D (-) Lactic acid contents and aroma profiles in Bioghurt, Bifighurt, Biogarde in Comparations with yoghurt. Egyptian Journal of Dairy Science, 24, 227-234.

- Akalın, A.S. ve Gönç, S. 1995. Yoğurt Benzeri Diyetetik Süt Mamüllerinden Biyoyoğurt, Bifiyoğurt, Biyogarde Üretim Teknolojisi. Yoğurt: III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, 264-269.
- Akoh, C.C. 1998. Fat replacers. Food Technology, 52 (3), 47-53.
- Alpkent, Z. ve Küçükçetin, A. 2000. Farklı sıcaklıklarda muhafaza edilen Kefirlerin duyuşal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinde meydana gelen değişimler. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Editör: Mehmet Demirci, s. 363-373, Tekirdağ.
- Angula, L., Lopez, E. and Lema, C. 1993. Microflora present in kefir grains of the Galician region (North-west of Spain). Journal of Dairy Research. 60, 263-267.
- Anonim. 1976. Gıda Maddeleri Muayene ve Analiz Yöntemleri. T.C. Tarım Orman ve Köyişleri Bakanlığı, Gıda İşleri Genel Müdürlüğü, No: 65, 796, Ankara.
- Anonim. 1989. Yoğurt Standardı TSE 1330, Necatibey Cad. No. 112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonim. 1994. Çiğ Süt Standardı. TSE 1018, Necatibey Cad. No. 112, Bakanlıklar, Ankara.
- Anonim. 2001. Türk Gıda Kodeksi Fermente Sütler Tebliği. Sayı: 24512, Tebliğ No: 2001/21.
- Anonim. 2009. Web sitesi. <http://www.megep.meb.gov.tr/indextr.html> Erişim tarihi: 15.02.2009.
- Anonymous. 1977. Laboratory Manual, The FAO Regional Dairy Development and Training Center for Near East.
- Anonymous. 1988. Science and Technology of Fermented Milks. Bulletin of IDF 227.
- Anonymous. 2009. Web sitesi. <http://en.wikipedia.org> Erişim tarihi: 06.03.2009
- Assadi, M.M., Pourahmad, R. and Moazami, N. 2000. Use of isolated kefir starter cultures in kefir production. World Journal of Microbiology and Biotechnology. 16, 541-543.
- Atamer, M., Yetişmeyen, A. ve Alpar, O. 1986. Farklı ısı uygulamalarının inek sütlerinden üretilen yoğurtların bazı özellikleri üzerine etkisi. Gıda Dergisi 11 (1) 22-27.
- Atamer, M., Sezgin, E. ve Yetişmeyen, A. 1988. Torba yoğurdunun bazı niteliklerinin araştırılması. Gıda. 13, 283-288.



- Atamer, M., Gürsoy, A., Şenel, E. ve Öztekin, Ş. 2004. Keçi sütü yoğurtlarında organik asit içeriğinin tat ve aroma üzerine etkisi. Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi. 2001-07-14-041, Ankara.
- Atlas, R.M. 1997. Handbook of microbiological media. Second edition, CRC Pres. Inc., Edited by Lawrence C. Parks.
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G. and Simov, Z. 1998. Production of flavour compounds by yoghurt starter cultures. Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology, 20;180-186.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Simov, Z.I., Frengova, G.I. and Spasov, Z.N. 2002. Pure Cultures for Making Kefir. Food Microbiology, 19, p. 537-544.
- Beshkova, D.M., Simova, E.D., Frengova, G.I., Simov, Z.I. and Dimitrov, Zh.P. 2003. Production of volatile aroma compounds by Kefir starter cultures. International Dairy Journal 13 (2003) 529-535.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M. 1988. The sensory evaluation of dairy products. Van Nostrand Reinhold, New York, p.598.
- Cais-Sokolinska, D., Dankow, R. and Pikul, J. 2008. Physicochemical and sensory characteristics of sheep kefir during storage. Acta Sci.Pol., Technol. Aliment, 7 (2), 63-73.
- Chen, H.C., Wang, S.Y. and Chen, M.J. 2008. Microbiological study of lactic acid bacteria in kefir grains by culture-dependent and culture-independent methods. Food Microbiology. 25, 492-501.
- Collins Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkonson, M.G. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. International Dairy Journal 13; 841-866.
- Deeth, H.C., Fitz – Gerald, C.H. and Snow, A.J. 1983. A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk and milk products. New Zealand Journal of Dairy Science and Technology, 18, 13 – 20.
- Egula, A.R. 2007. Free fatty acid profiles of fermented beverages made from ewe's milk. Lait, 87, 71-77
- Engel, G., Krusch, U. and Teuber, M. 1986. Microbiological composition of kefir. I. Yeasts. Milchwissenschaft. 41, 418-421.
- Ergüllü, E. ve Demiryol, İ. 1983. Yoğurda değişik oranlarda su katılarak yapılan ayranların bazı özellikleri üzerine araştırma. Gıda Dergisi 8 (5) 203-208.

- Ersoy, M. ve Uysal, H. 2003. Süttozu, peyniraltı suyu tozu ve yayıkaltı karışımları ile üretilen kefirlerin özellikleri üzerine bir araştırma. II Bazı fiziksel ve duyuşal özellikler. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 40 (1), 79-86.
- Fal'berg, L.V. 1987. New milk products. *Molochnaya Promyshlennost*, 9 18-19. Dairy Science Abstract (731), 1991.
- Garcia-Fontan, M.C.G., Martinez, S., Franco, I. and Carballo, J. 2005. Microbiological and chemical changes during the manufacture of Kefir made from cows' milk, using a commercial starter culture. *International Dairy Journal*.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G. and Antoni, G.D. 1997. Preservation of kefir grains, a comparative study. *Lebensm.-Wiss. U.-Technology*, 30, 77-84.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G. and Antoni, G.L. 1998. Characteristics of Kefir prepared with different grain: milk ratios. *Journal of dairy Research* 65 (1), 149-154.
- Garrote, G.L., Abraham, A.G. and De-Antoni, G.L. 2001. Chemical and microbiological characterisation of kefir grains. *Journal of Dairy Research*, 68, 639-652.
- Golowczyc, M. A., Gugliada, M. J., Hollmann, A., Delfederico, L., Garrote, G. L., Abraham, A. G., Semorile, L. and Antoni, G. D. 2008. Characterization of homofermentative lactobacilli isolated from kefir grains: potential use as probiotic. *Journal of Dairy Research* 75, 211-217.
- Gürbüz, F., Başpınar, E., Çamdeviren, H. ve Keskin, S. 2003. Tekrarlanan ölçümlü faktöriyel deneme düzenlerinin analizi. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Matbaası*, 120 sayfa, Van.
- Gürsel, A., Gürsoy, A., Ergül, E. ve Erdoğan N.G. 1990. Sütlerle uygulanan farklı ısı işlemleri koşullarının kefir kalitesi üzerine araştırmalar. *Tr. Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 14 (1), 166-177.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K. and Bodine, A.B. 2000a. Determination of organic acids and volatile flavor substances in Kefir during fermentation. *Journal of Food Composition and Analysis* 13 (2000), 35-43.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C. and Greene, A.K. 2000b. Organic acids and volatile flavor components evolved during refrigerated storage of kefir. *Journal of Dairy Science*, 83, 275-277.

- Güzel-Seydim, Z.B., Wyffels, J.T., Seydim, A.C. and Greene, A.K. 2005. Turkish kefir and kefir grains: microbial enumeration and electron microscobic observation. *International Journal of Dairy Technology*. 58 (1), 25-29.
- Güzel-Seydim, Z.B., Seydim, A.C., Greene, A.K. and Taş, T. 2006. Determination of antimutagenic properties of acetone extracted fermented milks and changes in their total fatty acid profiles including conjugated linoleic acids. *International Journal of Dairy Technology*. 59 (3), 209-215.
- Haflıger, M., Spillmann, H., and Puhan, Z. 1991. Kefir- a fascinating cultured milk product. *Lebensmittelindustrie und Milchwirtschaft* 112 (13)p. 370-375. *Dairy Science Abstract* (5575), 1993.
- Halkman, A.K. ve Ayhan, K. 2000. Gıdaların mikrobiyolojik analizi 2. Mikroorganizma sayımı. *Gıda Mikrobiyolojisi ve Uygulamaları*. Sim Matbaacılık LTD. ŞTİ. 2. basım. 513s., Ankara.
- Hull, M.E. 1947. Studies on milk proteins. II Colorimetric determination of the partial hydrolysis of the protein in milk. *J. Dairy Sci.*,30:884.
- IDF 1962. Determination of the total nitrogen content of milk by the Kjeldahl method. *International Dairy Federation Standard No: 20*.
- Irigoyen, A., Akana, I., Castiella, M., Torre, P. and Ibanez, F.C. 2005. Microbiological, physicochemical and sensory characteristics of kefir during storage. *Food Chemistry* 90, 613-620.
- Jansen, R.S. and Sampugna, J. 1964. Lipolysis of synthetic and milk triglycerides by pregastric esterase. *Journal of Dairy Science*. 47, 664.
- Karagözlü, C. 1990. Farklı ısıl işlem uygulanmış inek sütlerinden kefir kültürü ve kefir danesi ile üretilen kefirlerin dayanıklılığı ve nitelikleri üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, İzmir*.
- Karagözlü, C. 2003. Kefir: Probiotic fermented milk product. *Collection of Scientific Works of the HIFFI Plovdiv 50 (2), 404-409, Plovdiv-Bulgaria*.
- Karagözlü, N., Karagözlü, C. and Ergönül, B. 2007. Survival characteristic of *E. coli* O157:H7, *S. typhimurium* and *Stap. aureus* during kefir fermentation. *Czech Journal of Food Science*. 25 (4), 202-207.
- Karagözlü, C. ve Kavas, G. 2000. Alkollü fermente süt içecekleri: Kefir ve kımızın özellikleri ve insan beslenmesindeki önemi. *Dünya Gıda*. 6 (7), 86-93.

- Kaptan, N. ve Gürsel, A. 1983. Laboratuvar ve ev koşullarında yapılan kefirin bazı özellikleri üzerine araştırmalar. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, 33 (1-4), 68-75.
- Kaptan, N., Gürsel, A. ve Gürsoy, A. 1990. İnkübasyon sıcaklığının kefirin bazı nitelikleri üzerine etkisi. Gıda. 15 (5), 291-298.
- Kınık, Ö., Akalın, A.S. ve Gönç, S. 1998. Kefir üretimi ve depolama sırasında organik asitlerin değişimi üzerine bir araştırma. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu, Geleneksel Süt Ürünleri, Milli Prodük tivite yayımları:621, 361-368, Ankara.
- Kneifel, W. and Mayer, H.K. 1991. Vitamin profils of kefirs made from milks of different species. International Journal of Food ScienceTechnology, 26, 423-428.
- Kranenburg, R., Kleerebezem, M., Vlieg, J.H., Ursing, B.M., Boekrost, J., Smit, B.A., Ayad, E.H.E., Smit, G. and Siezen, R. 2002. Flavour formation from amino acids by lactic acid bacteria: predictons from genome seque nce analysis. International Dairy Journal 12; 111-121.
- Koçak, C. ve Gürsel, A. 1981. Kefir. Gıda. 4, 11-14.
- Konar, A. ve Şahan, N. 1989. İnek, keçi ve koyun sütü kefirlerinin bazı özellikleri ve olgunlaştırma sürelerinin etkileri. Bursa I. Uluslararası Gıda Sempozyumu, s. 184-197. Bursa.
- Koroleva, N.S. 1982. Special products (kefir, koumyss, etc.). Proceedings XXI International Dairy Congresss, Moskow 2, 146-151.
- Koroleva, N.S. 1988a. Technology of Kefir and Kumys. Science and Technology of Fermented Milks. Bulletin of IDF 227.
- Koroleva, N.S. 1988b. Starters for fermented milks. Science and Technology of Fermented Milks. Bulletin of IDF 227.
- Kuo, C.Y. and Lin, C.W. 1999. Taiwanese kefir grains: their growth, microbial and chemical composition of fermented milk. Australian Journal of Dairy Technology, 54, 19-23.
- Kurmann, J.A., Rasic, J.L. and Kroger, M. 1992. Encyclopedia of Fermented Fresh Milk Products. Published by Van Nostrand Reinhold, NewYork, p. 156-161.
- Libudzisz, Z. and Piatkiewicz, A. 1990. Kefir production in Poland. Dairy Industries International 55 (7).

- Lin, C.W., Chen, H.L. and Liu, J.R. 1999. Identification and characterization of lactic acid bacteria and yeasts isolated from kefir grains in Taiwan. *Australian Journal of Dairy Technology*. 54, 14-18.
- Lucey, A.J. 2001. The relationship between rheological parameters and whey separation in milk gels. *Food Hydrocolloids* 15, 603-608.
- Marshall, V.M. 1984. Flavour development in fermented milks. *Advances in The Microbiology and Biochemistry of Cheese and Fermented milk*. Eds. Davies, F.L., Law, B.M. Elsevier Applied Science, 153-186, London.
- Marshall, V.M. 1993. Starter cultures for milk fermentation and their characteristics. *Journal of the Society of Dairy Technology*. 46, 49-56.
- Martin-Diana, A.B., Janer, C., Pelaez, C. and Requena, T. 2003. Development of a fermented goat's milk containing probiotic bacteria. *International Dairy Journal* 13, 827-833.
- Metin, M. 1998. Süt Teknolojisi: Sütün bileşimi ve işlenmesi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, 793 s., İzmir.
- Molokeev, A.V., Baybakov, V.I., Nikulin, L.G., Karih, T.L., Yatsentyuk, R.M. and Molokeeva, N.V. 1998a. A technique for manufacturing bifidokefir and study of its useful properties. *Biotechnologiya* 14 (4) 86-91. *Dairy Science Abstract* (2704), 1999.
- Molokeev, A.V., Baybakov V.I., Karih, T.L., Nikulin, L.G., Yatsentyuk, R.M. and Molokeeva, N.V. 1998b. Bifidokefir-therapeutic and prophylactic product. *Pishchevaya Promyshlennost* 3, 61-62. *Dairy Science Abstract* (3268), 1999.
- Muir, D.D., Tamime, A.Y. and Wszolek, M. 1999. Comparison of the sensory profiles of kefir, buttermilk and yogurt. *International Journal of Dairy Technology*, 52 (4), 129-134.
- Ott, A., Fay, L.B. and Chaintreau, A. 1997. Determination and origin of the aroma impact compounds of yogurt flavor. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 45, 850-858.
- Ott, A., Germond, J.E., Baumgartner, M. and Chaintreau, A. 1999. Aroma comparisons of triacetin and mild yogurts: Headspace gas chromatography quantification of volatiles and origin of alpha diketones. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 47, 2379-2385.

- Ott, A., Hugi, A., Baumgartner, M. and Chaintreau, A. 2000. Sensory investigation of yogurt flavor perception: Mutual influence of volatiles and acid. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 48, 441-450.
- Özer, B., Atasoy, A.F. and Özer, D. 2000. İki Aşamalı Fermentasyon ve Starter Kullanımı ile Kefir Üretimi Üzerine Bir Araştırma. *Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı*, Editör: Mehmet Demirci, s. 354-362, Tekirdağ.
- Puhan, Z. 1988. Results of questionnaire 1785B Fermented Milks. *Bulletin of IDF*, 227. 138-164.
- Rasíc, J.L. and Kurmann, J.A. 1978. *Yoghurt: Scientific Grounds, Technology, Manufacture and Preparations*. Published by the authors, 427 p.
- Rea, M.C., Lennartsson, T., Dillon, P., Drinan, F.D., Reville, W.J., Heapes, M. and Cogan, T.M. 1996. Irish kefir-like grains: their structure, microbial composition and fermentation kinetics. *Journal of Applied Bacteriology*, 81, 83-84.
- Rohm, H., Eliskases-Lechner, F. and Braver, M. 1992. Diversity of yeasts in selected dairy products. *The Journal of Applied Bacteriology*, 72, 370-376.
- Rossi, J., Gobbetti, M. 1992. Multistarter for making Kefir by continuous process. *Annali di Microbiologia ed Enzimologia*. 41 (2), 223-226. *Dairy Science Abstract* (3909), 1993.
- Sarkar, S. 2008. Biotechnological innovations in kefir production: a review. *British Food Journal*, 110 (3), 283-295.
- Sezgin, E., Atamer, M. ve Gürsel, A. 1988. Yerli ve yabancı starter kullanılarak yapılan yoğurtların kaliteleri üzerine bir araştırma. *Gıda Dergisi* 13 (1) 5-11.
- Simova, E., Beshkova, D., Angelov, A., Hristozova, T., Frengova, G. and Spasov, Z. 2002. Lactic acid bacteria and yeasts in kefir grains and kefir made from them. *Journal of Industrial Microbiology and Biotechnology*, 28, 1-6.
- Simova, E., Simov, Z., Beshkova, D., Frengova, G., Dimitrov, Z. and Spasov, Z. 2006. Amino acid profiles of lactic acid bacteria, isolated from kefir grains and kefir starter made from them. *International Journal of Food Microbiology* 107, 112-123.
- Smit, G., Simit, A.S. and Engels, W.J.M. 2005. Flavour formation by lactic acid bacteria and biochemical flavour profiling of cheese products. *FEMS Microbiology Reviews* 29; 591-610.

