

**YOĞURTTAN VE KREMADAN ÜRETİLEN
TEREYAĞLARININ AROMA PROFİLİ VE BAZI
KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE KÜLTÜR
KULLANIMININ VE MUHAFAZA SÜRESİNİN
ETKİLERİ**

Engin GÜNDOĞDU

**Doktora Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI
2012**

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

DOKTORA TEZİ

**YOĞURTTAN VE KREMADAN ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ
AROMA PROFİLİ VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE
KÜLTÜR KULLANIMININ VE MUHAFAZA SÜRESİNİN
ETKİLERİ**

Engin GÜNDOĞDU

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ERZURUM

2012

Her hakkı saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

Yoğurttan ve Kremadan Üretilen Tereyağlarının Aroma Profili ve Bazı Kalite Özellikleri
Üzerine Kültür Kullanımının ve Depolama Süresinin Etkileri

Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI danışmanlığında, Engin GÜNDOĞDU tarafından hazırlanan bu çalışma 20/01/2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Doktora tezi olarak **oybirliği (5/5)** ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

İmza : 

Üye : Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR

İmza : 

Üye : Doç. Dr. İhsan BAKIRCI

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Ali Adnan HAYALOĞLU

İmza : 

Üye : Doç. Dr. Mustafa GÜRSES

İmza : 

Yukarıdaki sonucu onaylıyorum

Prof. Dr. Ömer AKBULUT

Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir

Proje No: 2009/201

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaklardan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak olarak ullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖZET

Doktora Tezi

YOĞURTTAN VE KREMADAN ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ AROMA PROFİLİ VE BAZI KALİTE ÖZELLİKLERİ ÜZERİNE KÜLTÜR KULLANIMININ VE MUHAFAZA SÜRESİNİN ETKİLERİ

Engin GÜNDOĞDU

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

Bu çalışmada, kültür ilave edilmeksizin (A: kontrol), [B: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2)], [C: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültürün kombinasyonu [D: B (%1)+C (%1)] kullanılarak üretilen Yoğurt ve Krema tereyağlarında depolama süresince mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikler ile aroma bileşenleri arasındaki farklılıklar incelenmiştir. Depolamanın 1., 15., 30., 45. ve 60. günlerinde toplam bakteri, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, maya-küf ve koliform grubu bakteri sayıları ile, kurumadde yağ, yağsız kurumadde, pH, asitlik, serbest yağ asitliği, peroksit ve tiyobarbitirik asit değerleri (TBA) belirlenmiştir. Muhafazanın 1., 30. ve 60. günlerinde ise aroma bileşenleri tespit edilmiştir.

Maya ve küf sayısı tüm tereyağlarında depolama süresince artmış, ancak Yoğurt tereyağlarında daha az sayıda bulunmuştur. Kültür ile üretilen Yoğurt tereyağı örneklerinde Kontrol örneğe göre daha az sayıda maya-küf belirlenmiştir. TBA değerleri kültür ile üretilen örneklerde kontrol örneğe göre daha yüksek olmuştur. En düşük peroksit değeri Yoğurt tereyağlarında D kültürü ile üretilen örnekte, Krema tereyağlarında ise Kontrol (A) ve C kültürü ile üretilen örneklerde tespit edilmiştir. Duyusal açıdan her iki çeşit tereyağında da depolama süresince puanlar düşerken genel olarak kültür ile üretilen örnekler daha yüksek puanlar almıştır.

Aroma bileşenleri SPME/GC-MS metodu ile belirlenmiştir. Tereyağı örneklerinde 24 ester, 20 alkol, 12 keton, 8 aldehit, 6 asit, 5 terpen, 3 sülfürlü bileşen, 1 lakton ve 17 diğer bileşikler olmak üzere toplam 96 adet aroma bileşiği tespit edilmiştir. Bunlardan asetik asit tiyo S-metil ester, izopentil hekzonat, 2-metil bütanal, α -thujen sadece Yoğurt tereyağlarında, propiyonik asit 2-metil-etil ester, bütanoik asit 2-metil ester, asetik asit bütül ester, 2-bütanoik asit etil ester, bütanoik asit bütül ester, bütanoik asit 3-metil-bütül ester, asetik asit hekzil ester, propiyonik asit 2-hidroksi metil ester, bütanoik asit hekzil ester, 2-hekzenal E, 1-pentanol, 4 metil, 3-hekzen 1-ol Z, dimetil sülfid, d-limonen Krema tereyağlarında tespit edilmiştir. Genel olarak, diğer aroma maddeleri her iki çeşit tereyağında da tespit edilmiş, ancak miktarları farklılık göstermiştir.

2012, 160 sayfa

Anahtar Kelimeler: Tereyağı, krema, yoğurt, starter kültür, uçucu aroma bileşenleri, analiz, muhafaza

ABSTRACT

Ph.D. Thesis

THE EFFECTS OF USE OF CULTURE AND STORAGE PERIOD ON THE AROMA PROFILE AND SOME QUALITY PROPERTIES OF BUTTERS PRODUCED FROM YOGHURT AND CREAM

Engin GÜNDOĞDU

Atatürk University
Graduate School of Natural and Applied sciences
Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI

In this study, the difference between microbiological, chemical and sensorial properties and the volatile aroma compounds was investigated in cream and yoghurt butters produced without any addition of starter culture (Control sample), [B: *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (2%)], [C: *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* (2%)] and the combination of these cultures [D: B (1%)+C (1%)] during the storage. Total bacteria count, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*, *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*, *S. thermophilus*, *Lb. delbueckii* subsp. *bulgaricus*, yeast-mould, coliform bacteria, dry matter, fat, non-fat dry matter, pH, acidity, free fatty acids, peroxide and thiobarbutiric acid values (TBA) were determined on 1st, 15th, 30th, 45th and 60th days of storage. Volatile aroma compounds were analysed on 1st, 30th and 60th days.

Yeast and mould counts were increased in all butters throughout the storage period, but it was lower in yoghurt butters. TBA values were found to be higher in butters produced with starter cultures than Control sample (A). The lowest peroxide value was determined in D sample of yoghurt butters and in A (Control) and C samples of Cream butters. Generally the scores given on sensorial properties (colour, texture, odour, flavour, off-flavour, rancid taste and general acceptability) were decreased during the storage but butters produced with starter cultures had higher scores.

Volatile aroma compounds were determined using SPME/GC-MS method. 24 esters, 8 aldehydes, 12 ketones, 20 alcohols, 6 acids, 5 terpenes, 3 sulphurous compounds, 1 lactone and 17 miscellaneous compounds were detected. Acetic acid thio S-methyl ester, decanoic acid ethyl ester, isopentyl hexanoate, 2-hexanone, α -thujene, γ -hexalactone were found in only Yoghurt butters, butanoic acid hexyl ester, propanoic acid 2-hydroxy-methyl ester, acetic acid hexyl ester, butanoic acid, 3-methyl-butyl ester, butanoic acid buthyl ester, 2-butenic acid ethyl ester, butanoic acid, 2-methyl ester, propionic acid, 2-methyl-ethyl ester, 2-hexanal (E), 4-methyl-1-pentanol, 3-hexen-1-ol (Z), dimethyl sulfide, d- limonene were detected in only Cream butters and other aroma compounds were found in both butter kinds but at different levels.

2012, 160 pages

Keywords: Butter, cream, yoghurt, starter culture, volatile aroma compounds, analysis, storage

TEŞEKKÜR

Tez konusunun seçiminden, araştırmanın planlanması ve yürütülmesi sürecinde bilgi ve tecrübelerini paylaşan, desteğini esirgemeyen, bilimsel aktivitelere yönlendirerek akademik olarak yetişmeme öncülük eden değerli hocam Sayın Prof. Dr. Songül ÇAKMAKÇI'ya teşekkür ederim.

Rapor dönemlerinde bilgilerinden yararlandığım tez izleme komitesinde yer alan hocalarım Sayın Prof. Dr. Hasan ÖZDEMİR ve Sayın Doç. Dr. İhsan BAKIRCI'ya,

Aroma analizlerinin yapılmasında laboratuvar imkanını sağlayan ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında bilgilerinden faydalandığım İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü öğretim üyesi Sayın Doç. Dr. A. Adnan HAYALOĞLU'na,

Araştırmanın maddi olarak bir kısmını destekleyen Atatürk Üniversitesi Rektörlüğü'ne (BAP-2009/201),

Laboratuvar çalışmalarım sırasında yanımda olan ve yoldaşlık eden kardeşim Arzu GÜNDOĞDU'ya,

Mikrobiyolojik analizlerim sırasında yardım ve büyük desteğini gördüğüm değerli arkadaşım Sayın Yrd. Doç. Dr. Hilal YILDIZ'a,

Kimyasal analizlerim sırasında yardımını gördüğüm değerli arkadaşım Erzurum Ticaret Borsası Genel Sekreter Yardımcısı Sayın Aynur BABAGİL'e,

Starter kültürlerin aktifleştirilmesi aşamasında yardımını gördüğüm değerli hocam Sayın Yrd. Doç. Dr. Bülent ÇETİN'e

Kimyasal analizlerim için laboratuvar imkanlarını sunan, izin konusunda her türlü kolaylığı sağlayan ve büyük desteklerini gördüğüm Erzurum Ticaret Borsası Yönetim Kurulu Başkanı Sayın İ. Hakkı HINISLIOĞLU ve Genel Sekreter Sayın Veysel G. BİLİCİ'ye

Ayrıca çalışmalarım sırasında yardımlarını gördüğüm Yrd. Doç. Dr. Elif Dağdemir, duyu analize katılarak zamanlarını ayıran değerli hocalarım, arkadaşlarım ve Pilot Süt Fabrikası çalışanlarına, özellikle Hasan BURMABIYIK'a,

Maddi ve manevi destekleri ile her zaman yanımda olan AİLEME'ye

teşekkürü bir borç bilirim.

Engin GÜNDOĞDU

Erzurum, Ocak 2012

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
TEŞEKKÜR	i
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tereyağının Tarihçesi	4
1.2. Geleneksel Ürünlerin Türkiye’deki Yeri ve Önemi	4
1.3. Fermente Süt Ürünlerinde Kullanılan Kültürler	6
1.3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan kültürler	6
1.3.1.a. <i>S. thermophilus</i>	6
1.3.1.b. <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	7
1.3.2. Tereyağı üretiminde kullanılan kültürler	7
1.3.2.a. <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>	8
1.3.2.b. <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	8
1.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Aroma Oluşumu	9
1.4.1. Yoğurtta aroma oluşumu	11
1.4.2. Tereyağında aroma bileşenleri	11
1.5. Tereyağında Oluşan Aroma Kusurları	12
2. KAYNAK ÖZETLERİ	16
3. MATERYAL ve YÖNTEM	26
3.1. Materyal	26
3.1.1. Yoğurt ve Krema üretiminde kullanılan çiğ süt	26
3.1.2. Starter kültür	26
3.2. Yöntem	26
3.2.1. Kültürlerin hazırlanması ve aktifleştirilmesi	26
3.2.2. Yoğurt tereyağlarının üretimi	27
3.2.3. Krema tereyağlarının üretimi	29
3.2.4. Hammaddede yapılan analizler	30
3.2.5. Tereyağı örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler	30
3.2.5.a. Toplam bakteri sayımı	30
3.2.5.b. Koliform grubu bakteri sayımı	30
3.2.5.c. Maya ve küf sayımı	30
3.2.5.d. Laktik asit bakterilerinin sayımı	31
3.2.6. Tereyağı örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler	32
3.2.6.a. Kurumadde miktarı	32
3.2.6.b. Yağ miktarı	32
3.2.6.c. Yağsız kurumadde miktarı	33
3.2.6.d. Asitlik derecesi	33
3.2.6.e. pH değeri	33
3.2.6.f. Serbest yağ asitleri (Asit değeri)	34
3.2.6.g. Peroksit tayini	34

3.2.6.h. Tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının tespiti	35
3.2.7. Tereyağı örneklerinde yapılan uçucu aroma bileşikler analizi.....	35
3.2.8. Tereyağı örneklerinde yapılan duyu analizler.....	36
3.2.9. İstatistiksel analiz	37
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	38
4.1. Tereyağı Üretiminde Kullanılan Süt, Yoğurt ve Kremanın Bazı Özellikleri.....	38
4.2. Tereyağı Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	39
4.2.1. Tereyağı örneklerinin toplam bakteri sayıları	41
4.2.2. Tereyağı örneklerinin maya-küf sayıları	44
4.2.3. Tereyağı örneklerinin koliform grubu bakteri sayıları	46
4.2.4. Tereyağı örneklerinin <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> sayıları	46
4.2.5. Tereyağı örneklerinin <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayıları	48
4.2.6. Tereyağı örneklerinin <i>S. thermophilus</i> sayıları	51
4.2.7. Tereyağı örneklerinin <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayıları	52
4.3. Tereyağı Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları	53
4.3.1. Tereyağı örneklerinin kurumadde miktarları	55
4.3.2. Tereyağı örneklerinin yağ miktarları.....	57
4.3.3. Tereyağı örneklerinin yağsız kurumadde miktarları	60
4.3.4. Tereyağı örneklerinin pH değerleri	63
4.3.5. Tereyağı örneklerinin asitlik değerleri	66
4.3.6. Tereyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri	68
4.3.7. Tereyağı örneklerinin peroksit değerleri	70
4.3.8. Tereyağı örneklerinin TBA değerleri.....	74
4.4. Tereyağı Örneklerine Ait SPME/GC-MS Uçucu Aroma Maddeleri	76
4.4.1. Esterler.....	78
4.4.2. Aldehitler.....	87
4.4.3. Ketonlar	93
4.4.4. Alkoller.....	101
4.4.5. Asitler	109
4.4.6. Laktonlar	114
4.4.7. Sülfürlü bileşenler	116
4.4.8. Terpenler	119
4.4.9. Diğer bileşikler	122
4.5. Tereyağı Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları	127
4.5.1. Renk.....	130
4.5.2. Tekstür.....	131
4.5.3. Koku	135
4.5.4. Lezzet	136
4.5.5. Yabancı tat ve aroma.....	136
4.5.6. Acılık.....	137
4.5.7. Genel kabul edilebilirlik.....	138
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	140
KAYNAKLAR	151

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

μ	Mikron
kob	Koloni oluşturan birim
log	Logaritma
mek O ₂	Miliekivalen oksijen
sn	Saniye

Kısaltmalar

BHA	Bütillenmiş Hidroksi Anisol
BHT	Bütillenmiş Hidroksi Toluen
GC-MS	Gas Chromatography-Mass Spectrometry
IU	International Unit
MRS	Man, Rogosa, Sharpe Agar
PDA	Potato Dektrose Agar
spp	Species
subsp	Subspecies
SYA	Serbest yağ asitleri
TBA	Tiyobarbütirik asit
VRBA	Violet Red Bile Agar

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. LAB tarafından sitratın metabolize edilmesi	8
Şekil 3.2. Yoğurt tereyağlarının üretimi	28
Şekil 3.3. Krema tereyağlarının üretimi	29
Şekil 4.1. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama süresinin toplam bakteri sayıları üzerine etkisi	43
Şekil 4.2. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin maya ve küf sayıları üzerine etkisi	46
Şekil 4.3. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> sayılarına etkisi.....	48
Şekil 4.4. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayılarına etkisi.....	49
Şekil 4.5. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayılarına etkisi.....	50
Şekil 4.6. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayılarına etkisi.....	51
Şekil 4.7. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin kurumadde miktarlarına etkisi	57
Şekil 4.8. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağ miktarlarına etkisi.....	59
Şekil 4.9. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağsız kurumadde miktarlarına etkisi	61
Şekil 4.10. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi.....	61
Şekil 4.11. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi.....	62
Şekil 4.12. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin pH değerlerine etkisi	65
Şekil 4.13. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun pH değerlerine etkisi	65
Şekil 4.14. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun % asitlik değerlerine etkisi	68
Şekil 4.15. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun SYA değerlerine etkisi	70
Şekil 4.16. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin peroksit değerlerine etkisi	72
Şekil 4.17. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun peroksit değerlerine etkisi	73
Şekil 4.18. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin TBA değerlerine etkisi	75
Şekil 4.19. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun TBA değerlerine etkisi	76
Şekil 4.20. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun renk puanlarına etkisi	131

Şekil 4.21. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi	133
Şekil 4.22. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi	134

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Tereyağının kimyasal bileşimi	3
Çizelge 1.2. Tereyağının yağ asidi bileşimi	4
Çizelge 3.1. Tereyağı üretiminde kullanılan kültürler ve oranları	26
Çizelge 3.2. Sayımı yapılan mikroorganizma grupları gelişme ortamları ve optimum gelişim sıcaklıkları	31
Çizelge 3.3. Tereyağı örneklerinin duyuşal değerdendirilmesinde kullanılan panel formu.	37
Çizelge 4.1. Tereyağı örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri	38
Çizelge 4.2. Tereyağı örneklerinin üretiminde kullanılan hammadde ve yayıkaltına geöen <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> ve <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	39
Çizelge 4.3. Tereyağı örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları	40
Çizelge 4.4. Tereyağı örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları	41
Çizelge 4.5. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür değışkenine ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.6. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	42
Çizelge 4.7. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	44
Çizelge 4.8. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	45
Çizelge 4.9. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait <i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	47
Çizelge 4.10. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	49
Çizelge 4.11. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait <i>S. thermophilus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	52
Çizelge 4.12. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait <i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	53
Çizelge 4.13. Tereyağı örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları	54
Çizelge 4.14. Tereyağı örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları	55
Çizelge 4.15. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.16. Tereyağı örneklerinde hammaddeye ait kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	56
Çizelge 4.17. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağ miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	58

Çizelge 4.18. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait yağ miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	58
Çizelge 4.19. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağsız kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	60
Çizelge 4.20. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	63
Çizelge 4.21. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	64
Çizelge 4.22. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	66
Çizelge 4.23. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	67
Çizelge 4.24. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait SYA değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	69
Çizelge 4.25. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait peroksit değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları.....	71
Çizelge 4.26. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait TBA değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	74
Çizelge 4.27. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan ester bileşikleri	82
Çizelge 4.28. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan aldehit bileşikleri...	91
Çizelge 4.29. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan keton bileşikleri.....	98
Çizelge 4.30. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan alkol bileşikleri.....	105
Çizelge 4.31. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan asit bileşikleri	112
Çizelge 4.32. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan lakton bileşiği.....	115
Çizelge 4.33. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan sülfür bileşikleri ..	118
Çizelge 4.34. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan terpen bileşikleri.	121
Çizelge 4.35. Tereyağı örneklerinde depolama süresince saptanan diğer bileşikler.....	123
Çizelge 4.36. Tereyağı örneklerine ait duyusal analiz sonuçları	128
Çizelge 4.37. Tereyağı örneklerinin duyusal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları	129
Çizelge 4.38. Tereyağı örneklerinin duyusal analiz test sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları	129

1. GİRİŞ

Süt ve süt ürünleri endüstrisi; çiğ süt, içme sütü, yoğurt, ayran, tereyağı, peynir, dondurma, koyulaştırılmış süt, süt tozu, çocuk maması, koyulaştırılmış ve kurutulmuş peynir suyu, laktoz gibi süt ve süt ürünlerine dönüştürülen ürünleri kapsamaktadır. Bu ürünlerin ortaya çıkmasının en önemli nedeni; mükemmele yakın olarak tanımlanan ve beslenmede temel gıda bileşenlerini içeren sütün dayanıksız olmasıdır. Sütün dayanıklı ürünlere dönüştürülerek tüketmek sürekliliği ve çeşitliliği artırmak süt endüstrisinin en önemli hedefi olmuştur. Bu ürünler içerisinde yer alan tereyağı, dünyanın her yerinde yaygın olarak üretilen ve tüketilen, üstün özelliklere sahip önemli bir süt ürünüdür.

Tereyağı, ya direkt olarak tüketilmekte ya da fırın ürünleri gibi işlem görmüş pek çok ticari üründe ingredient olarak kullanılmaktadır. Yüksek oranda süt yağı, esansiyel yağ asitleri, vitamin ve mineral içeriği ile çok besleyici özelliğe sahip olan tereyağı eşsiz aroması ile de tüketiciler tarafından en fazla tercih edilen bir yağdır. Tereyağının bileşimi Çizelge 1.1 ve 1.2’ de daha ayrıntılı olarak görülmektedir.

Tereyağı elde edildiği sütün çeşidine göre adlandırılmakla birlikte (inek, koyun, keçi ve manda sütü tereyağları), ülkemizde yapıldığı bölge veya ilin adı ile de anılmaktadır (Trabzon tereyağı, Urfa tereyağı gibi). Tereyağı Standardı’na (TS-1331) göre, tereyağı; krema ve yoğurttan fiziksel yolla elde edilen, içinde süt yağından başka yağ bulunmayan süt ürünü olarak ifade edilmektedir. Daha detaylı olarak ta; krema ve yoğurdun tekniğine uygun metot ve aletlerle işlenmesi sonucunda elde edilen, gerektiğinde Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği’nde izin verilen katkı maddeleri de katılabilen kendine has tat, koku ve kıvamdaki süt ürünü olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca, tereyağları sınıf, tip ve çeşitlerine göre kahvaltılık (pastörize) ve mutfak tereyağları ile sade yağlar diye ayrılmakta; her tip tereyağı da kendi arasında I., II. ve III. sınıf olarak sınıflandırılmaktadır (Anonim 1995).

Yoğurttan yapılan tereyağı, önceki bazı yayınlarda “Yayık tereyağı” olarak adlandırılmış olsa da bu araştırmada “Yoğurt tereyağı”^{*} olarak isimlendirilmesi tarafımızca daha uygun görülmektedir. Yoğurt tereyağı inek, koyun, keçi ve manda sütleri veya bunların karışımından üretilen yoğurttan elde edilmektedir. Yoğurttan üretilmiş tereyağı, kremadan elde edilene göre daha uzun süre muhafaza edilebilmesi ve aromasının daha hoş olması nedeniyle ülkemizde popülaritesi daha fazladır. Ancak üretiminin zahmetli olması ve otomasyona uygun olmayışı nedeniyle üretimi ekonomik olmayıp, endüstriyel olarak üretilmemektedir. Günümüzde, geleneksel olarak küçük çapta bazı aile işletmelerinin kendi ihtiyaçları için ürettiği, ticari olarak zor bulunan bir tereyağı olduğu da bir gerçektir.