- Steinsholt, K. and Calbert, H.E. 1960. A rapid colorimetric method for determination of lactic acid in milk and milk products. *Milchwissenschaft*, 15 p.7-10.
- Şenel, E. 2000. Yoğurtta Mikrobiyolojik Kaliteyi Koruyucu Kültür Kullanımı Üzerine Bir Araştırma. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü Yüksek Lisans Tezi, 107 s. Ankara.
- Tada, S., Katakura, Y., Ninomiya, K. and Shioya, S. 2007. Fed-batch coculture of *Lactobacillus kefiranofaciens* with *Saccharomyces cerevisiae* for effective production of kefir. *Journal of Bioscience and Bioengineering*, Vol. 103, No. 6, 557-562.
- Takizawa, S., Kojima, S., Tamura, S., Fujinaga, S., Benno, Y. and Nakase, T. 1998. The composition of the *Lactobacillus* flora in kefir grains. *Systematic Applied Microbiology*, 21, 121-127.
- Tamime, A.Y. 1978. The production of yoghurt and concentrated yoghurt from hydrolysed milk. *Cultured Dairy Products Journal*, 13 (3), 16-21.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H.C. 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43 (12) 939-77.
- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K. 1999. Yoghurt: Science and Technology, Second Edition., Woodhead Publishing Ltd. and CRS pres LLC, England, p 619.
- Thompson, J.K., Johnston, D.E. Murphy, R.J. and Collins, M.A. 1990. Characteristics of a milk fermentation from rural Northern Ireland which resembles kefir. *Irish Journal of Food Science Technology*. 14, 35-49.
- Toba, T., Arihara, K. and Adachi, S. 1987. Comparative study of polysaccharides from kefir grains, an encapsulated homofermentative *Lactobacillus* species and *Lactobacillus kefir*. *Milchwissenschaft*, 42, 565-568.
- Ulbert, F. 1991. Headspace gas chromatographic estimation of some yoghurt volatiles. *Journal Assoc. Off Anal. Chem.* 74:630-634.
- Weis, W. and Burgbacher, G. 1986. 100 Jahre kefir in Deutschland-Nach wie vor ein aktuelles thema. Untersuchung von kefir aus Molkereien und Handel sowie dessen problematik. *Deutsche Milchwissenschaft*, 37, 81-84.
- Witthuhn, R.C., Schoeman, T. and Britz, T.J. 2004. Isolation and characterisation of the microbial population of different South African kefir grains. *International Journal of Dairy Technology*. 57, 33-37.

- Witthuhn, R.C., Schoeman, T. and Britz T.J. 2005. Characterisation of microbial population at different stages of Kefir production and Kefir grain mas cultivation. *International Dairy Journal* 15 (2005) 383-389.
- Wojtowski, J., Dankow, R., Skrzypek, R. and Fahr, R.D. 2003. The fatty acid profile in kefirs from sheep, goat and cow milk. *Milchwissenschaft*. 58, 633-636.
- Wszolek, M., Tamime, A.Y., Muir, D.D. and Barclay, M.N.I. 2001. Properties of kefir made in Scotland and poland using bovine, caprone and ovine milk with different starter cultures. *Lebensm.-Wiss. Technology*. 34, 251-261.
- Yaygın, H. 1999. Kefir ve özellikleri. III. Milli Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu: Yoğurt. Milli Prodüktivite Yayınları no: 548, 246-252, Ankara.
- Yıldırım, Z. ve Yıldırım, M. 2000. Probiyotik özellik gösteren bifidobakteriler. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Tebliğler Kitabı, Editör: Mehmet Demirci, s. 266-271, Tekirdağ.
- Yılsay, T.Ö. ve Kurdal, E. 2000. Probiyotik Süt Ürünlerinin Beslenme ve Sağlık Üzerindeki Etkisi. Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, VI. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu.
- Yöney, Z. 1978. İçme sütü teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 674, Ankara.
- Yüksekdağ, Z.N., Beyatlı, Y. and Aslım, B. 2004. Determination of some characteristics coccoid forms of lactic acid bacteria isolated from Turkish kefirs with natural probiotic. *Lebensm.-Wiss.u.-Technology*, 37 (2004) 663-667.

## **EKLER**

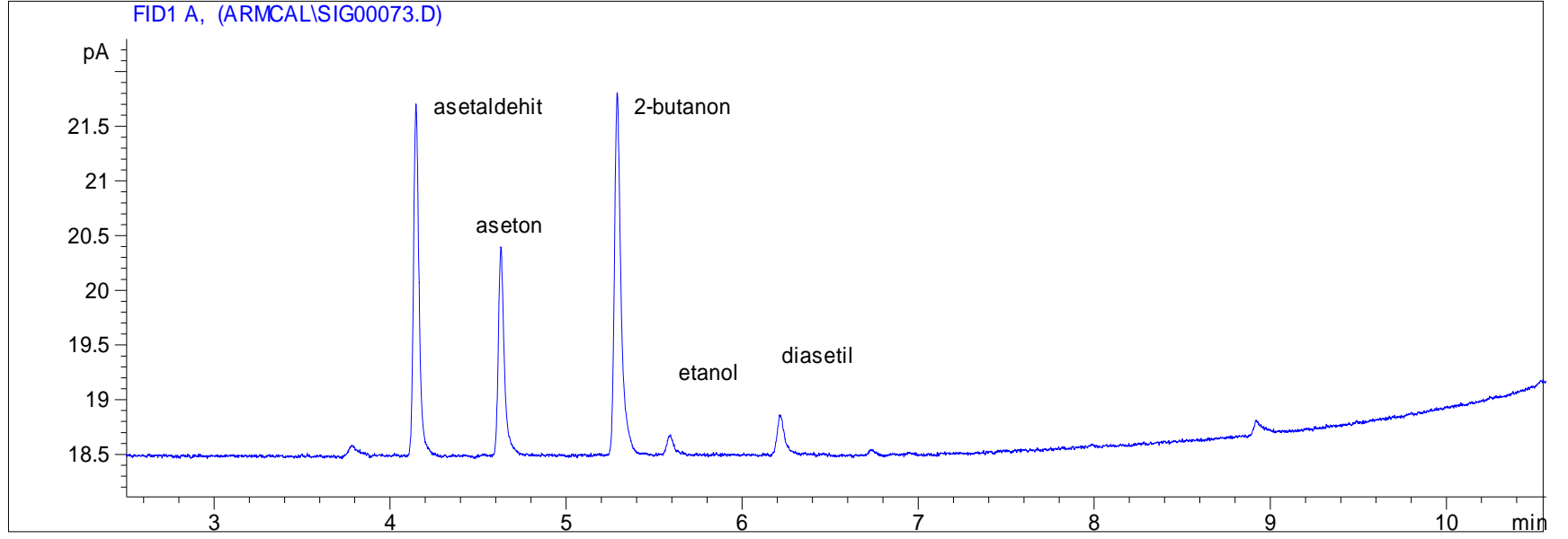
### **EK 1. Aroma bileşenlerine ait standart kromatogram**



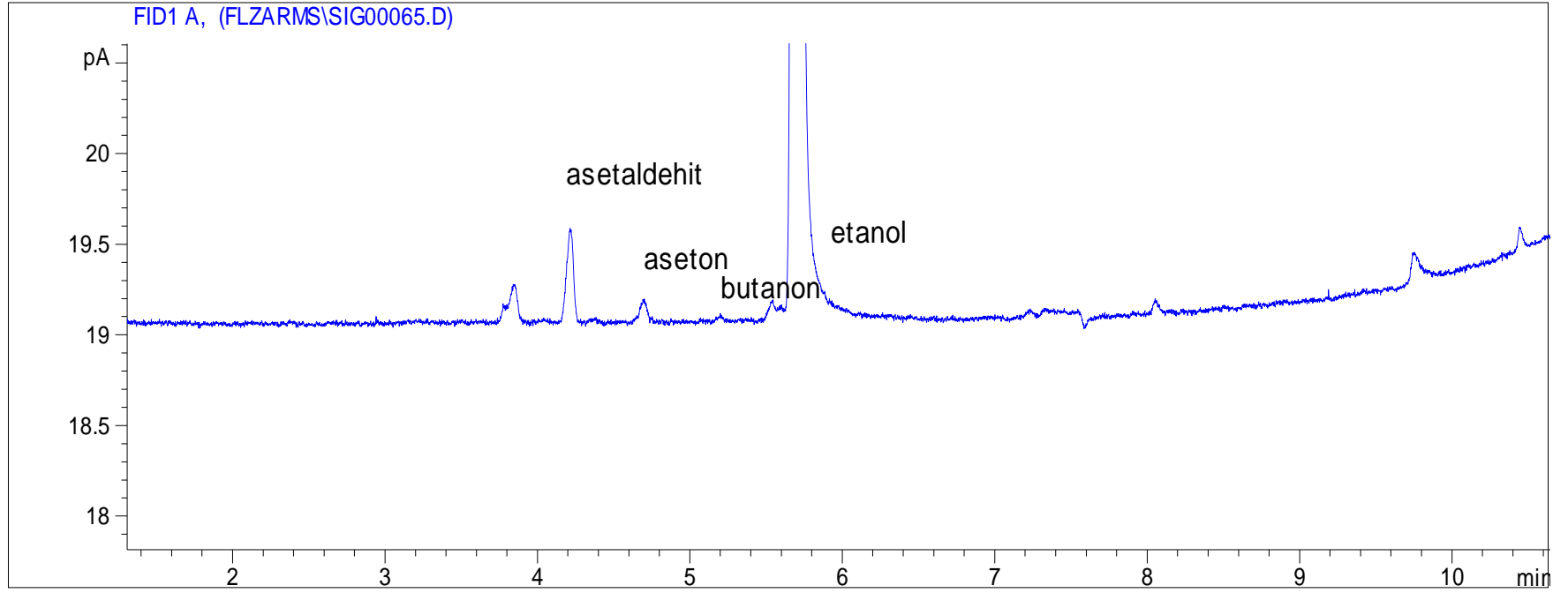
EK 2. < % 0,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 3. < % 0,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 4. < % 0,5 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı  
EK 5. < % 0,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı  
EK 6. < % 0,5 yağlı E örneğinin 16. gün kromatogramı  
EK 7. % 1,5 yağlı A örneğinin 1.gün kromatogramı  
EK 8. % 1,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 9. % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 10. % 1,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı  
EK 11. % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 12. % 3,0 yağlı A örneğinin 1.gün kromatogramı  
EK 13. % 3,0 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 14. % 3,0 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı  
EK 15. % 3,0 yağlı D örneğinin 10. gün kromatogramı  
EK 16. % 3,0 yağlı E örneğinin 10. gün kromatogramı  
EK 17. Serbest yağ asitlerine ait standart kromatogram  
EK 18. < % 0,5 yağlı A örneğinin 10. gün kromatogramı  
EK 19. < % 0,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 20. < % 0,5 yağlı C örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 21. < % 0,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 22. < % 0,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 23. % 1,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 24. % 1,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı  
EK 25. % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 26. % 1,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 27. % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı  
EK 28. % 3,0 yağlı A örneğinin 23. gün kromatogramı  
EK 29. % 3,0 yağlı B örneğinin 23. gün kromatogramı  
EK 30. % 3,0 yağlı C örneğinin 23. gün kromatogramı  
EK 31. % 3,0 yağlı D örneğinin 23. gün kromatogramı  
EK 32. % 3,0 yağlı E örneğinin 23. gün kromatogramı



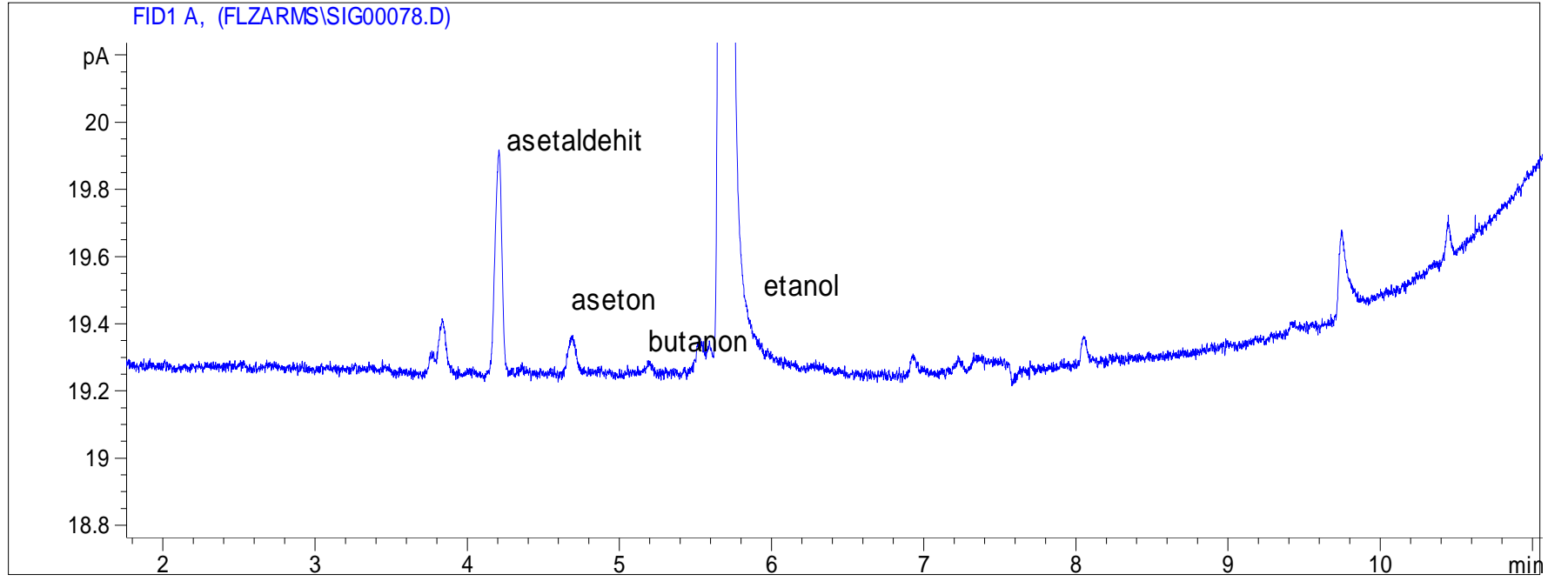
## EKLER



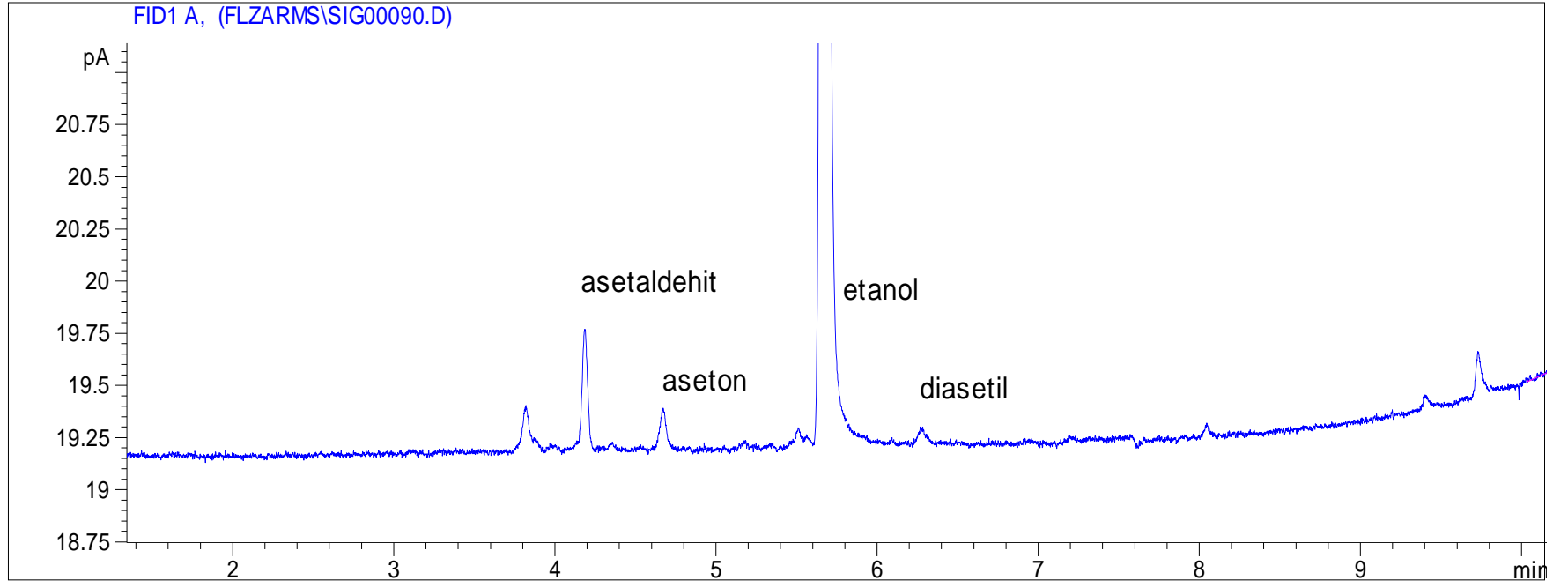
Ek 1: Aroma bileşenlerine ait standart kromatogramı