Dünyada genel olarak, ekşi kremadan (starter kültür ilave edilerek), tatlı kremadan (ekşitilmeden) ve laktik asit+aroma konsantresi ile asitlendirilmiş tatlıkremadan olmak üzere üç farklı tip üretim tekniği vardır (Mailla *et al.* 2008a).

Süt yağının %66’sı doymuş, %30’u tekli doymamış ve %4’ü çoklu doymamış olmak üzere 400’den fazla yağ asidi içerdiği ve yağ asitleri bileşimine laktasyon, beslenme ve mevsim gibi faktörlerin etkili olduğu ifade edilmektedir (Metin 2005; MacGibbon and Taylor 2006). Süt yağının yağ asidi bileşiminde etkili olan bu faktörler, yağ asidi bileşiminin standardize edilmesini imkansız kılmakta ve doğal olarak da tereyağının renk, besin değeri, stabilitesi ve son ürünün reolojik özelliklerini etkilemektedir (Fox and Kelly 2006).

^{*} Bu tez kapsamında, kremadan üretilen tereyağının da yayıkta üretilmesi nedeniyle, hem ayırt etmek hem de ülkemize özgü geleneksel bir ürün olması nedeniyle korunması için, yoğurttan üretilen tereyağı “Yoğurt tereyağı” olarak adlandırılmıştır.

Çizelge 1.1. Tereyağının kimyasal bileşimi (Anonim 2007)

Tereyağı		
Besin öğeleri g/100 g	Tuzlanmış	Tuzlanmamış
Enerji (kcal)	717	717
Su	15,84	17,94
Protein	0,85	0,85
Toplam lipid	81,11	81,11
Doymuş yağ	51,37	51,37
Doymamış yağ	21,02	21,02
Çoklu doymuş yağ	3,04	3,04
Trans yağ	2,98	2,98
Kolesterol (mg)	215	215
Total karbonhidrat	0,06	0,06
Kül	2,11	0,04
Vitaminler (mg)		
A Vitamini (IU)	2499	2499
E Vitamini	2,32	2,32
Folat(ug)	3	3
Niasin	0,04	0,04
Riboflavin	0,034	0,034
Tiamin	0,005	0,005
B ₆ Vitamini	0,003	0,003
D Vitamini (IU)	56	56
Pantotenik asit	0,11	0,11
B ₁₂ Vitamini (ug)	0,17	0,17
K Vitamini (ug)	7	7
Mineraller (mg)		
Kalsiyum	24	24
Demir	0,02	0,02
Magnezyum	2	2
Fosfor	24	24
Potasyum	24	24
Sodyum	576	11
Çinko	0,09	0,09
Selenyum (ug)	1	1

Çizelge 1.2. Tereyağının yağ asidi bileşimi (Anonim 2007)

Yağ asitleri	Ortalama g/100 g
Doymamış yağ asitleri	
Tekli doymamış	21,02
16:1 Palmitik asit	0,96
18:1 Oleik	19,96
Çoklu doymamış	3,04
18:2 Linoleik	2,73
18:3 Linolenik	0,32
Doymuş	
4:0 Butirik	3,23
6:0 Kaproik	2,01
8:0 Kaprilik	1,19
10:0 Kaprik	2,53
12:0 Laurik	2,59
14:0 Miristik	7,44
16:0 Palmitik	21,70
18:0 Stearik	9,99

1.1. Tereyağının Tarihçesi

Urartular döneminde M.Ö. 8000 yıllarında tereyağına ait bulgulara rastlanmakla birlikte, tereyağının geçmişinin M.Ö. 3000 yılına kadar uzandığı, M.Ö. 2500 yıllarında Mısır'da vazo içerisinde mumyalanmış tereyağına rastlandığı ve yine Mısırdaki M.Ö. 1400'de Firavun tarafından yemek listesine alındığı, M.Ö. 2000 yılında Hindistan'da, M.S. 5. yüzyılda ise Hindistan'dan Trakya'ya kadar uzandığı bildirilmektedir. Aynı dönemlerde Avrupa'da yaygınlaşmaya başlayan tereyağı M.S. 8. yüzyılın ortalarında ise Norveç sofralarına girmiştir (Atamer 1993a; Oysun 1999). Yarıkkaya (Hattutaş) bölgesinde gerçekleştirilen kazılarda M.Ö. 5500 dönemine ait yayıklar, Yoğurt tereyağının Anadolu'da üretildiğinin kanıtı olarak görülmektedir (Sauter *et al.* 2003).

1.2. Geleneksel Ürünlerin Türkiye'deki Yeri ve Önemi

Tarihin ve kültürel mirasın önemli bir parçası olan geleneksel gıdalar; spesifik özellikleri olan, standart bir üretim akışı olmayıp, geleneksel yöntemlerle üretilen, kendine özgü kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleriyle diğer gıdalardan ayrılan ürünler

olarak tanımlanabilmektedir (Gürsoy *et al.* 2008). Bir başka ifadeyle; geleneksel hammaddeler kullanılarak üretilen veya geleneksel bir bileşimle karakterize edilen, üretim şeklinin farklılığıyla dikkat çeken ürünlerden oluşmaktadır (Demirtaş *et al.* 2006). Geleneksel ürünlerin sadece üretildikleri bölgede ve/veya yörede bilinmeleri bir dezavantajdır. Çünkü bu ürünler ya ailelerin kendi ihtiyaçlarını karşılamak üzere küçük miktarlarda üretilen ya da üretici, kooperatif veya mandıralarca üretilip doğrudan, fuar ya da yerel pazarlarda alıcı bulan ürünlerdir. Geleneksel üretim, hem büyük hacimli üretimi engellemekte hem de zamanla bu ürünlerin kaybolmasına yol açabilmektedir. Bu tip gıdaların orijinal özelliklerinin muhafazası koşuluyla, endüstriyel üretime aktarılabilmesinin yöresel tatların kaybolmasını önleyebileceği gibi, daha geniş kitlelerin bu ürünleri tatmasına ve tanımasına da yardımcı olabileceği ifade edilmektedir (Sarıçoban ve Karakaya 2004). Avrupa Birliği'ne uyum sürecinde gıda güvenliği çerçevesinde yapılan çalışmalarda, geleneksel ürünler de yerini almış, Avrupa Birliği (AB), tarımsal ürünler ve gıda maddeleri kalite politikası 2081/92 ve 2082/92 Sayılı Yönetmelik ile 14 Temmuz 1992 tarihinde, Türkiye'de ise 555 sayılı Coğrafi İşaretlerin Korunması Hakkında Kanun Hükmünde Kararname ile yürürlüğe girmiştir. Türkiye'de Tarım ve Köyişleri Bakanlığı'na bağlı Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü tarafından yürütülen bir projede "Türkiye'nin Geleneksel Ürünleri Projesi" kapsamında günümüze kadar üretim ve tüketimi devam eden 500'e yakın geleneksel gıda olduğu bildirilmiştir. Demirtaş *et al.* (2006), Türkiye'de, geleneksel gıdaların yasal düzenlemelerle koruma altına alınarak, özellikle ticari değeri olabilecek bu ürünlerin uygun şartlarda ve endüstriyel boyutta üretilerek sadece üretildiği yörelerde değil, iç ve dış pazarlardaki yerini alarak, milli gelir ve istihdamın yanı sıra yöre ve ülke tanıtımına da olumlu katkı yapacağını ifade etmişlerdir.

Geleneksel gıdalar içerisinde önemli bir yeri olan Yoğurt tereyağı, hammaddesinin yoğurt olması nedeniyle hem üretim hem de bazı özellikleriyle Krema tereyağından ayrılan geleneksel bir süt ürünüdür. Yoğurt tereyağlarıyla yapılan çalışmaların çok sınırlı sayıda olduğu ve genel olarak üretim parametreleri üzerinde yoğunlaştığı dikkati çekmektedir.

Yapılan bu çalışma ile yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağlarının muhafaza süresince aroma bileşenlerinin yanısıra özellikle kültür ilave edilerek üretilmeleri ile aroma farklılığı, dayanım süresi (raf ömrü), duyuşsal ve diğer bazı kalite özelliklerini ortaya koymak, Yoğurt tereyağını korumak ve böylece Türkiye’de geleneksel ürünlerden birinin daha üretimi ve tüketimini teşvik etmek, çeşitliliğini artırmak amaçlanmıştır.

1.3. Fermente Süt Ürünlerinde Kullanılan Kültürler

Yoğurt, peynir vb. fermente süt ürünlerinde yaygın olarak kullanılan starter kültürler bakteri orijinli olup, bunlar içerisinde en önemli grubu laktik asit bakterileri (LAB) oluşturmaktadır. Starter kültür olarak kullanılan bakteri türleri mezofilik ve termofilik olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Termofilik suşlar (*Streptococcus thermophilus*, *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gibi) genellikle yoğurtta ve Permesan gibi bazı peynir çeşitlerinde kullanılırken, mezofilik bakteriler (*Lactococcus* spp., *Leuconostoc* spp. gibi) peynir başta olmak üzere tereyağı ve diğer süt ürünlerinde kullanılmaktadır (Anonim 2000).

1.3.1. Yoğurt üretiminde kullanılan kültürler

Yoğurt üretiminde genel olarak *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (1:1) kullanılmaktadır. Bu iki bakteri arasındaki simbiyotik ilişki sonucu oluşan laktik asit tek bir bakteri tarafından üretilenden daha fazladır (Tamime and Robinson 2000). Bu bakteriler yoğurt üretiminde asit üretimi (laktozun parçalanması), tekstür (ekzopolisakkarit üreterek) ve tipik aroma oluşumundan sorumludurlar (Chaves *et al.* 2002).

1.3.1.a. *S. thermophilus*

Gram pozitif, oval şekilli, hareketsiz, 0,7-0,9 µm çapında, optimum gelişme sıcaklığı 37-42°C olan tek veya zincir halinde bulunan *S. thermophilus* termofilik LAB grubunda

yer alıp, laktoz, fruktoz, sukroz ve glukoz gibi şekerleri fermente etmektedir (Kılıç 2001). Homofermentatif bir bakteri olup laktozu EMP yolu ile fermente ederek L(+) laktik asit üretmektedir. Proteince zengin bir ortamda yaşayabilmelerine rağmen proteolitik aktivitesi sınırlı olup gelişebilmeleri için glutamik asit, histidin, metiyonin, sistein, valin, lösin, izolösin triptofan, arginin ve tirozin gibi serbest amino asitlere gereksinim duyarlar. *S. thermophilus* genel olarak *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile yoğurt üretiminde karışık kültür olarak kullanılmakta ve süte uygulanan ısı işlem sırasında lipid, laktoz ve proteinlerin parçalanması sonucu oluşan çeşitli karbonil bileşikleri ile laktik asit arasında oluşan denge sonucu tipik yoğurt aromasından sorumludur (Tamime and Robinson 2000).

1.3.1.b. *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*

Lb. delbrueckii subsp. *bulgaricus* ilk defa 1900 yılında Bulgar bilim adamı Grigoroff tarafından bulunmuştur. Gram pozitif, yuvarlak şekilli 0,5-0,8 µm×2,0-9,0 µm boyutlarında, homofermentatif olan bu bakteri peynir ve fermente süt ürünlerinden izole edilebilmektedir. Glukoz, laktoz ve fruktoz gibi çok az karbonhidrat kaynağını fermente ederek D(-) laktik asit üretir. Optimum gelişme sıcaklığı 42-45°C'dir. *S. thermophilus*'a göre daha fazla proteolitik olup bu bakteri tarafından üretilen formik asit, CO₂ ve pürivat *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* gelişimini teşvik etmektedir (Robinson 2002).