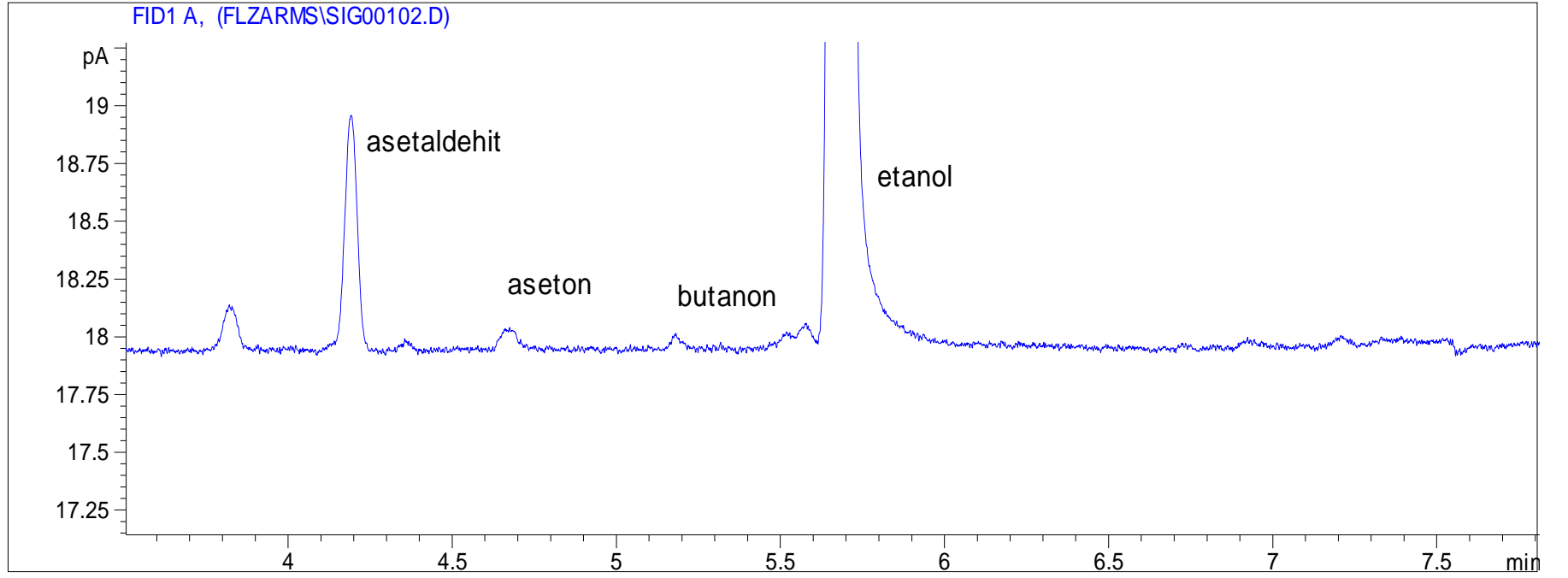
Ek 2: % 0,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı



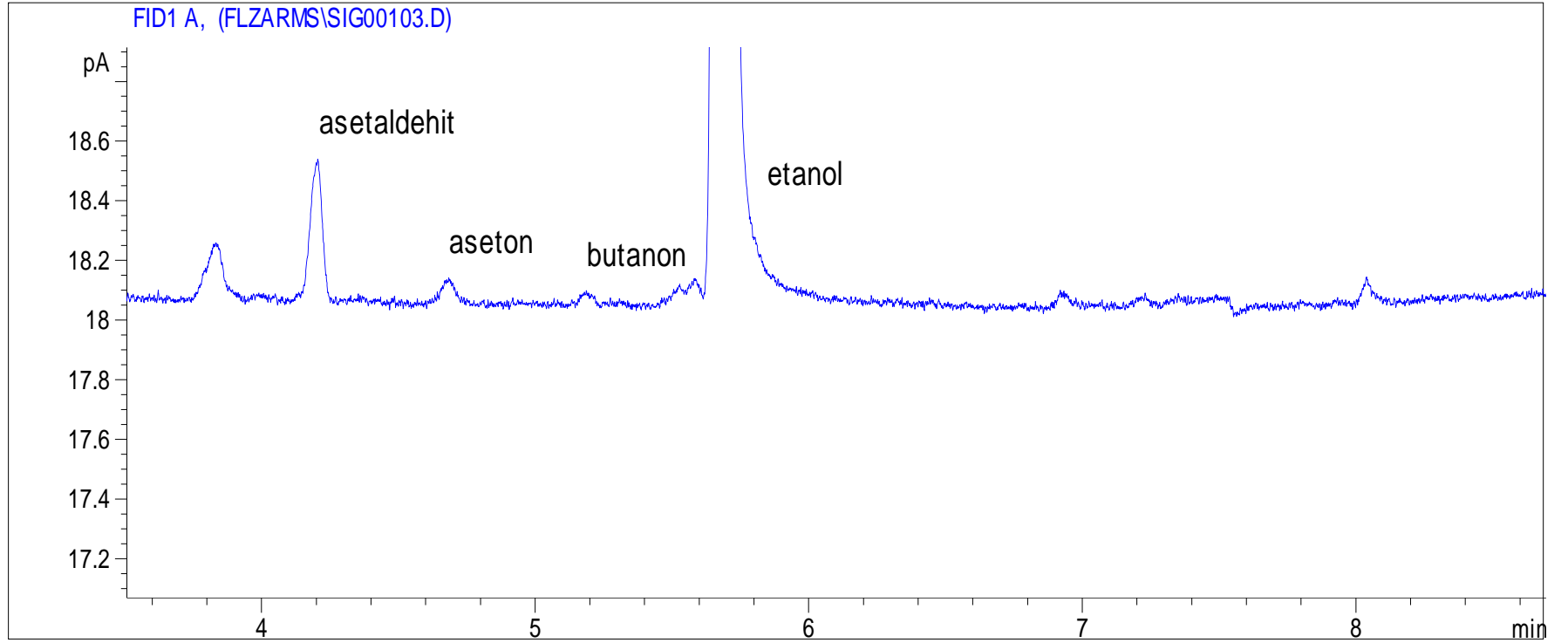
Ek 3: % 0,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı



Ek 4: % 0,5 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı

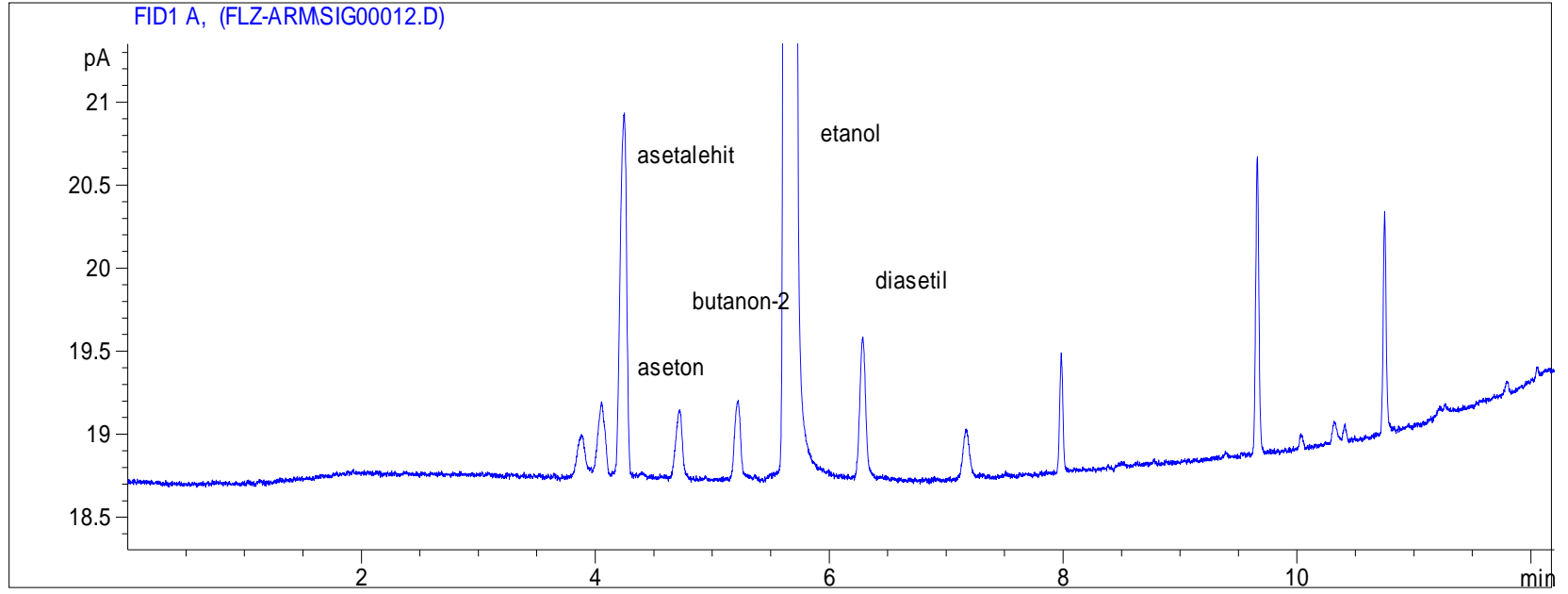


Ek 5: % 0,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı

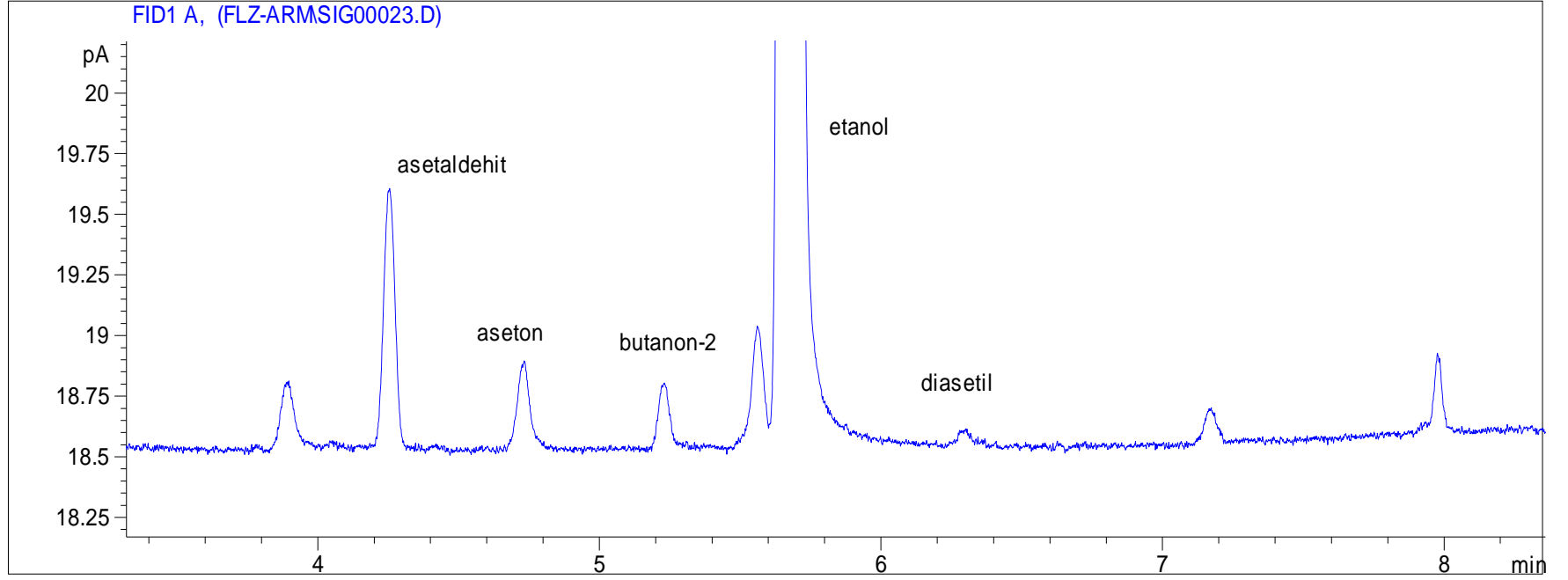


Ek 6: % 0,5 yağlı E örneğinin 16. gün kromatogramı

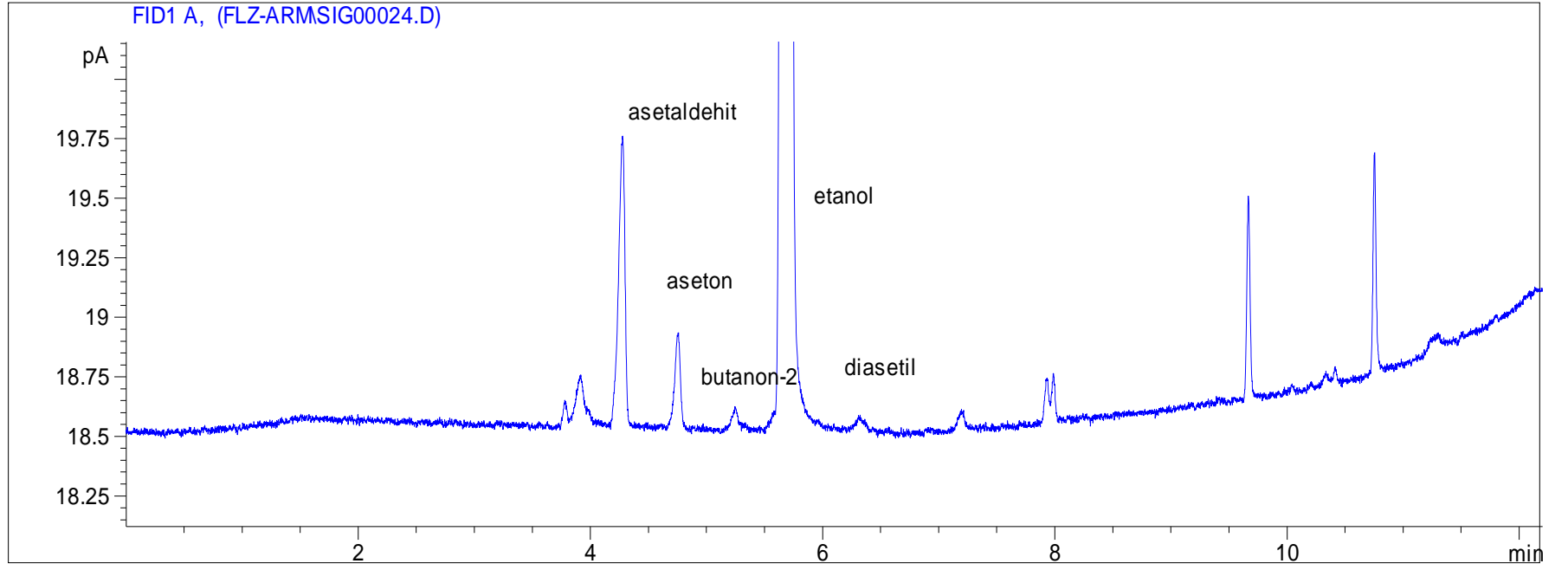




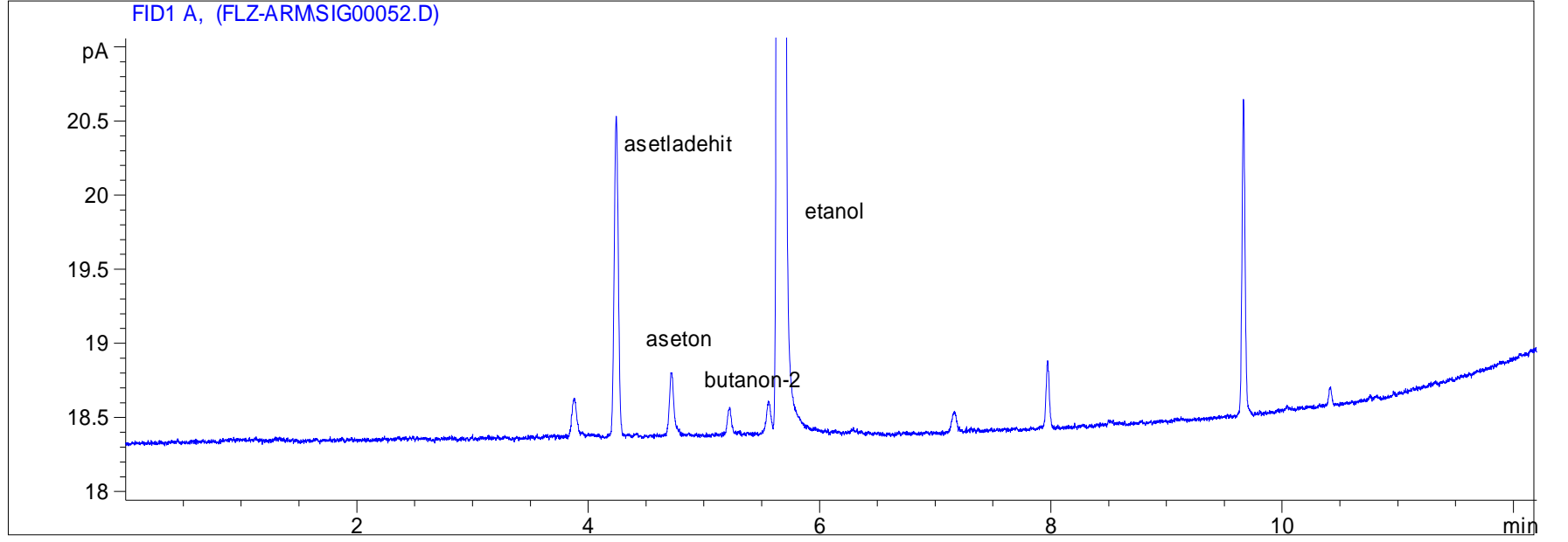
Ek 7: % 1,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı



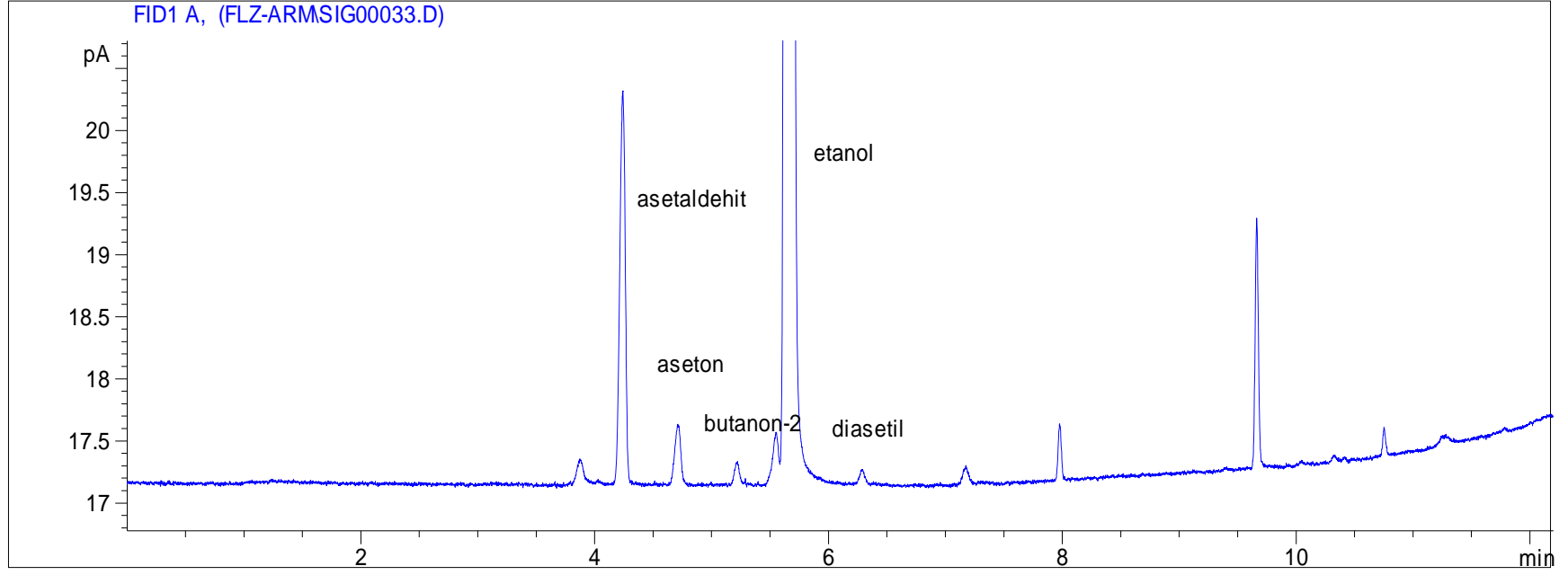
Ek 8: % 1,5 yağlı B örneğinin 5. gün kromatogramı



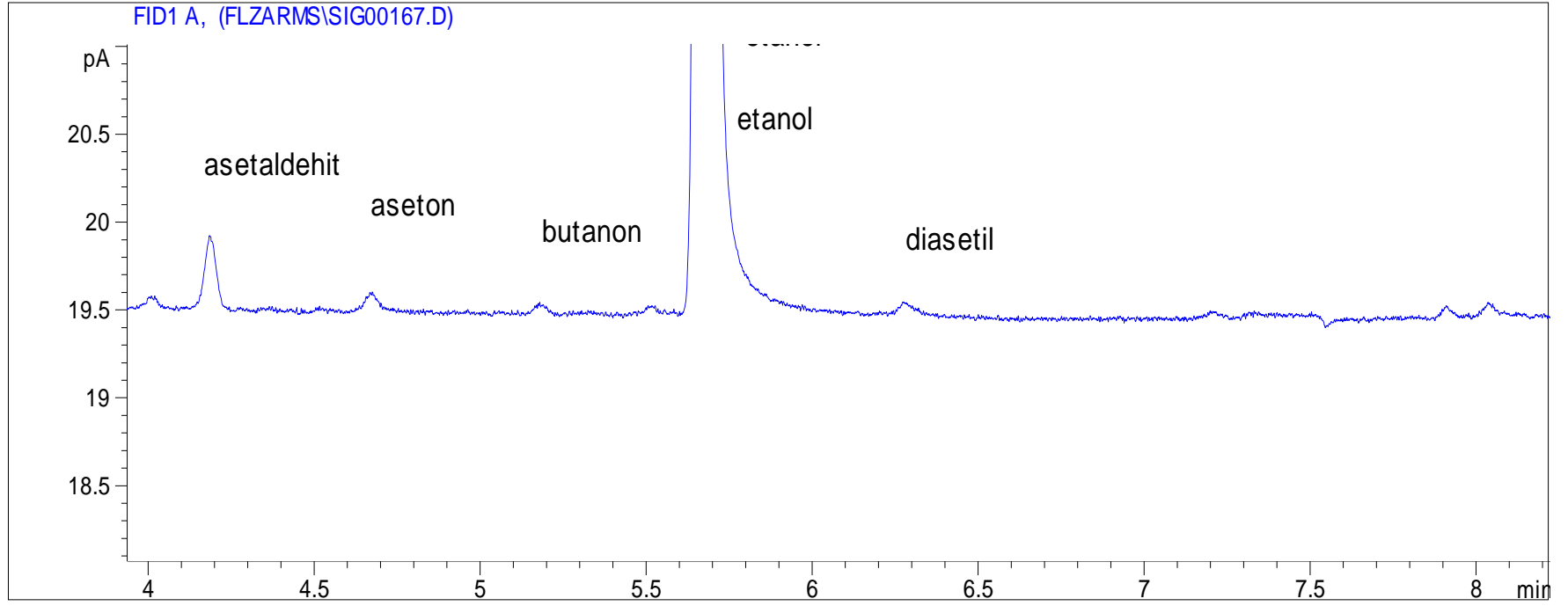
Ek 9: % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı



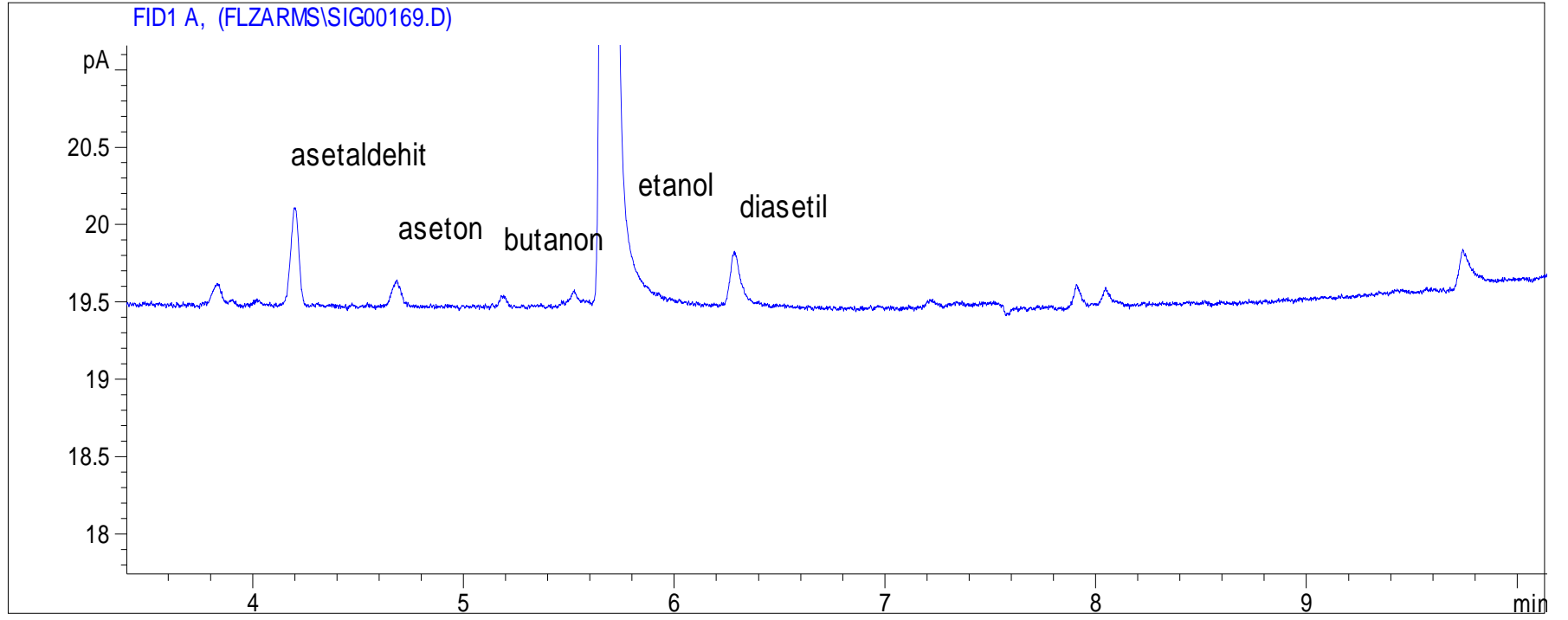
Ek 10: % 1,5 yağlı D örneğinin 16. gün kromatogramı



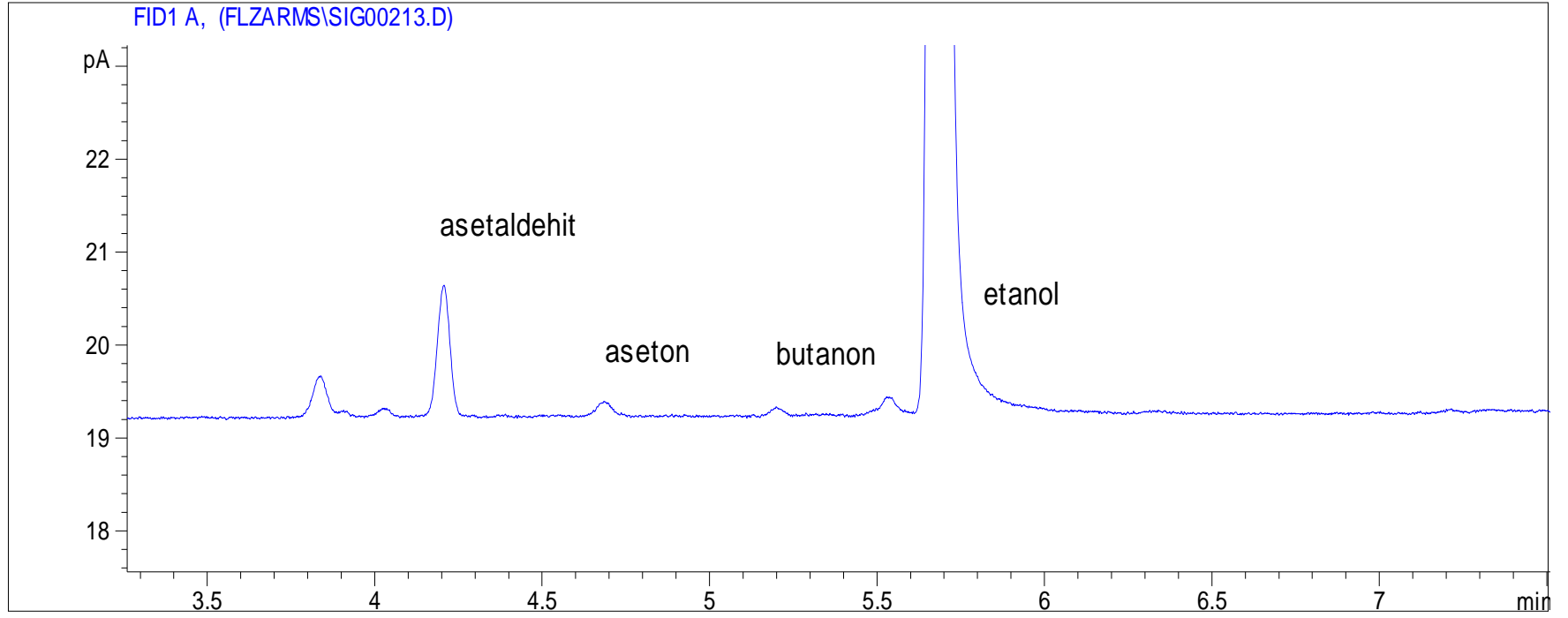
Ek 11: % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı



Ek 12: % 3,0 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı

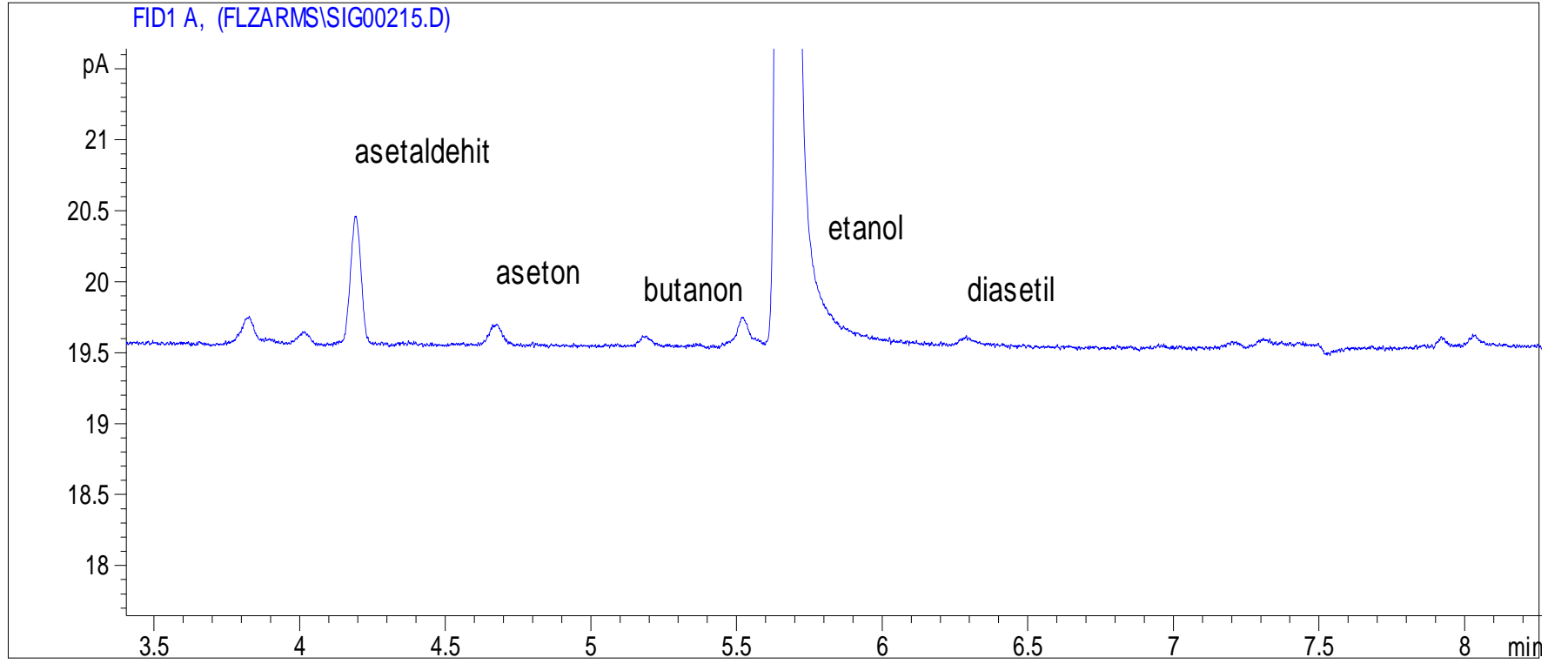


Ek 13: % 3,0 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı

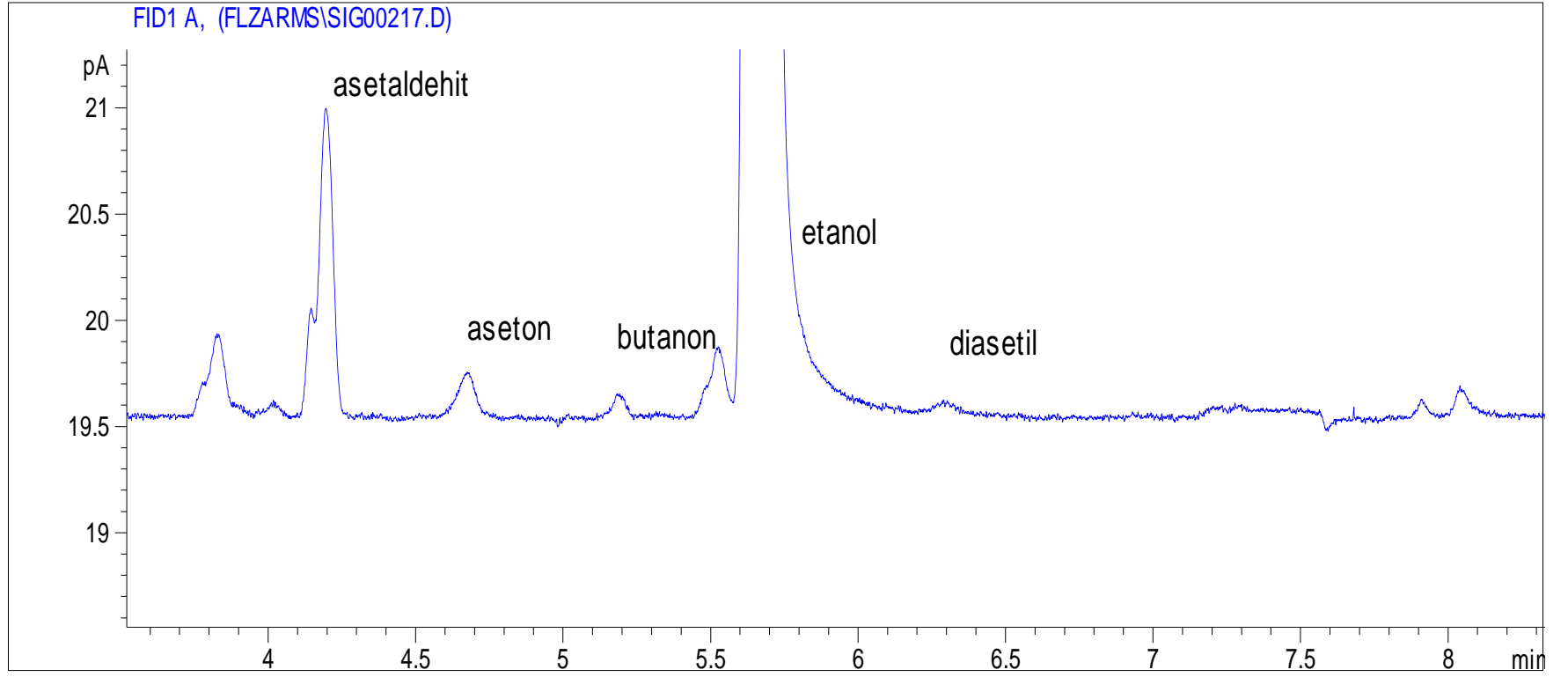


Ek 14: % 3,0 yağlı C örneğinin 10. gün kromatogramı

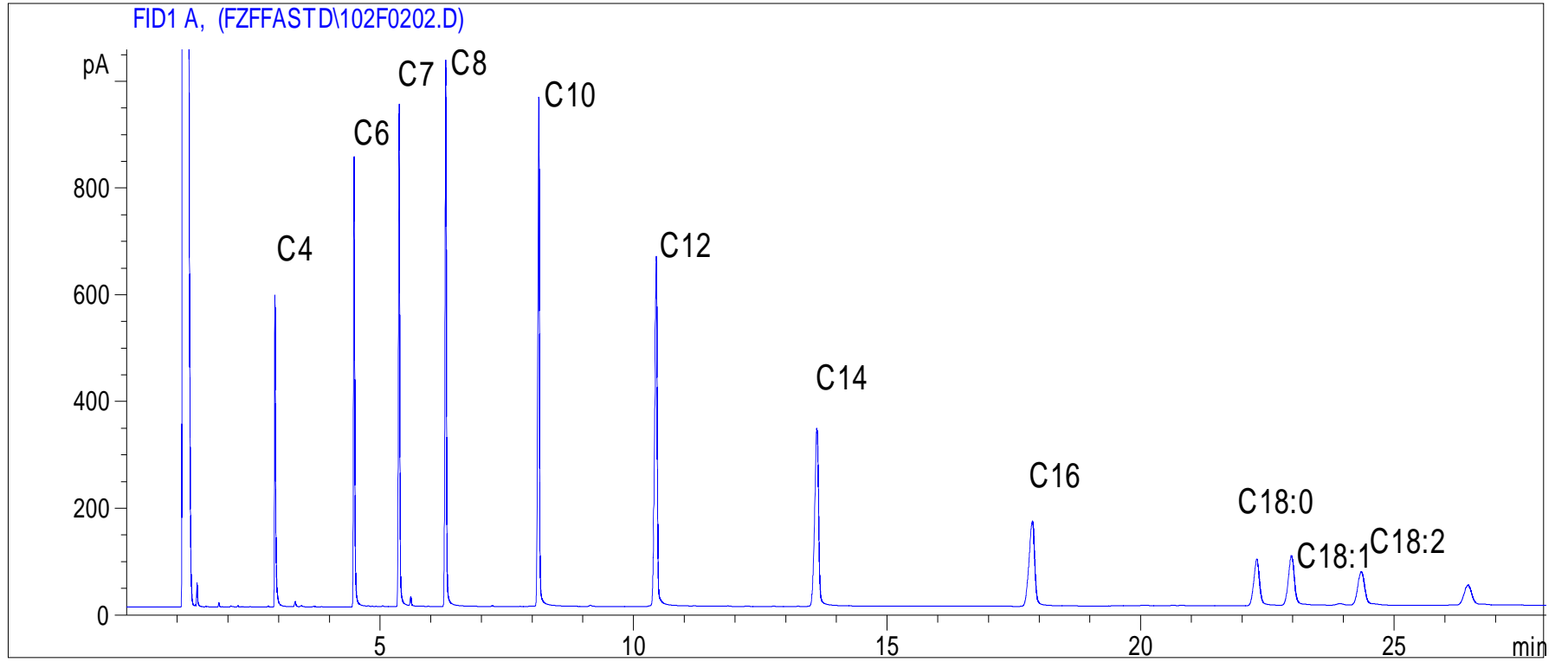




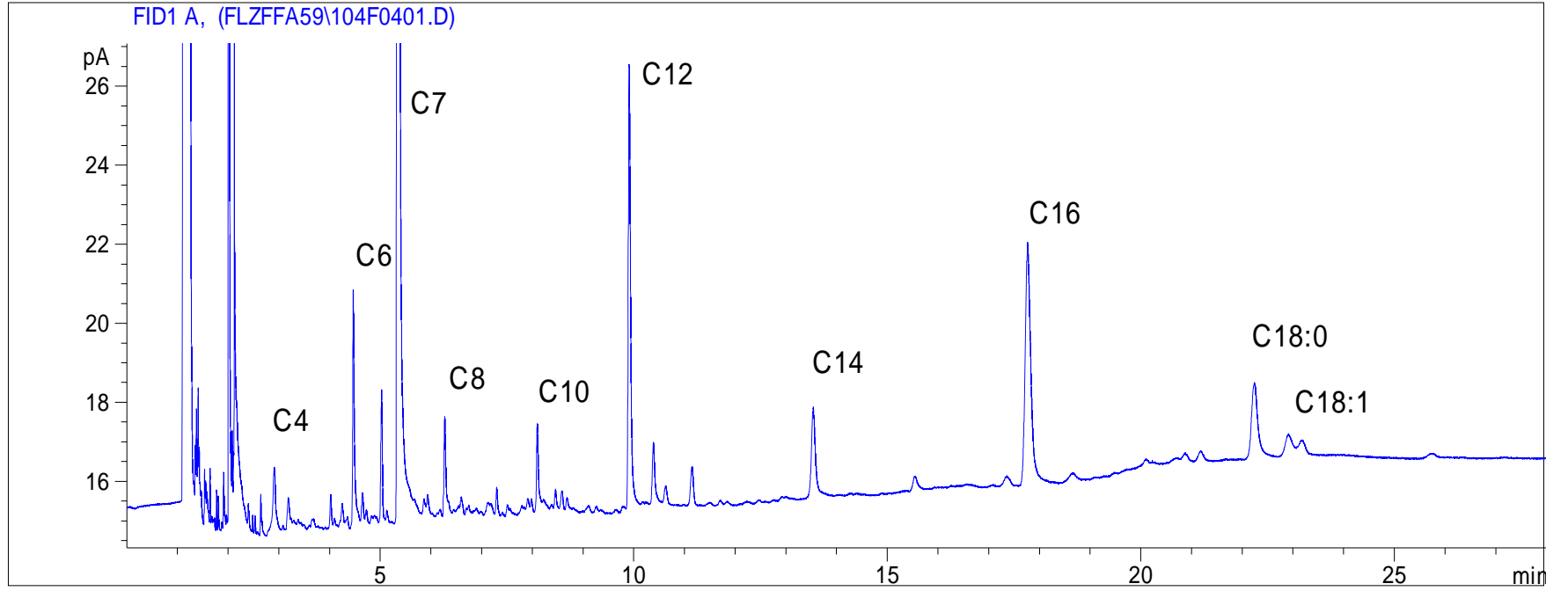
Ek 15: % 3,0 yağlı D örneğinin 10. gün kromatogramı



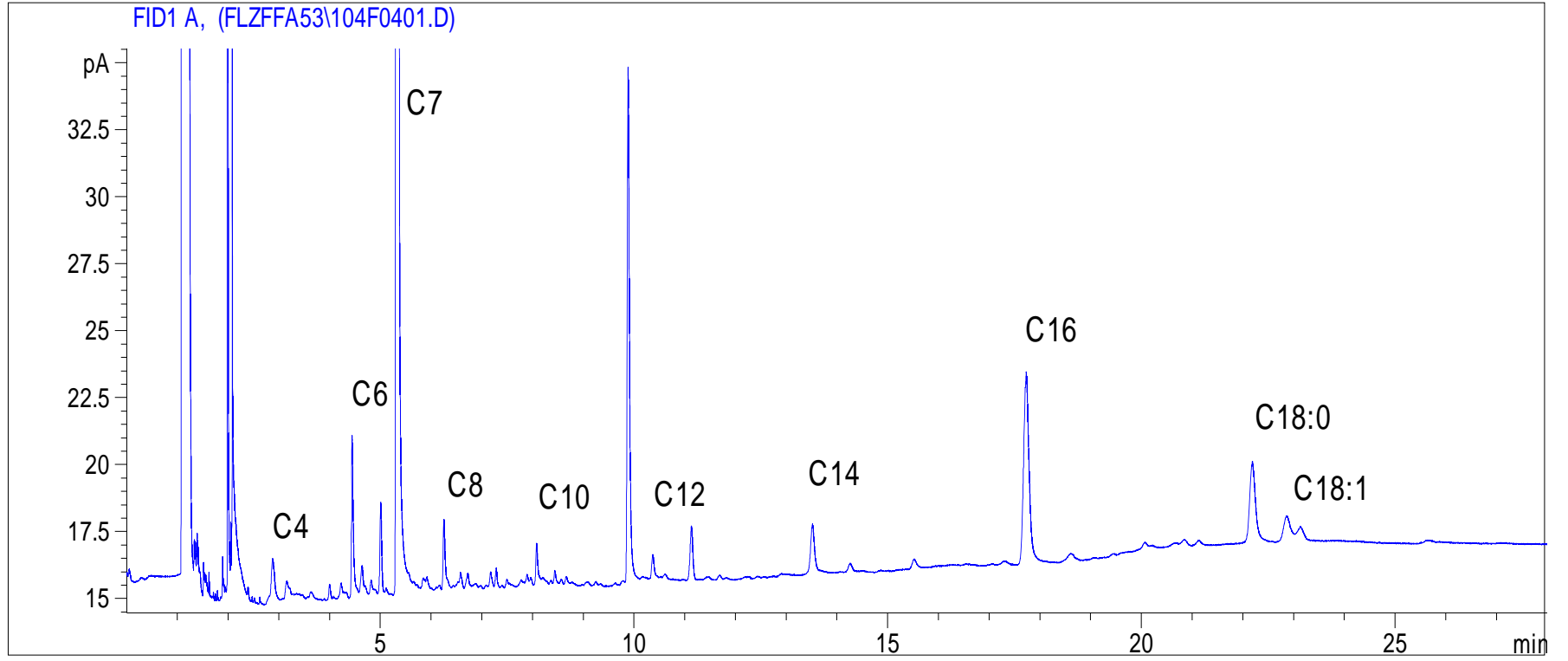
Ek 16: % 3,0 yağlı E örneğinin 10. gün kromatogramı



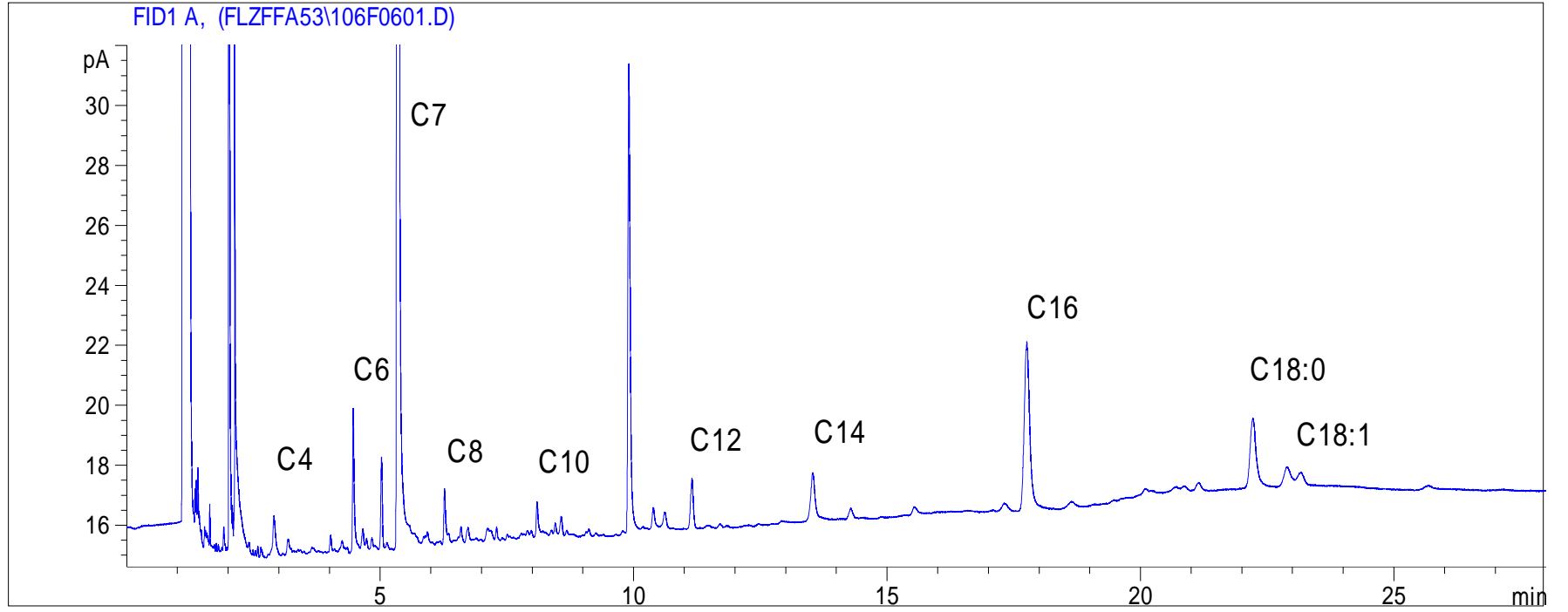
Ek 17: Serbest yağ asitlerine ait standart kromatogram



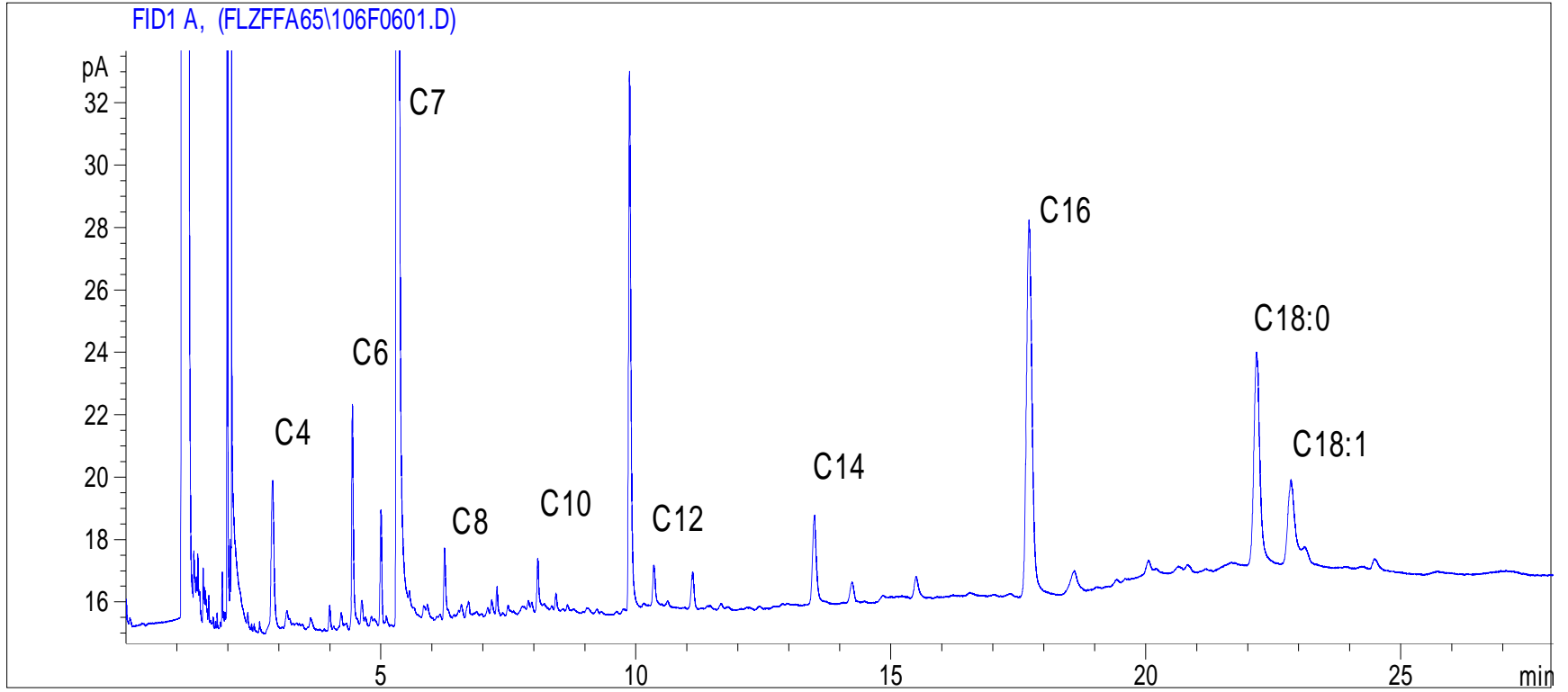
Ek: 18: % 0,5 yağlı A örneğinin 10. gün kromatogramı



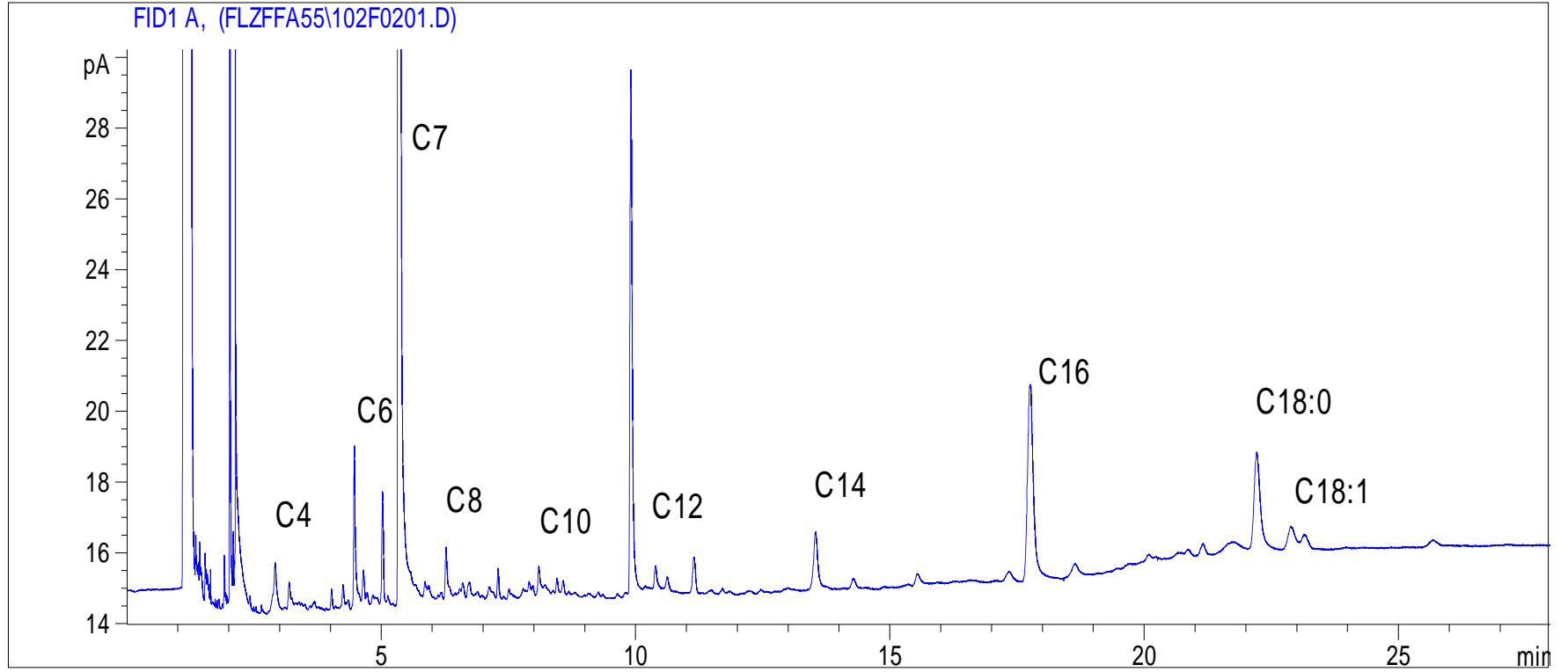
Ek: 19: % 0,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı



Ek: 20: % 0,5 yağlı C örneğinin 1. gün kromatogramı

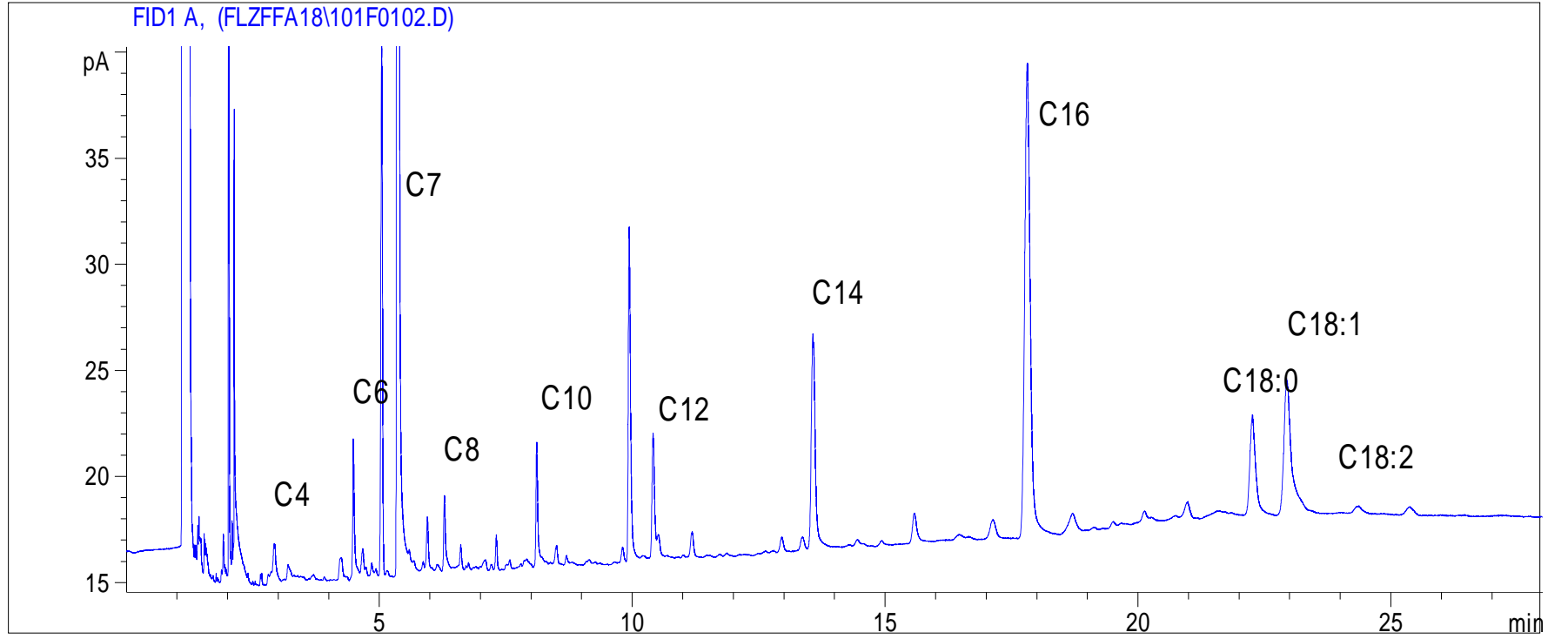


Ek: 21: % 0,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı

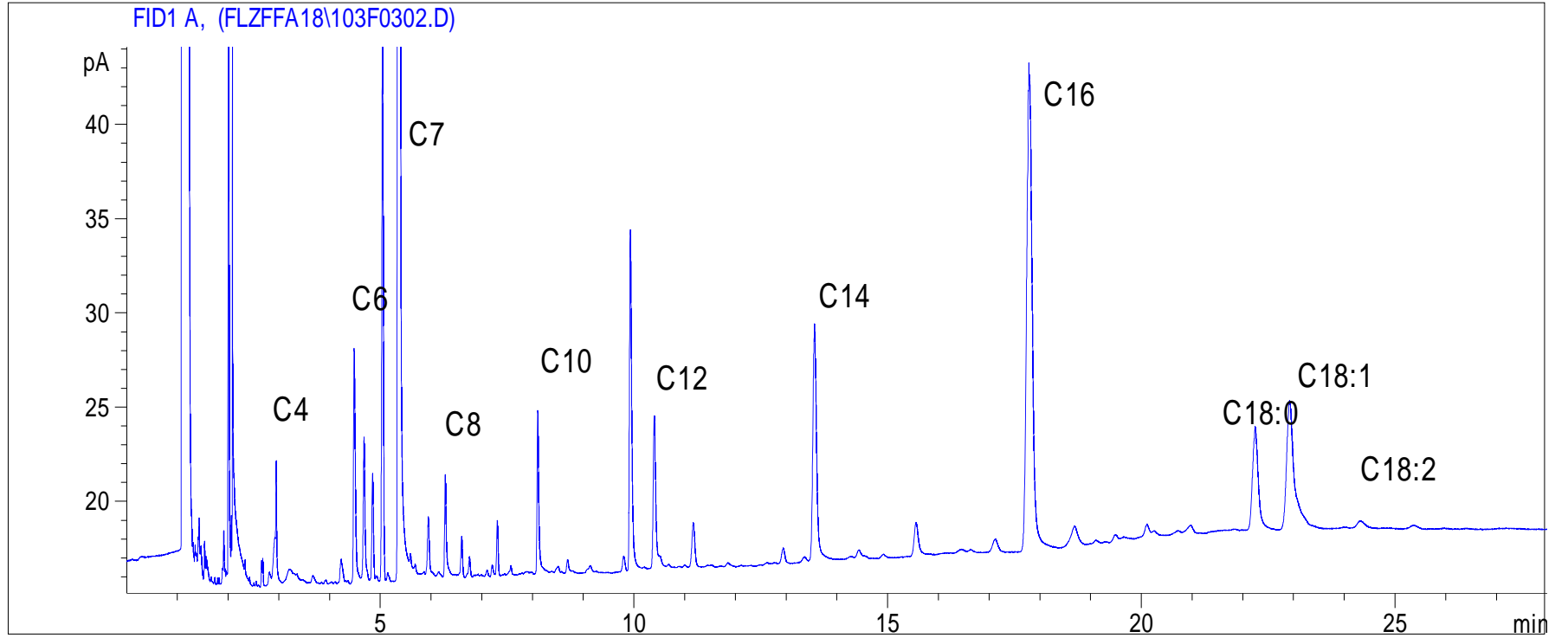


Ek: 22: % 0,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı

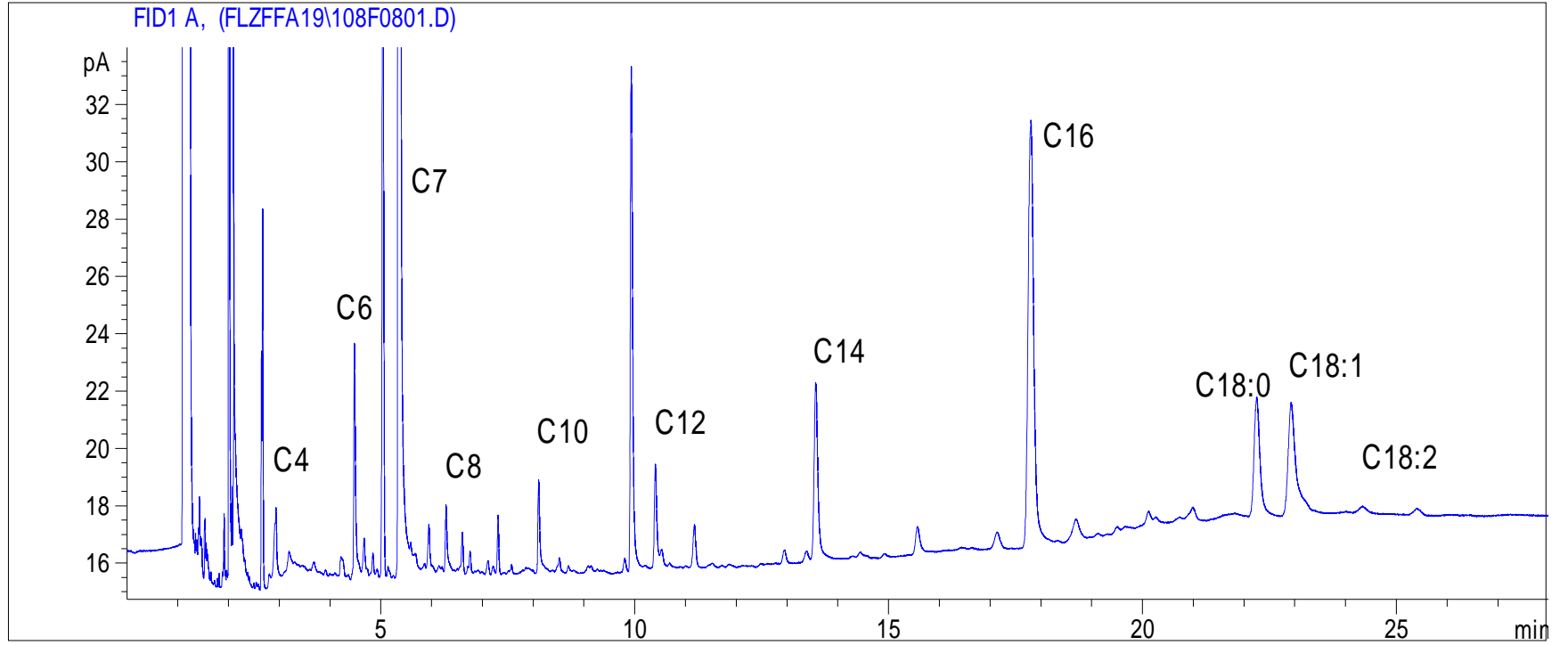




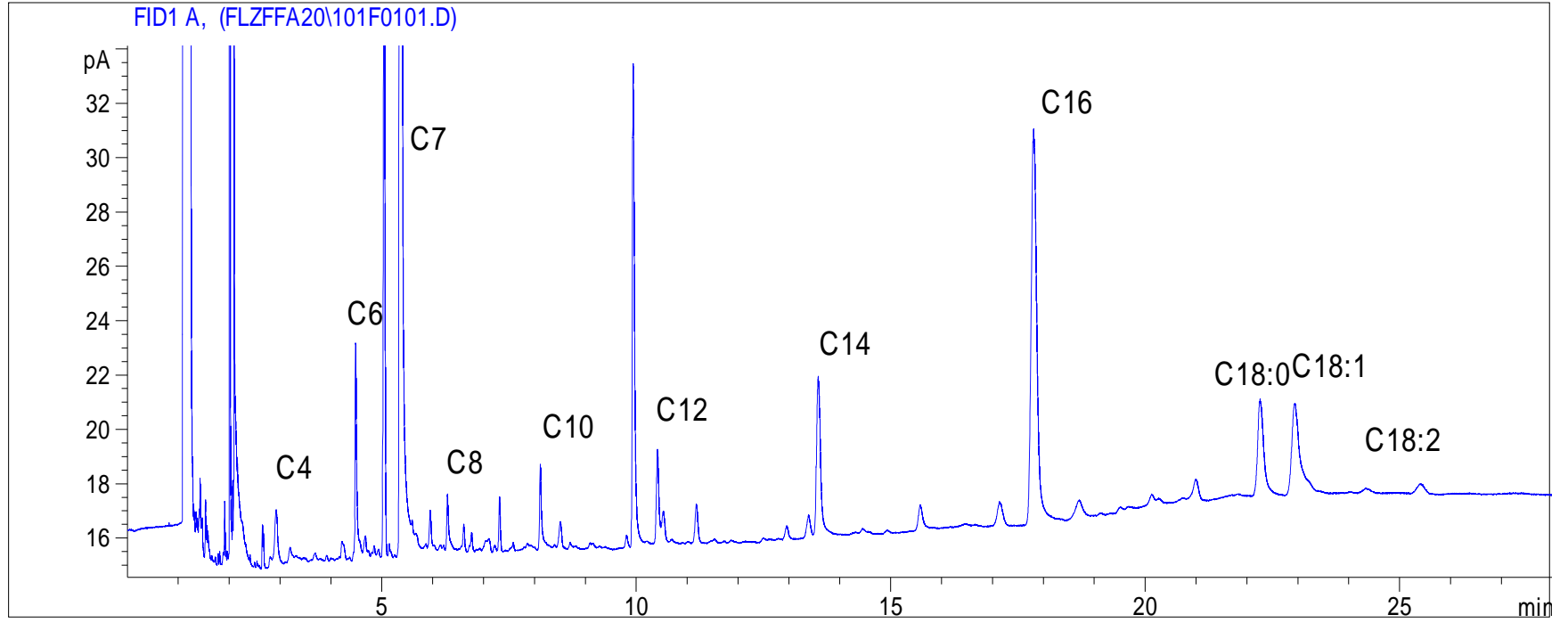
Ek: 22: % 1,5 yağlı A örneğinin 1. gün kromatogramı



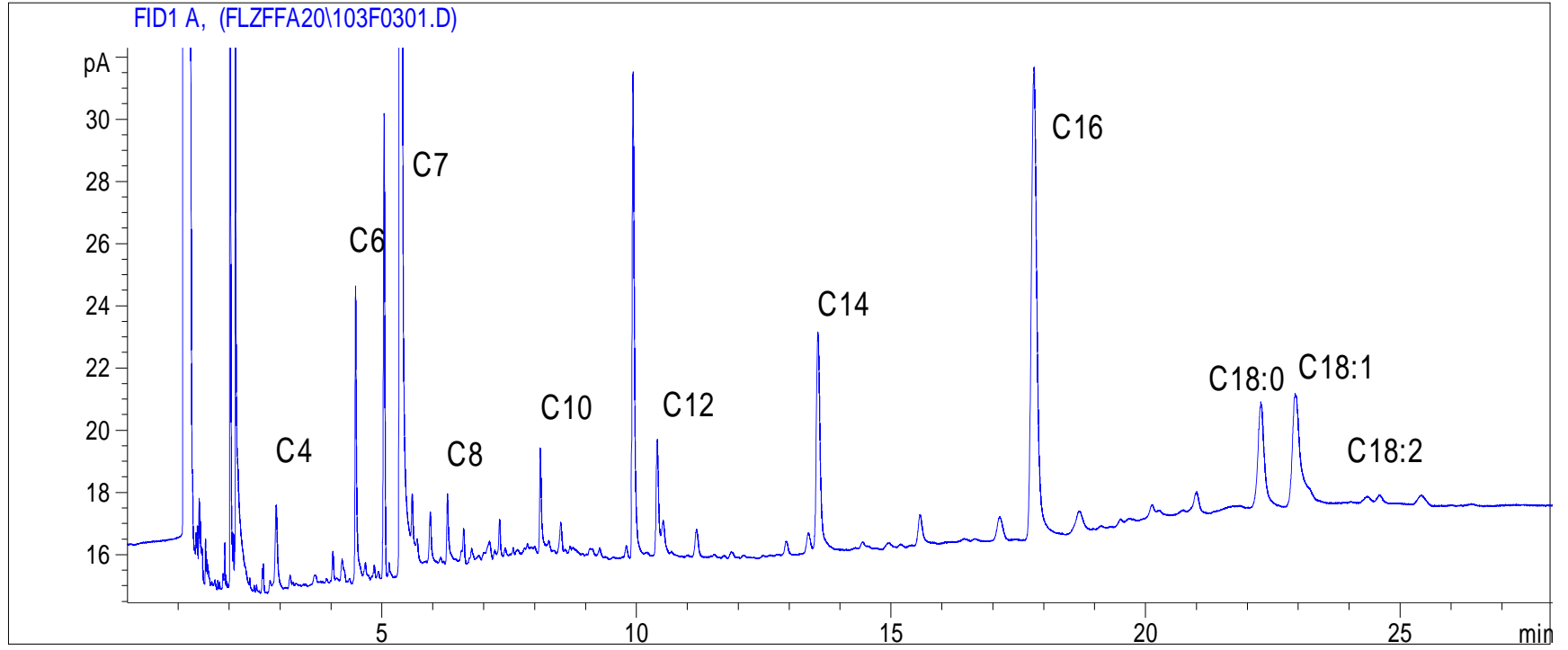
Ek: 23: % 1,5 yağlı B örneğinin 1. gün kromatogramı



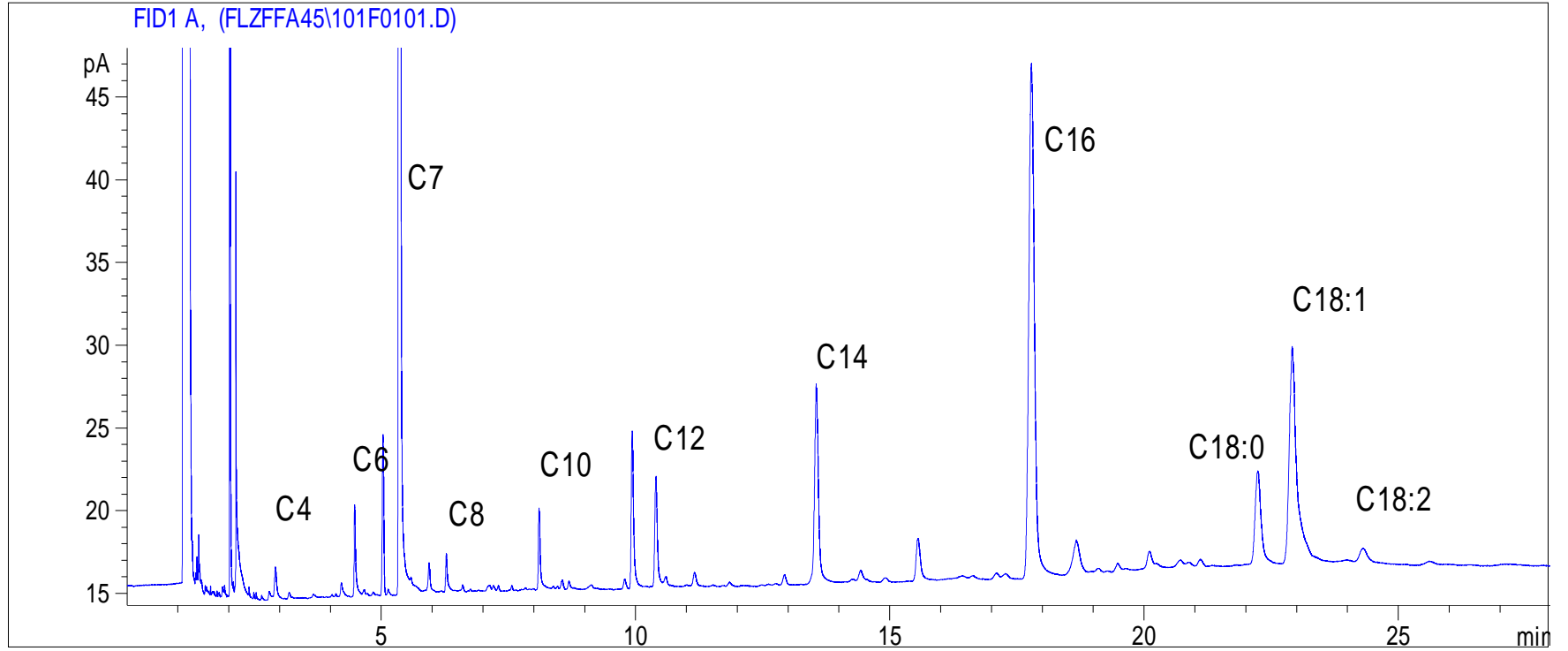
Ek: 24: % 1,5 yağlı C örneğinin 5. gün kromatogramı



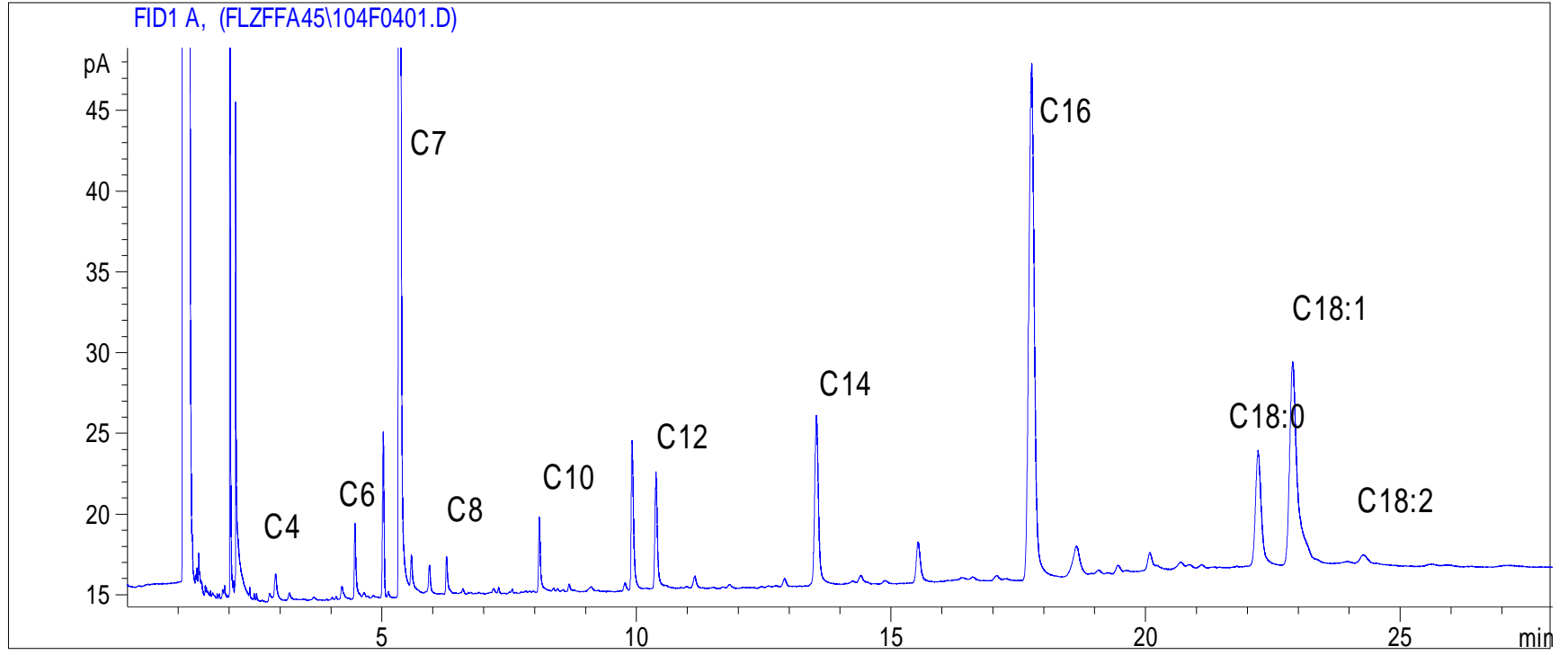
Ek: 25: % 1,5 yağlı D örneğinin 5. gün kromatogramı