1.3.2. Tereyağı üretiminde kullanılan kültürler

Tereyağı üretiminde kullanılan starter bakteriler asit üreten ve aroma üreten bakteriler olmak üzere iki grupta değerlendirilmekte olup *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* asit oluştururken *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* aroma üreten bakterilerdir (Tekinşen ve Tekinşen 2005).

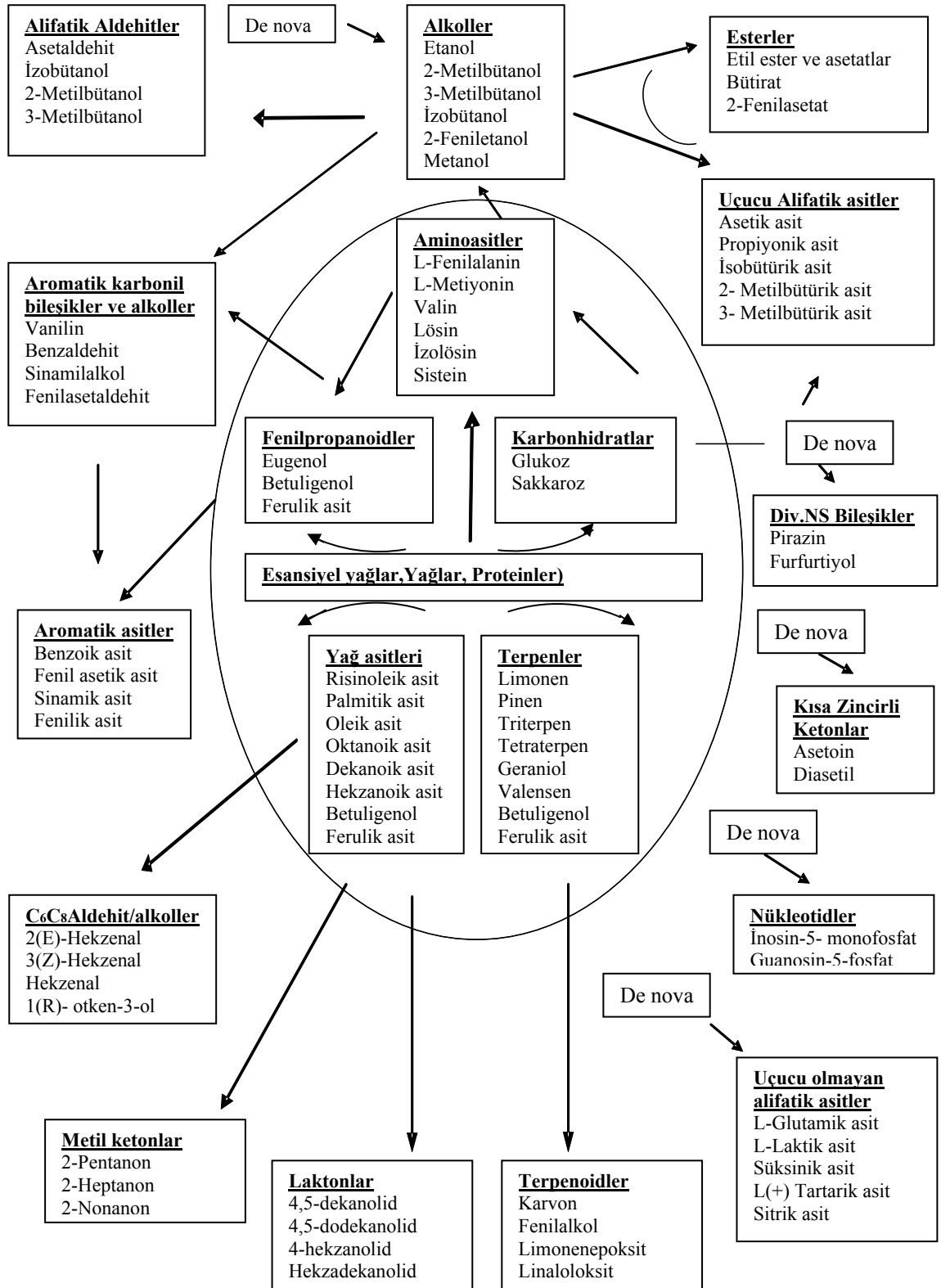
olup 10°C’de de gelişebilen mikroorganizmalardır (Hemme and Foucaud-Scheunemann 2004).

L. lactis subsp. *lactis* ve *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* bakterilerinin temel fonksiyonu asit ve diasetil üretmek iken; *Leuconostoc* cinsine ait türler diasetil üretmekten çok, diğer minör aroma bileşenlerini oluşturmakta ve *Lactococcus* türleri tarafından oluşturulan, yoğurtta arzu edilmesine rağmen yayık altında arzu edilmeyen asetaldehidin parçalanmasını da sağlamaktır. Bunun yanı sıra *Leuconostoc* türleri diasetili aseton ve bütandiol gibi kokusuz bileşenlere dönüştürerek depolama sırasında aromanın kaybolmasına da neden olmaktadır (Henriksen *et al.* 1999).

1.4. Süt ve Süt Ürünlerinde Aroma Oluşumu

Süt ve süt ürünlerinin aroması uçucu ve uçucu olmayan bileşiklere bağlıdır. Uçucu olmayan bileşenler süt ürünlerinde tat oluştururken, uçucu bileşenler hem tat hem de aromadan sorumludurlar. Alkoller, aldehytler, esterler, dikarboniller, kısa ve orta zincirli serbest yağ asitleri, metil ketonlar, laktonlar, fenolik bileşikler ve sülfürlü bileşikler uçucu aroma bileşenlerini oluştururlar. Bu bileşiklerden esterler, tüm tat ve aroma dengesinde etkili olup yüksek konsantrasyonlarda bulunması süt ürünlerinde meyvemsi tat kusurlarına neden olur (Nursten 1997; Liu *et al.* 2004).

Tat-aroma oluşumu; laktoz, sitrat, yağ (lipoliz) ve kazein (proteoliz) gibi süt bileşenlerinin kimyasal ve biyokimyasal dönüşümünü sağlayan kompleks bir prosesdir. Aroma oluşumu için gerekli olan bu biyokimyasal dönüşüm ise süt ve süt ürünlerinin hakim mikroflorası olan LAB’lar tarafından gerçekleştirilir. Bu amaçla, LAB’lar laktozu öncelikle temel bir ürün olan laktata dönüştürmekte, daha sonra laktat ara bir ürün olan pirüvata, pirüvat ise diasetil, aseton, asetaldehit veya asetik asit gibi aroma bileşiklerine dönüşmektedir (van Kranenburg *et al.* 2002; Quintans *et al.* 2008). Şekil 1.2.’de aroma maddelerinin oluşumu gösterilmektedir.



Şekil 1.2. Çeşitli bileşiklerden aroma maddelerinin oluşumu (Berger 2007)

1.4.1. Yoğurtta aroma oluşumu

Yoğurdun aroması temel olarak üretimde kullanılan starter kültür aktivitesi ile ilişkili olup, oluşan bileşikler 4 grupta toplanabilir. Bunlar; laktik, pirüvik, oksalik ve süksinik asit gibi uçucu olmayan asitler, formik, asetik, propiyonik ve bütirik asit gibi uçucu asitler, karbonil bileşikleri, protein, yağ ve laktozun parçalanması sonucu oluşan diğer bileşiklerdir (Tamime and Robinson 2000).

Yoğurdun arzu edilen tekstür ve aroması *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un simbiyotik ilişkisi ile oluşmakta, asetaldehit, etanol, aseton, diasetil ve 2-bütanon gibi karbonil bileşikleri oluşan temel aroma bileşikleridir. Ancak bunlardan tipik yoğurt aromasının oluşmasında asetaldehitin temel aroma bileşeni olduğu ileri sürülmektedir (Ott *et al.* 1997; Chaves *et al.* 2002). Diğer taraftan arzu edilen aromanın oluşmasında bileşenler arasındaki oranın da önemli olduğu ifade edilmiştir (Gardini *et al.* 1999; Chaves *et al.* 2002). Ayrıca uçucu bileşenlerin sadece starter kültür aktivitesinden değil, doğrudan süttten de geldiği bildirilmektedir (Beshkova *et al.* 1998).

1.4.2. Tereyağında aroma bileşenleri

Tereyağının temel aroma bileşenleri genellikle üretiminde kullanılan kremadan kaynaklanmaktadır. Krema aroma bileşenlerinin iki farklı kaynaktan (yağ globül membranı ve serum fazı) (Badings and Neeter 1980), tereyağı aroma bileşenlerinin ise temel olarak yağ fazından kaynaklandığı ileri sürülmektedir (Mallia 2008).

Pionnier and Hugelshofer (2006) dört farklı krema üzerinde aroma bileşiklerinin tespitine yönelik yaptıkları çalışmada diasetil, 2-pentanon, 2-heptanon, asetoin, dimetil trisülfid, 2-nonanon, asetik asit, furfural, bütanoik asit başta olmak üzere toplam 35 farklı bileşik tespit etmişlerdir.

Üretimde kullanılan kremanın tatlı veya ekşi olması aroma bileşenleri üzerinde etkili iki faktördür. Tatlı kremadan üretilen tereyağlarında δ -dekalakton, 1-hekzen-3-one, 1-

okten-3-one, (E)- ve (Z)-2-nonenal ve skatol gibi bileşenler yüksek dilüsyon faktörü gösterirken, hidrojen sülfid, asetaldehit, dimetil sülfid, diasetil, hekzanal, 2-metil-bütanal, 3-metil-bütanal, bütanoik asit, dimetil trisülfid, hekzanoik asit, δ -hekzalakton, nonanal, δ -oktalakton ve γ -dodekalakton gibi bileşenler tespit edilmiştir (Peterson and Reineccius 2003a). Diğer taraftan ekşi Krema tereyağlarında yapılan çalışmalar farklılık arzetmektedir. Örneğin Mallia (2008), diasetil, bütanoik, hekzanoik asit, δ -dekalakton ve (Z)-6-dodeken- γ -laktonun kremanın olgunlaştırılmasında kullanılan laktik starter kültürden kaynaklandığını ve bu tür ürünlerde aroma gelişim mekanizmasının temel olarak lipolizden kaynaklandığını bildirmiştir. Yine farklı ülkelerde üretilen ekşi Krema tereyağlarında diasetil, 1-penten-3-one, hekzanal, 1-okten-3-one, [Z,Z]-3,6-nonadienal, [E]- ve [Z]-2-nonenal, [E,E]-2,4-nonadienal, [E,E]-2,4-decadienal, γ -oktalakton, *trans*-4,5-epoksi-[E]-2-dekenal, skatol, δ -dekalakton, [Z]-6-dodeken- γ -lakton, asetik asit, bütanoik asit, hekzanoik asitten başka bilinmeyen bazı bileşikler olduğu, bunlardan δ -dekalakton, (Z)- 6-dodeken- γ -lakton ve diasetilin diğerlerine nazaran daha yüksek aroma dilüsyon faktörü gösterdiği, bütanoik asit ve hekzanoik asidin asit fazındaki major uçucu bileşenler olduğunu ortaya koymuşlardır (Schieberle *et al.* 1993).

1.5. Tereyağında Oluşan Aroma Kusurları

Tereyağının diğer hiçbir gıda maddesinde olmayan benzersiz hoş aroması üzerine, uçucu ve uçucu olmayan bileşenler arasındaki interaksiyon ile gıda matriksinin etkisi önemlidir. Gıda matrikslerinin farklı fazları arasında aroma komponentlerinin ayrılmaları, serbest kalmaları ve algılanmaları bir çok faktör tarafından etkilenmektedir. Aroma komponentlerinin bir ortamdan diğerine geçiş oranı sıcaklığa, gıdanın kompozisyonuna, yapısına, viskozitesine, moleküler interaksiyonlara (protein, lipid, karbonhidrat), dönüşümlü (esterler ve proteinler gibi aroma komponentleri arasındaki hidrofobik interaksiyonlar) ve dönüşümsüz bağlanmaya (2-hekzanalın süt proteinlerine kovalent bağlanması gibi) göre değişir (Seuvre *et al.* 2008). Herhangi bir nedenle bu dengenin bozulması aromada arzu edilmeyen değişikliklere neden olmaktadır (Urbach *et al.* 1972). Aromada meydana gelen bu arzu edilmeyen değişiklik ürünün besin değeri, duyuşal özellikleri ve sonuç olarak da ekonomik kayıplara neden olabilmektedir (Azzara and Campbell 1992).

Pişmiş, yanmış, karamelize ya da sülfürlü olarak adlandırılan tat-koku bozuklukları ısıtılma işleminin neden olduğu aroma bozuklukları olup ya 76,7°C üzerindeki sıcaklıkta yapılan pastörizasyon (Bodyfelt *et al.* 1988) ya da Maillard Reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Mallia 2008). Lee *et al.* (1991) tarafından yapılan bir çalışmada, 5 saat süreyle 100, 150 ve 200°C sıcaklıkta tutulan tatlı kremadan üretilen tereyağlarında; ısıtılma işlemi sırasında lipid degradasyonunun major reaksiyon olduğu, tiyazol, pirol ve piridinil gibi heterosiklik bileşiklerin 150°C'nin üzerinde oluştuğu, 200°C'de ise özellikle aldehit ve ketonların sayısında artış olduğu tespit edilmiştir.

Lipoliz, sütün serum kısmında doğal olarak bulunan lipoprotein lipaz tarafından katalizlenen ve üründe sabunumsu tat ve koku meydana getiren önemli bir bozulmadır. Lipaz enzimi, proteinlerle çevrili olduğu için yağlarla direkt temas halinde değildir. Yağ globül membranı herhangi bir şekilde zarar gördüğünde ransit tat oluşturan lipoliz neden olur ve sonuçta serbest yağ asitleri oluşur (Shipe *et al.* 1980; Gonzales-Cordova and Vallejo-Cordoba 2003). Tereyağında lipazların varlığı mikrobiyal kontaminasyonunda göstergesi olup, lipoliz sonucu sadece aroma değil kremanın yayıklama yeteneğinde de azalma ortaya çıkmaktadır (Allen 1994). 76,7°C' de 16 sn.'lik pastörizasyon normuyla lipolizin neden olduğu tat ve aroma bozukluğunun önlenebileceği bildirilmiştir (Shipe 1980).

Tereyağında görülen bir diğer önemli aroma kusuru mikrobiyal kaynaklı olup bu bozulma öncelikle çiğ süt olmak üzere, pastörizasyondan önce veya sonra tereyağının üretim ve depolaması sırasında bulaşan mikroorganizma faaliyetleri ile oluşan metabolitlerden kaynaklanmaktadır. Örneğin maltımsı bir aroma oluşumuna neden olan 3-metil-bütanal ve 2-metil-bütanal *Lactococcus lactis* var. *maltigenes* tarafından üretilmektedir (Morgan 1970). Mayamsı bir aroma bozukluğunun, kullanılan kremanın mikrobiyolojik kalitesine bağlı olduğu ve pastörizasyonun mikrobiyal bozulmaya neden olan bakterileri inaktive ettiği, ancak ısıtılma işlemi dirençli bazı bakteri lipazları üzerinde etkili olmadığı belirtilmektedir (Azzara and Campbell 1992). Su fazının tereyağında dengeli bir şekilde dağılımı nedeniyle mikrobiyal gelişim sınırlı düzeydedir. Bu nedenle üretim, depolama ve ambalajlama sırasında hijyenik koşullara riayet edildiği sürece bu tür bir bozulmanın önüne geçilebileceği bildirilmiştir (Azzara and Campbell 1992).

Gıdalarda duyuşal ve besinsel kalitenin bozulmasıyla sonuçlanan en önemli kimyasal reaksiyon lipid oksidasyonu olup, oksidasyon doymamış yağ asitlerindeki çift bağların veya hidrokarbon zincirlerinde bulunan doymamış kısımların oksijen ile reaksiyona girmeleri sonucu peroksit ve hidroperoksitlerin meydana gelmesi olarak tanımlanmaktadır (O'Conner and O'Brien 2006). Başta tereyağı olmak üzere süt ve süt ürünlerinde oksijen kaynaklı bozulmalar süt yağının otooksidasyonundan kaynaklanmakta olup metalik, yağimsı, kuyruk yağimsı olarak tanımlanan aroma değışikliklerine neden olmaktadır (Mallia 2008). Doymamış yağ asitlerinin oksijen varlığında hidroperoksitlere dönüşümü ile başlayan ve birbirini takip eden reaksiyonlarla kötü kokulu aromatik bileşiklerin oluşumu ile sonuçlanan otooksidasyon; yağ asidi kompozisyonu, antioksidan varlığı, prooksidan (demir, bakır ve ağır metal), oksijen basıncı, sıcaklık, ışık ve nem gibi faktörlere bağılı olarak değışmektedir (Gordon 2004; Mallia 2008). İlk aşamada oluşan hidroperoksitler kokusuz ve kimyasal olarak kararsız bileşikler olup ileri aşamalarda oluşan hidrokarbon, aldehit ve ketonlar ikincil oksidasyon ürünleri olarak adlandırılmakta ve yüksek konsantrasyonlarda arzu edilmeyen tat ve aromaya neden olmaktadır (Mallia 2008).

Tereyağı ve süt ürünlerinde görülen tat ve aroma bozukluğunun bir diğerk kaynağı olan ışık; yağ ve protein parçalanmasına yol açarak üründe yanmış, lahana, mantarimsı olarak tarif edilen tat ve koku bozukluğuna ya da lipid oksidasyonuna neden olarak metalik, ambalaj kaynaklı ve iç yağimsı gibi tat ve koku bozukluğuna neden olmaktadır (Azzara and Campbell 1992). Fotooksidasyon Tip I ve Tip II olmak üzere iki reaksiyon zinciri şeklinde gerçekleşir. Birincide riboflavin gibi ışığa duyarlı maddeler aktive olarak aminoasit veya yağ gibi substratlarla reaksiyona girip substrat radikalleri oluşturur. Işığın oksijeni aktive ederek singlet formuna dönüştürmesi ile de fotooksidasyonun 2. tip reaksiyonu başlamaktadır (Belitz *et al.* 2004). Örneğın süt ürünlerinde metiyonin ve merkaptanların fotodekompozisyonuyla oluşan metional ışığın neden olduğı bir aroma bozukluğudur (Bosset *et al.* 1993). Diğerk taraftan tereyağının ambalajlanmasında kullanılan materyalin de bu tip aroma bozukluğunda önemli olduğı bildirilmektedir (Mallia 2008).

Sütten ya da herhangi bir dış kaynaktan yabancı aroma absorbsiyonuyla kendini gösteren ve tereyağında görülen bir diğer bozulma da çevresel kaynaklı bozulma olarak tarif edilmektedir (Azzara and Campbell 1992). Silaj veya küflü otlar (Bandler *et al.*1976) ve alfalfa gibi otlar (*E*)-2-hekzenal, (*E*)-3-hekzenal ve (*E*)-3-hegzenol (Morgan and Periera 1962) gibi maddeler içermekte; bu otlarla beslenen hayvanlardan elde edilen süt ürünlerinde otumsu tat ve aroma bozukluğu görülmektedir (Mallia *et al.* 2008a). Hardalgil ailesinden yabancı bir bitki olan *Coronopus didymus* L'nin benzil sülfid, benzilmetilsülfid, benzilizotiyositanat, benzil siyanid, indol ve skatol gibi sülfürlü bileşenler içerdiği ve bunların da aroma bozukluğuna neden olduğu bildirilmektedir (Forss 1971).

Bu araştırmada, yoğurttan ve kremadan *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* kültürleri ile üretilen ve 4±°C'de 60 gün muhafaza edilen tereyağlarında, farklı hammadde ve kültür kullanımının tereyağlarının aroma profilini belirlemek, kültürlerin aroma profiline etkisini araştırmak, muhafazanın aroma maddeleri, oksidasyon, duyu kalite ve diğer bazı kalite özelliklerine etkilerini tespit etmek amaçlanmıştır. Bunun için; farklı 2 tereyağı çeşidinin üretiminde (Yoğurt ve Krema tereyağları) *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* kültürlerinin tekli ve karışık suşları kullanılmıştır. Ülkemize özgü Yoğurt tereyağının da hem kontrol örnekle hem de kültürlerle üretiminde aroma bileşenleri karşılaştırılmıştır. Böylece araştırma sonucunda; hem günümüzde tereyağı üretiminde en yaygın metot olan kremadan üretim, hem de Yoğurt tereyağının aroma profilleri ortaya konulmuş ve farkı oluşturan aroma bileşenleri tespit edilmiştir. Ayrıca bu üretim şartlarında en uygun kültür ve muhafaza süresi de belirlenmeye çalışılmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Bu araştırma ile ilgili olarak aşağıda literatür taraması sonucunda elde edilen araştırmalar özet olarak verilmiştir.

Server-Busson *et al.* (1999), Fransa’da ticari kültürlerden izole edilen 24 adet *Leuconostoc* ve 4 adet referans suş olmak üzere toplam 28 suşun morfolojik ve biyokimyasal özelliklerini araştırmışlardır. Bu suşlardan 14 suş seçilerek büyüme, asit oluşturma kinetikleri, proteolitik aktiviteleri ve diasetil üretim kapasiteleri gibi teknolojik özellikleri açısından daha ileri araştırmaya tabi tutulmuştur. Araştırma sonucunda özellikle *Leu. lactis* izolatlarının aroma üretim kapasiteleri nedeniyle ticari starter kültür olarak kullanımları tavsiye edilmiştir.

Macciola *et al.* (2008), yerel bir mandıradan temin edilen farklı sayıda çiğ inek, koyun ve keçi sütü ile ticari UHT süt, yoğurt ve tereyağlarında diasetil miktarını tespit etmek amacıyla basit ve hızlı bir metot olan alev iyonizasyon detektör başlıklı gaz kromatografisini (GC-FID) kullanarak yaptıkları çalışmada; diasetil miktarını genel toplamda çiğ sütler için ortalama 91 ± 37 µg/g, ticari UHT süt için 68 ± 50 µg/g, tereyağı için 21 ± 8 µg/g ve yoğurt için 43 ± 17 µg/g olarak bulmuşlardır.