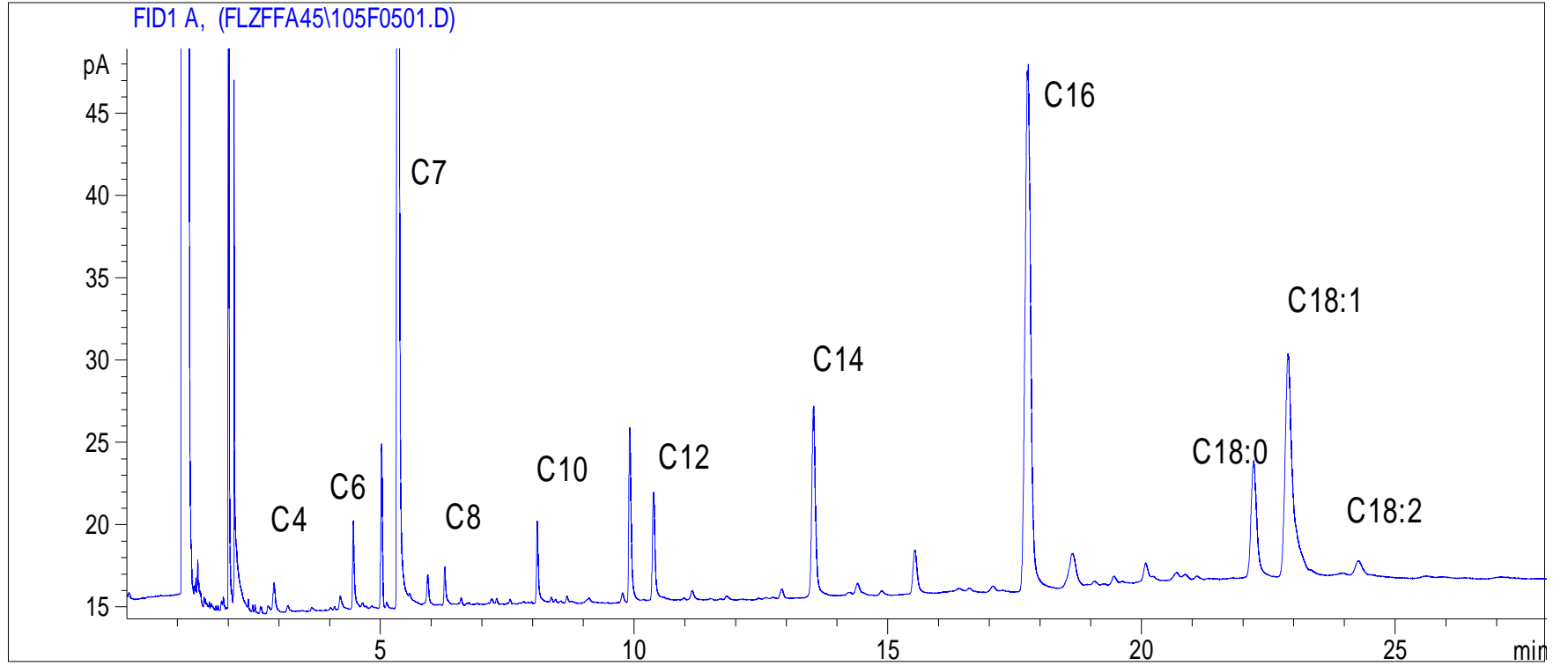
Ek: 26: % 1,5 yağlı E örneğinin 5. gün kromatogramı



Ek: 27: % 3,0 yağlı A örneğinin 23 gün kromatogramı

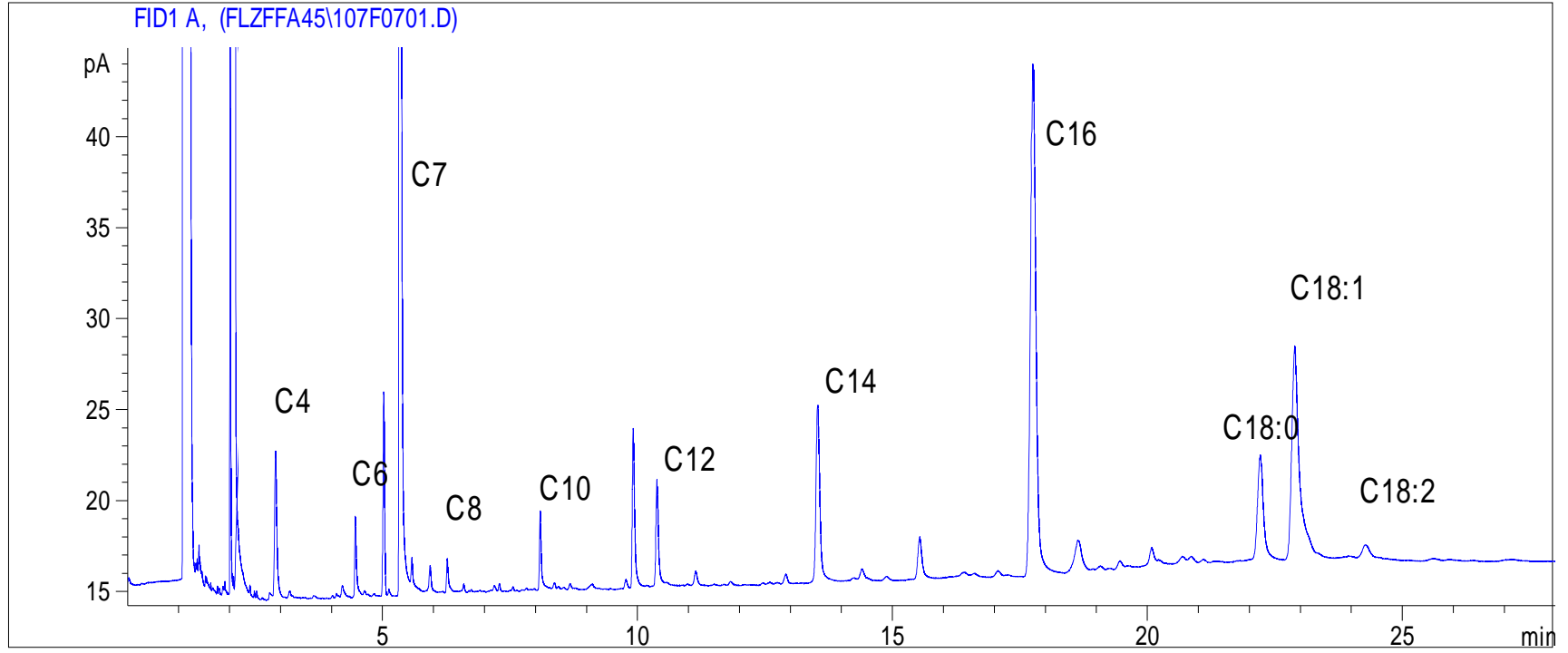


Ek: 28: % 3,0 yağlı B örneğinin 23. gün kromatogramı

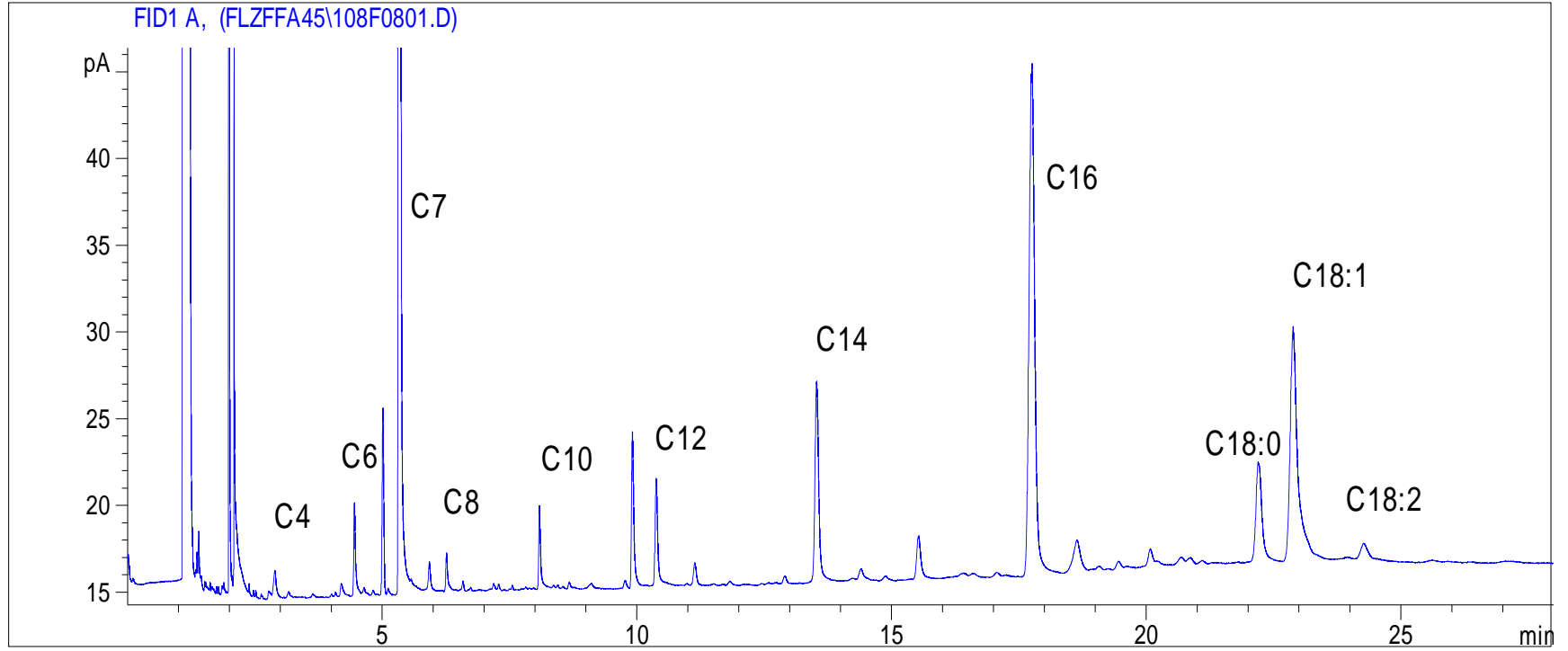


Ek: 29: % 3,0 yağlı C örneğinin 23. gün kromatogramı





Ek: 30: % 3,0 yağlı D örneğinin 23. gün kromatogramı



Ek: 31: % 3,0 yağlı E örneğinin 23. gün kromatogramı

## ÖZGEÇMİŞ

**Adı-Soyadı** : Filiz YILDIZ

**Doğum yeri** : Ankara

**Doğum tarihi** : 01.05.1978

**Yabancı dili** : İngilizce

### Eğitim Durumu (Kurum ve Yılı)

Lise : Ankara Bahçelievler Cumhuriyet Lisesi, 1992-1994

Lisans : Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü,  
1994-1999

Yüksek Lisans : Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Süt Teknolojisi  
Anabilim Dalı, 2000-2003

### Çalıştığı Kurum/Kurumlar

Araştırma Görevlisi :Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Süt Teknolojisi Bölümü,  
2001-2008

Ziraat Mühendisi :Tarım ve Köy İşleri Bakanlığı Tarımsal Araştırmalar Genel  
Müdürlüğü, 2009-....

### Yayımları

Küçükakgöl, Ö., Koçak, C., Sezen, F., **Yıldız, F.** 2009. Yağ İkame Maddesi Kullanılarak (Litesse ®Ultra™) Kurumadde Artırımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda (2009) 34(5):271-278

Yetişemiyen, A., **Yıldız, F.** 2008. Süt Teknolojisinde Kazeinomakropeptidlerin Önemi ve Elde Edilmesi. Türkiye 10. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 37. 83-86 s. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

**Yıldız, F.**, Sırt, S., Yetişemiyen, A. 2008. Karadeniz Bölgesinde Üretilen Yayla ve Kadel Peynirlerinin Bazı Fizikokimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri. Türkiye 10. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 37. 673-675 s. 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.

Sezen,F., Koçak, C., **Yıldız, F.** 2007. Protein Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Gıda (2007) 32 (2): 101-108.

- Yıldız, F.** 2007. Geleneksel peynirlerimiz. Bizim Markvd..ış Veriş Kültürü ve Yaşam Dergisi, Şubat 2007, 96-97s.
- Yetişmeyen, A., **Yıldız, F.** 2006. Süt Endüstrisinde Mikrofiltrasyonun Kullanımı, Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 33. 931-934. Bolu .
- Gürsoy, A., Durlu-Özkaya, F., **Yıldız, F.**, Aslım, B. 2006. Ekzopolisakkarit Üretimi yüksek *Streptococcus thermophilus* W 22 ve *Lactobacillus delbrueckii ssp. bulgaricus* B3 Suşlarının Yoğurt Üretiminde Kullanımı. Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 33. 607s. Bolu
- Kömürlü, O., Sezen, F., Koçak, C., **Yıldız, F.** 2006. Karbonhidrat Esaslı Yağ İkame Maddesi Kullanımının Yağsız Yoğurdun Kalitesi Üzerine Etkisi. Türkiye 9. Gıda Kongresi Kitabı. G.T. Derneği. Yayın No: 33. 649-652. Bolu
- Şenel, E., **Yıldız, F.**, Yetişmeyen, A. 2005. Milchtechnologie und Qualität der Milchprodukte in der Türkei. 8. Symposium des Verbandes deutsch-türkischer Agrar- und Naturwissenschaftler (VD.TAN) 04-08. 11. 2005.
- Yıldız, F.**, Yetişmeyen, A. 2005. Peynirlerde Biyojen Amin Riski. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi. Volume 2, Sayı 2, 127-134.
- Halkman, A.K., Ergun, M.E., Öztan, A., Koçak, C., **Yıldız, F.**, Erdoğan, S. 2005. Gıda Endüstrisinde Hammadde Üretiminde İleriye Yönelik Yaklaşımlar. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi, 3-7 Ocak 2005, Milli Kütüphane, s: 987-999, Ankara
- Yıldız, F.**, Yetişmeyen, A. 2005. Süt Protein Alerjisi. GAP IV. Tarım Kongresi 21-23 Eylül 2005. Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi, s: 587-594, Şanlıurfa.
- Gürsoy, A., Uraz, T., **Yıldız, F.** 2004. Salamura Sıcaklığının Beyaz Peynirde Tuz Geçişi Üzerine Etkisi . Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, 23-24 Eylül 2004, 24-29 s. Van.
- Yıldız, F.**, Yetişmeyen, A. 2003. Süt Endüstrisinde Ultra Yüksek Basınç Teknolojisinin Kullanım Olanakları. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. 223.s, İzmir.
- Yetişmeyen, A., **Yıldız, F.** 2003. GAP Bölgesinde Süt Hayvancılığı. GAP III Tarım Kongresi. 61.s, Şanlıurfa.
- Yetişmeyen, A., **Yıldız, F.** 2003. Urfa Peynirlerinin Mikrobiyolojik, Kimyasal ve Duyusal Özelliklerinin Saptanması. Gıda (2003) 28(3):287-294

**Görev aldığı projeler**

Bazı Geleneksel Peynirlerimizin Biyojen Amin İçeriğinin Saptanması ve Peynirlerin Mikrobiyolojik, Kimyasal Özellikleriyle Olan İlişkisinin Araştırılması 2003-07-11-071 BAP.

Dondurulmuş Laktik Starter Kültürlerinin Az Yağlı Kaşar Peyniri Üretiminde Kullanımı. 2003-07-11-083 BAP.

Mikrofiltre Edilmiş Sütlerin Rennin Enzimi İle Pıhtılaşabilme ve Teleme Niteliklerinin Araştırılması. 2005-07-11-004 HPD BAP.

Mikrofiltre Sütten İşlenmiş İçme Sütlerinin Raf Ömrü. 2006-07-11- 095 BAP.

Kefir Üretiminde Çeşitli Starter Kültürlerin Kullanımı. 106O314 TÜBİTAK.