Levata-Jovanovic and Sandine (1996), farklı kültür koleksiyonlarından elde edilen 60 *Leuconostoc* türünü taksonomik olarak araştırmışlardır. 21 türü *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* olarak sınıflandırmışlar ve bu suşlar içinde de süt ürünlerinde en fazla aromayı oluşturacak suşu belirlemek üzere sitrat kullanımı, nötral ve asidik ortamda diasetil ve aseton üretimi, diasetil redüktaz aktivitesi ve plasmid profilleri açısından incelenmişlerdir. Sonuçta düşük diasetil redüktaz aktivitesine sahip suşların sitratı kullanarak diasetil ve aseton oluşturdıkları ve bu suşların asit üreten laktokoklar ile rekabet edebildiklerini ifade etmişlerdir.

Bakırcı vd (2002), iki farklı sıcaklık derecesinde ($4 \pm 1^\circ\text{C}$ ve $-18 \pm 2^\circ\text{C}$) 4 ay süreyle depoladıkları tereyağında, oksidasyon ve diasetil üretimi üzerine 4 farklı ticari starter

kültürün (CHN11, CHN22, BT001, MM100) etkisini araştırmışlardır. Titrasyon asitliği, peroksit değeri, serbest yağ asitleri (SYA) ve diasetil miktarlarını tespit etmişlerdir. Kültür tipinin asit üretimi üzerinde etkisinin olmadığı, ancak bütün değerlerin $4\pm1^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerde, $-18\pm2^{\circ}\text{C}$ 'de depolanan örneklerden daha yüksek bulunduğunu bildirmişlerdir.

Keenan *et al.* (1966), *Streptococcus cremoris* 459 ve 799, *S. diacetylactis* DRC-1 ve M21-35, *Leu. citrovorum* 91404, *Leu. dextranicum* 688 ve *Leu. mesenteroides* P-60 suşlarını belirli oranda karıştırarak 12, 16, 21 ve 24 saatlik inkübasyon süresi sonunda asetaldehit ve diasetil üretim yeteneklerini tespit etmişlerdir. %2 *S. diacetylactis* DRC-1 ve %1 *Leu. dextranicum* 688 suş karışımının 12, 16, 24 saatlik inkübasyon sonrası diğer suş karışımlarından daha fazla diasetil (sırasıyla 1.45, 1.46, 1.14 ppm) oluşturduklarını, asetaldehit oranlarının da 6,18, 6,85, 6,88 ppm olduğunu bulmuşlardır.

Bilgin (1996), kültürsüz (1) ve dört farklı kültür kombinasyonu (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*/*S. thermophilus*/*S. cremoris* (2), *S. lactis*/*Leu. cremoris* (3), *S. lactis*/*S. cremoris*/*Leu. cremoris* (4) ve *S. lactis*/*S. cremoris*/*S. diacetylactis* (5) ile ekşitilen kremalardan elde ettiği tereyağlarında; depolamanın 0, 15, 30, 45, 60, 75, 90, 105, 120. günlerinde bazı duyuşsal, fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerini belirlemiştir. Depolamanın 120. günde en yüksek asit değerleri 2 nolu örnekte tespit edilirken bunu sırasıyla 5, 4, 3, 1 nolu örnekler takip etmiştir. Aynı günde en yüksek peroksit 5 nolu örnekte tespit edilmiş bunu 2, 4, 3, 1 nolu örnekler izlemiştir.

Öztürk and Çakmakçı (2006), farklı depolama periyotları (2, 30, 60, 90, 120, 150, 180) ve sıcaklık derecelerinde ($4\pm2^{\circ}\text{C}$ ve $-20\pm2^{\circ}\text{C}$) depolanan tereyağlarında oksidasyon üzerine farklı oranlarda (50 ve 100 ppm) BHA, BHT ve α - tokoferol'ün antioksidan etkisini araştırmışlardır. Depolama süresince her iki sıcaklık derecesinde de antioksidan içeren örneklerde peroksit ve TBA değerlerinin kontrol grubuna oranla daha düşük olduğunu tespit etmişlerdir.

Krause *et al.* (2007), tereyağı örneklerini parça ve blok halinde -20°C 'de 0, 6, 12, 15 ve 24 ay, 5°C 'de 0, 3, 6, 9, 12,15 ay depolamışlar ve her 3 ayda bir oksidatif stabilite

indeksi (hızlı oksidasyonun görülmeye başladığı süre) (OSI), aroma, tekstür ve renk analizleri, peroksit ve SYA değerlerini tespit etmişlerdir. 5°C’de blok ve parça halinde depolanan tereyağlarında oksidatif stabilitenin en fazla azaldığı dönem 18 aylık bir periyotta görülürken, -20°C’deki örnekler 6 aydan 24 aya kadar sürekli değişim göstermiştir. Peroksit değerlerindeki en büyük artış 5°C’de daha fazla olmasına rağmen her iki depolamada da 18. ayda görülmüştür.

Sıvı-sıvı ve buhar-sıvı partiyon katsayısı gibi fizikokimyasal ölçümler kullanılarak model emülsiyon sistemlerde diasetil, δ -dekalakton ve bütirik asit gibi aroma bileşenlerinin koku yoğunluğu üzerine emülsiyon pH’sı ve yağ içeriğinin etkisi araştırılmıştır. Hidrofilik moleküllerden diasetil ve bütirik asidin, yağ içeriği yüksek emülsiyonlarda daha yoğun kokulu olduğu bulunurken, diasetilin yapısının pH ile birlikte değişmediği bildirilmiştir (Guyot *et al.* 1996).

Adahchour *et al.* (1999), tereyağında katı-faz ekstraksiyon (SPE) ve GC-MS yöntemi kullanarak yapmış oldukları çalışmalarında; 1-metoksi-2-propanol, 3-hidroksi-2-bütanon, 1-etoksi-2-propanol, 2-etoksi propan, bütanoik asit, 2,3-bütandiol, dimetilsulfon, 2-metil-2,4-pentandiol, hekzanoik asit, 2-(2-etoksietoksi) etanol, 6-metil-2H-piran-tetrahidro-2-one, benzoik asit, oktanoik asit, triglikol, nonanoik asit, dekanok asit, dodekanoik asit, tetradekanoik asit, 1,2-benzendikarboksilik asit ve hekzadekanoik asit gibi polar aroma bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Hayaloğlu and Konar (2001), Malatya yöresinde piyasadan aldıkları 11 adet Yoğurt ve 14 adet Krema tereyağını bazı fizikokimyasal, duyuşal ve mikrobiyolojik özellikler açısından değerlendirmişlerdir. Araştırmada su, yağ, tuz ve yağsız kurumadde oranı ve bazı süt yağı sabiteleri (Polenske, Reichert-Meissl, sabunlaşma ve iyot sayısı), asit değeri, peroksit ve Kreiss değerleri, koliform, lipolitik ve proteolitik bakteri sayımları yapılmıştır.

Sagdic *et al.* (2002), değişik yörelerden sağladıkları 20 adet yayıktereyağı örneğinde nizole ve identifiye ettikler LAB ile tereyağı üretmişlerdir. Sonuçta *S. thermophilus* ve *Lb. belbrueckii* subsp. *bulgaricus* kombinasyonu ile üretilen tereyağlarının en iyi

organoleptik özelliklere sahip olduğunu bildirmişlerdir. Sagdic *et al.* (2004) tarafından yapılan diğer bir çalışmada ise, farklı tür sütlerden (keçi, inek, koyun) üretilen Yayık tereyağlarının bazı fiziksel, kimyasal ve organoleptik özelliklerinin yanı sıra, yağ asitleri kompozisyonu karşılaştırmalı olarak incelenmiştir. Keçi sütünden üretilen Yoğurt tereyağının diğer tür sütlerden üretilen yayık tereyağlarına göre daha yüksek organoleptik özelliklere sahip olduğu belirtilmiştir.

Şenel (2006), yoğurttan üretilen Yayık tereyağlarının bazı nitelikleri üzerine iki farklı yayıklama pH'sı (4 ve 4,6) ve iki farklı yağ oranının (%7 ve %14) 60 gün boyunca etkilerini araştırmıştır. Depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde, pH, titrasyon asitliği, laktik asit, asit değeri, peroksit değeri, tirozin, karbonil bileşenleri (asetaldehit, aseton, butanon-2, diasetil) ve serbest yağ asitleri (C_4 - $C_{18:3}$) değerlerini belirlemiştir. Farklı pH'da yayıklamanın Yayık tereyağlarının serum pH'sı, titrasyon asitliği, laktik asit, asetaldehit, tirozin, $C_{18:3}$ değerlerine; yağ oranının farklılığı ise diasetil, C_{12} , $C_{18:0}$ yağ asitleri üzerine etkisinin önemli olduğunu belirtmiştir. Ayrıca tat-aroma bileşenleri ve sürülebilme yeteneği açısından pH 4.0'da yayıklamanın bir avantaj olarak görüldüğü, randıman ve geri kazanım oranları göz önünde tutulacak olursa, %14 yağlı yoğurtlardan tereyağı üretiminin daha avantajlı olduğu bildirilmiştir.

Boumerdassi *et al.* (1996), *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* CNRZ 483 suşunun, sitratı kullanarak diasetil üretimi üzerine kontrollü oksijenin etkisinin incelendiği bir araştırmada, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* CNRZ 483'ün gelişimi üzerine oksijenin çok az bir negatif etkisinin olduğu görülmüştür. Halbuki oksijenin diasetil üretimi üzerine önemli bir etkisi vardır. Azot altında, besiyerindeki maksimal diasetil konsantrasyonunun 0,015 mM olduğu, çözünmüş oksijen konsantrasyonunun %21 ve %50 olduğu durumlarda ise maksimum diasetil miktarının sırasıyla 0,13 ve 0,26 mM olduğu saptanmıştır. Kültürün oksijen basıncı 1 ve 2 atm iken ulaşılan maksimum diasetil konsantrasyonunun sırasıyla 0,39 ve 0,45 mM olduğu ifade edilmiştir. Laktat dehidrogenaz aktivitesi ve α -asetolaktatın kimyasal dekarboksilasyonu üzerine oksijenin etkisi yüksek diasetil üretimiyle açıklanmıştır.

Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağlarının fizikokimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri ile yağ asidi kompozisyonu ve depolama stabilitesini incelemişlerdir. Doymuş yağ asidi içeriğinin (%71,84), doymamış yağ asidi içeriğinden (%27,09) daha yüksek olduğu görülmüştür. Tereyağı örneklerindeki en önemli yağ asitlerinin miristik, palmitik, stearik ve oleik asit olduğu ifade edilmiştir. 4 ve 10°C’de depolama süresince pH’nın düştüğü, titrasyon asitliğinin yükseldiği belirtilmiştir. Depolama süresince LAB sayısı nispeten küçük değişiklikler sergilerken maya ve küf sayısının depolama sıcaklığına bakılmaksızın yükseldiği görülmüştür. Geleneksel Tunus tereyağının bazı kalite özellikleri (232 ve 270 nm’de absorpsiyon, peroksit değeri, serbest yağ asidi içeriği, viskozite, tekstür, renk ve yağ asidi kompozisyonu) üzerine sıcaklığın etkisi 60°C’de araştırılmıştır. Sonuçlar Tunus tereyağlarının oksidasyona dirençli olduğunu göstermiştir.

Jinjarak *et al.* (2006), ticari peyniraltı suyu (PS), kültürlü krema (KT) ve tatlı kremadan (TT) üretilen tuzsuz tereyağlarında duyuusal, fonksiyonel ve analitik karşılaştırmalar yaptıkları çalışmalarında; bu üç tip tereyağı arasında önemli farklılıklar olduğunu tespit etmişlerdir. Örneğin KT ve TT’nin PS’den daha parlak, PS’nin KT ve TT’den daha sarımsı, KT’nin ise TT’den daha sarı olduğu belirlenmiştir. Yine PS’nin TT ve KT’den daha gözenekli, fındığımsı aromanın ve ambalaj kokusunun ise daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. TT yağının KT’den daha sert, PS’den ise daha yumuşak olduğu da belirtilmiştir. Diğer taraftan KT’nin TT ve PS’ye nazaran ağızda bıraktığı tabakanın, asidik kokunun ve yeşilimsi aromanın daha fazla olduğu ifade edilmiştir.

Küf gelişimi için tereyağının substrat olarak kullanıldığı bir çalışmada; tereyağı üretiminde kullanılan ekipmandan, ambalaj materyallerinden ve tereyağından orijinal olarak toplam 372 küf kültürü izole edilmiştir. Araştırma kapsamında bu kültürlerden 19’u bilinen, 17’si identifiye edilmiş ve 30’u da tanımlanmamış kültürler kullanılmıştır. Bu amaçla steril ve küçük bloklar halindeki tuzlanmamış tereyağları bu kültürler ile inoküle edilmiş, farklı sıcaklık (5 ve -18°C) ve sürelerde (2 hafta ile 20 hafta) küf gelişimi için depolanmıştır. 5°C’de 2 hafta ve -18’de 20 hafta depolanan tereyağı örneklerinde küf gelişiminin gözlenmediği bildirilmiştir (Macy and Steele 1934).

Kesler (2008), fonksiyonel tereyağı üretmek amacıyla prebiyotik olarak inülin, probiyotik olarak ise A (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus*), B (*Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, *S. thermophilus*, *Lb. acidophilus*), C (*L. lactis* subsp. *lactis*, *L. lactis* subsp. *cremoris*, *Lb. acidophilus*), D (*Lb. casei*, *Lb. paracasei*, *Leu. mesenteroides* subsp. *dextranicum*), E (İnülin) ve F (kontrol) olmak üzere beş farklı tereyağı üretmiş ve 4°C'de 60 gün depolamıştır. Depolamanın 10., 20., 40. ve 60. günlerinde fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik açıdan incelemiştir. Fonksiyonel tereyağının kurumadde, % asitlik, peroksit, serbest asitlik değerlerini sırasıyla %69-97, %0,11-1,47, 0,8-2,45 mekO₂/kg, 0,4-0,89 mgNaOH/g yağ olarak, laktik asit bakteri sayısını ise 4×10^4 - 7×10^7 kob/g arasında olduğunu tespit belirtmiştir.

Mallia *et al.* (2007), tatlı kremadan ürettikleri tereyağlarında aroma bileşenlerini taze, 6°C'de 1, 8, 20 ve 35. depoladıktan sonra ve tereyağlarını oksidasyona maruz bıraktıktan sonra olmak üzere üç aşamada belirlemişlerdir. Tereyağlarını okside etmek amacıyla, oksijen ve floresans ışığa tabi tutulmuştur. Depolama boyunca aroma profilinin değiştiğini, 35 gün sonunda özellikle lipid oksidasyonu sonucu ransit tat oluştuğunu; asetik asit, hekzanoik asit, hekzanal ve (E,E)-2,4-dekadienalin uzun süre depolanan örneklerde baskın olduğunu bildirmişlerdir. Işık ve oksijene maruz bırakılan örneklerde kötü tat ve kokunun daha çabuk başladığı, 12 saat oksijene maruz kalan örneklerde pentanoik asitten oluşan tatlımsı bir aromaya sahip (E)-2-hekzenal ve dekanal'ın geliştiğini bildirmiştir. Yoğun otumsu, metalik ve ransit tadın ışığa maruz kalan örneklerde görüldüğü, 12 saatlik örneklerde pentanal, hekzanal, (Z)-3-hekzanal, 3-pentanon, 2-hekzanon ve 3-hekzanon önemli rol oynarken otumsu ve metalik tattan sorumlu olduğunu bildirmişlerdir.

Bakırcı vd (2004), %1 ve %2 oranında *L. lactis* subsp. *lactis*+*L. lactis* subsp. *cremoris* (K1) ile *L. lactis* subsp. *lactis*+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (K2) kültür karışımlarını iki farklı oranda (%1) ve (%2) kullanarak ürettikleri tereyağlarını 4°C'de 120 gün depolamışlardır. Depolamanın 1, 30, 60, 90 ve 120. günlerinde titrasyon asitliği, serbest yağ asitliği ve peroksit değerlerini tespit ettikleri çalışmalarında, kullanılan kültür ve depolama periyodu boyunca tüm parametrelerdeki artışın önemli olduğunu bildirmişlerdir.

Najgebauer-Lejko *et al.* (2009), ekşi kremaya %2 oranında kurutulmuş adaçayı ve biberiye ilave ederek ürettikleri ve 4°C'de 5 ay depoladıkları tereyağlarında depolama stabilitesini araştırmışlardır. Kurutulmuş adaçayı ve biberiye içeren örneklerde kontrol örneğe göre pH, asitlik ve peroksit sayılarında yükselme görülürken TBA değerlerinde azalma tespit etmişlerdir.

Koczoń *et al.* (2008), 3 farklı yağ içeriğine sahip (%55,8, %74,3 ve %82,9) tereyağlarını 5 ve 20°C'de 8 hafta süreyle depolayarak kimyasal özelliklerini incelemişlerdir. Elde edilen bulgulara göre, düşük oranda yağ içeriğine sahip yağların depolama süresince daha yüksek SYA içerdiğini bulmuşlardır. 5°C'de depolanan örneklerde düşük oranda yağ içeren örneklerin depolamanın başlangıcında SYA değerinin 0,7 mg KOH/g iken, 8. haftada bu değerin 10,20 mg KOH/g'a yükseldiği; orta yağlı örneklerin SYA değerlerinin başlangıçta 0,43 mg KOH/g iken depolamanın sonunda 3,35 mg KOH/g'a yükseldiği, yüksek yağlı örneklerin ise başlangıçta 0,45 mg KOH/g yağ değerine sahipken depolamanın sonunda 2,93 mg KOH/g değerine ulaştığı bildirilmiştir.

Gadaga *et al.* (2007), Zimbabwe'de sütün spontan fermente olmasıyla oluşan ve Amasi adı verilen 18 adet doğal fermente süt ürünü (DFS) ile LAB, maya ve LAB/maya kombinasyonu ile üretilen Amasi örneklerinin uçucu aromatik bileşenlerini tespit etmişlerdir. Çalışmada; LAB olarak *L. lactis* subsp. *lactis* Lc39 (B1), *L. lactis* subsp. *lactis* Lc261 (B2), *Lb. paracasei* Lb11 (B3) ve *L. lactis* subsp. *diacetylactis* C1 (B4), maya olarak *Candida kefir* 23 (Y1), *C. lipolytica* 57 (Y2), *Saccharomyces cerevisiae* 71 (Y3), *C. lusitaniae* 68 (Y4), *C. tropicalis* 78 (Y5), *C. lusitaniae* 63 (Y6), *C. colliculosa* 41 (Y7), *S. dairenensis* 32 (Y8) ve *Dekkera bruxellensis* 43 (Y9) kullanılmıştır. *L. lactis* subsp. *lactis* Lc39 (B1) içeren tüm örneklerde daha fazla metil aldehit oluştuğunu, *C. kefir* 23 içeren örneklerde asetaldehit ve etanol konsantrasyonunun yüksek olduğunu, diğer taraftan 3-metil bütanal ve diğer maltımsı bileşiklerin DFS için önemli karakterize bileşikler olduğu ve fermente ürünlerde maltımsı tattan sorumlu olduğunu ifade edilmiştir.

Şimşek (2010), Yoğurt tereyağlarının depolama stabilitesi üzerine yaptığı çalışmada, 4°C'de gün ışığı (L4), 4°C'de karanlıkta (kontrol), 20°C'de gün ışığı (L20) ve 20°C'de

karanlıkta (D20) olmak üzere toplam 4 çeşit tereyağı üretilip 60 gün depolanmışlardır. Depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde pH, titrasyon asitliği, SYA, peroksit ve TBA değerleri tespit edilmiştir. L20 örneği depolamanın 60. gününde kabul edilemeyecek düzeye gelirken titrasyon asitliği %0,14, SYA 1,93 mg KOH/g, peroksit değeri 0,8 mek O₂/g ve TBA 0,37 mg malonaldehit/kg yağ olarak ölçmüştür. Her iki sıcaklıkta da karanlıkta muhafaza edilen örneklerin raf ömrünün daha uzun olduğunu bildirmiştir.

Dagdemir *et al.* (2009), Ekşi kremadan ürettikleri tereyağına *Thymus haussknechtii* (TH) ve *Origanum acutidens* (OR) olmak üzere iki farklı kekik uçucu yağını %0,1 ve %0,2 oranında ilave ederek bu uçucu yağların antioksidan etkilerini araştırmışlardır. 4°C’de 90 gün depolanan tereyağlarının titrasyon asitliği, peroksit ve TBA değerleri ile bazı mikrobiyolojik özellikleri kontrol ve antioksidan (BHT) içeren örneklerle karşılaştırılmıştır. Peroksit ve TBA değerleri uçucu yağ ilave edilerek üretilen tereyağlarında kontrol grubuna göre daha düşük bulunurken, tüm örneklerde depolama süresince artmıştır. %0,2 uçucu yağ oranının BHT’ye yakın bir antioksidant aktivite gösterdiğini ifade etmişlerdir.

Peterson and Reineccius (2003b), ısıl işlem görmüş tereyağında oluşan aroma bileşiklerini tespit etmek amacıyla yaptıkları çalışmalarında; ısıl işlem amacıyla tereyağları 50°C’de eritilmiş daha sonra ağzı açık bir şekilde 105-110°C’de 15 dk. karıştırılmıştır. 2,3-bütandion (3,8 µg/kg tereyağı), 1-hegzan-3-one (0,38 µg/kg tereyağı), 2-heptanon (1294 µg/kg tereyağı), 1-okten-3-one (6 µg/kg tereyağı), dimetil trisülfid (12 µg/kg tereyağı), nonanal (83 µg/kg tereyağı), metional (0,95 µg/kg tereyağı), bütanoik asit (753 µg/kg tereyağı), 3-metil bütanoik asit (39 µg/kg tereyağı), δ-hekzanolakton (218 µg/kg tereyağı), hekzanoik asit (1137 µg/kg tereyağı), δ-octanolakton (258 µg/kg tereyağı), furaneol (233 µg/kg tereyağı), skatole (24 µg/kg tereyağı), δ-dekanolakton (2633 µg/kg tereyağı) gibi aroma bileşenleri tespit edilmiştir.

Peterson and Reineccius (2003a), tatlı kremadan taze ve tuzlanmış olarak üretilmiş tereyağlarında aroma bileşenlerini belirledikleri diğer bir çalışmalarında dimetil sülfid, 2-metil-butanal, 3-metil-bütanal, 2,3 bütandion, hekzanal, 1-hegzan-3-one, 1-okten-3-

one, dimetil trisülfid, nonanal, [E]-2-nonenal, skatole, δ -hekzanolakton, hekzanoik asit, δ -octanolakton, δ -decanolakton, γ -dodecanolakton, bütanoik asit ve skatol gibi uçucu bileşenleri tespit etmişlerdir.

Lozano *et al.* (2007), tatlı kremadan üretilen tereyağlarında aroma bileşenleri üzerine ambalaj materyali ve soğukta muhafazanın etkilerini inceledikleri çalışmada; mumlu parşöment ve folyo ile ambalajlanmış ticari tereyağlarını 4 ve -20°C’de, 0, 6 ve 12 ay süresince analiz etmişlerdir. En fazla bulunan aroma bileşeninin δ -dekalakton, 1-okten-3-one, 2-asetil-1-pirolin, dimetil trisülfid ve diasetilin olduğunu, lipid oksidasyon ürünleri ve metil ketonların depolama periyoduna bağlı olarak arttığını, 4°C’de aromada meydana gelen bozulmanın daha fazla olduğunu, stirenin depolamanın fonksiyonu olarak arttığını, stirenin ambalaj materyalinden tereyağına geçişini önlemede alüminyum folyonun mumlu kağıttan daha iyi olduğunu ve taze tereyağında aroma kayıplarına neden olan lipid oksidasyon ve hidroksi asit ürünlerinin önlenmesinde daha iyi olduğunu bildirmişlerdir.

Edris and Schirle-Keller (2010), Mısır’da özellikle bufalo sütünün bol olduğu kırsal kesimlerde doğal yolla ekşitilen ve yerel marketlerde satılan tereyağı örneklerinin uçucu bileşenlerini ve aroma etki faktörlerini belirlemişlerdir. Örneklerde aseton, 3-okten, 4-pentanal, 2-bütanon, 2-propanol, etanol, limonen, 1,2- dimetilsiklopropan, asetoin, propil hekzonat, oktanoik asit 1-metil propil asetat, propil propiponat, 1-propanol, etil propionat, diasetil, pentanal, etilasetat, 2-butanol, bütül propionat, etil bütirat, etil hekzonat, hekzanal, propil bütirat, asetik asit, propiyonik asit, bütirik asit, hekzanoik asit olmak üzere toplam 28 uçucu bileşen tespit etmişlerdir.

Schieberle *et al.* (1993), farklı tür tereyağlarında karakteristik impakt koku bileşenlerini belirlemek amacıyla yaptıkları çalışmada; yerel marketlerden ekşi krema tereyağı (SC), tatlı Krema tereyağı (SwC), İrlanda ekşi Krema tereyağı (ISC), kültürlü tereyağı (CB) ve Almanya'da çiftliklerde geleneksel olarak üretilen ekşi Krema tereyağı (FSC) olmak üzere beş farklı tereyağı çeşidi kullanmışlardır. ISC örneğinde diasetil miktarı 620, δ -dekalakton 5000, bütanoik asit 4480, hekzanoik asit 1840, [Z]-6-dodekano- γ -lakton 260; SC örneğinde diasetil 110, δ -dekalakton 3060, bütanoik asit 2660, hekzanoik asit

1050, [Z]-6-dodekano- γ -lakton 78; SwC örneğinde diasetil 10, δ -dekalakton 3800, bütanoik asit 2480, hekzanoik asit 990, [Z]-6-dodekano- γ -lakton 110; CB örneğinde diasetil 340, δ -dekalakton 4910, bütanoik asit 3630, hekzanoik asit 1870, [Z]-6-dodekano- γ -lakton 160; FSC örneğinde diasetil 320, δ -dekalakton 2150, bütanoik asit 94500, hekzanoik asit 16800, [Z]-6-dodekano- γ -lakton 57 olarak belirlenmiştir.

Abdel-Mageed and Fadel (1994), dondurarak muhafazanın tereyağının uçucu bileşenleri üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Taze inek tereyağı, bufalo tereyağı ve yerel marketlerden temin edilen tereyağlarının -18°C'de 7.5 ay süresince uçucu bileşenlerini tespit etmişlerdir. Araştırma sonucunda, uçucu bileşenlerin temelini karbonil bileşiklerinin oluşturduğu ve onu laktonların takip ettiği belirlenmiştir.

3. MATERYAL ve YÖNTEM

3.1. Materyal

3.1.1. Yoğurt ve krema üretiminde kullanılan çiğ süt

Çalışmada kullanılan çiğ inek sütü Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Pilot Süt Fabrikası'ndan, krema ise LEBEN Süt ve Süt Ürünleri A.Ş. (Erzurum)'den temin edilmiştir.

3.1.2. Starter kültür

Yoğurt yapımında kullanılan ticari yoğurt kültürü (DVS YC350) Peyma Hansen (İstanbul) ve tereyağı üretiminde kullanılan saf *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* 4366 ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* 20200 DSMZ (Almanya Mikroorganizma ve Hücre Kültür Koleksiyonu)'den temin edilmiştir.

3.2. Yöntem

3.2.1. Kültürlerin hazırlanması ve aktifleştirilmesi

Yoğurt ve kremaya ilave edilen kültürler ve oranları Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Tereyağı üretiminde kullanılan kültürler ve oranları

Örnek kodu	Kullanılan kültür
A	Kültür ilavesiz (kontrol)
B	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> (%2)
C	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> (%2)
D	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> (%1) + <i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> (%1)

Kültürlerin aktifleştirilmesi amacıyla; *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* için M17 broth, *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* için MRS broth hazırlanmış, otoklavda 121°C’de 15 dk. sterilize edilmiştir. Daha sonra aseptik şartlar altında, kültürlerden steril bir öze yardımıyla alınarak ilgili brothlara aktarılmıştır. M17 broth’a ekimi yapılan tüpler aerobik, MRS broth’a ekimi yapılanlar ise anaerobik şartlarda 30°C’de 24-48 saat inkübasyona bırakılmıştır. İnkübasyon sonrası gelişim görülen tüplerden MRS ve M17 agara üçlü çizim yöntemi ile ekim yapılmış ve aynı şartlarda inkübasyona bırakılmıştır (Speck 1984). İnkübasyon sonrası gelişen kolonilerden aseptik şartlar altında bir öze yardımıyla steril fizyolojik tuzlu su içeren tüplere McFarland skalası (McFarland Standard, Ref. 70 900, BioMérieux®) kullanılarak Mc Farland 5 yoğunluğuna ulaşınca kadar aktarılmıştır. 10^7 kob/mL oranında mikroorganizma içeren bu tüpler vorteks (IKA Yellow Line, Test Tube Shaker, USA) yardımıyla karıştırılmıştır.

%10 kurumadde içeren yağsız süt tozu 110°C’de 5 dk. sterilize edilmiş ve 100 mL için 1 mL fizyolojik tuzlu sularda bulunan kültürlerden bu ortama aktarılmış ve 30°C’de inkübasyona bırakılmıştır. Kültür aktivitesi Horrall-Elliker testi ile belirlenmiş ve asitlik %0,36-0,39 olduğunda inkübasyona son verilerek üretimde kullanılmıştır (Yaygın ve Kılıç 1993).

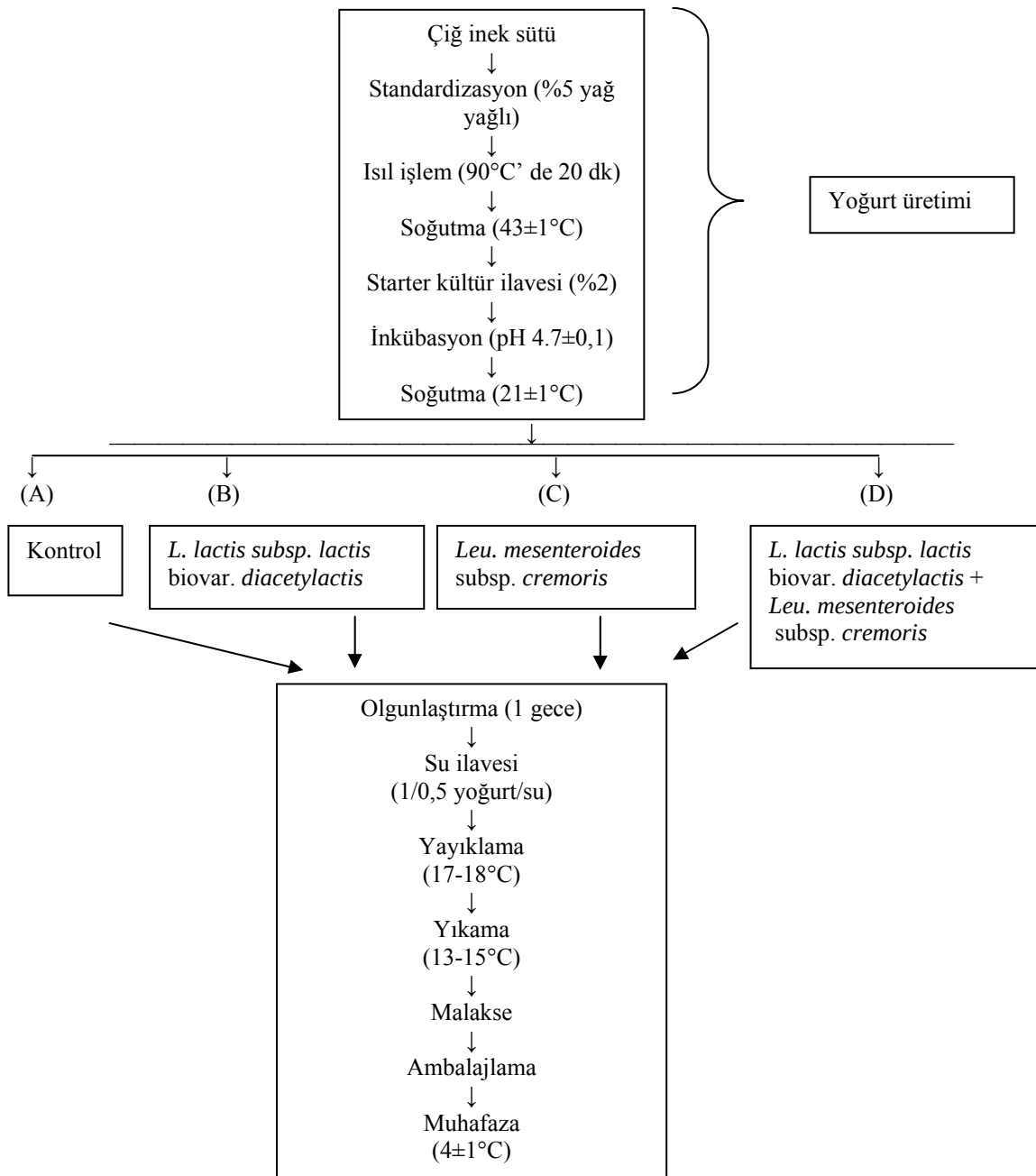
3.2.2. Yoğurt tereyağlarının üretimi

21°C’ye kadar soğutulmuş ve dört eşit kısma ayrılmış yoğurtlara (Şekil 3.1), %2 oranında aşağıdaki kültürler ilave edilmiştir:

- 1) Kontrol (kültür ilave edilmeyen) (A)
- 2) *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) (B)
- 3) *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) (C)
- 4) *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*(%1) (D)

10^7 kob/mL oranında mikroorganizma içeren kültürler, (1) yoğurda ilave edilmeden önce, (2) yoğurda ilave edilip olgunlaştırıldıktan sonra, (3) tereyağı elde edildikten sonra olmak üzere 3 ayrı aşamada sayılmıştır.

Yoğurttan tereyağı üretim akış şeması Şekil 3.2’de detaylı olarak verilmiştir.



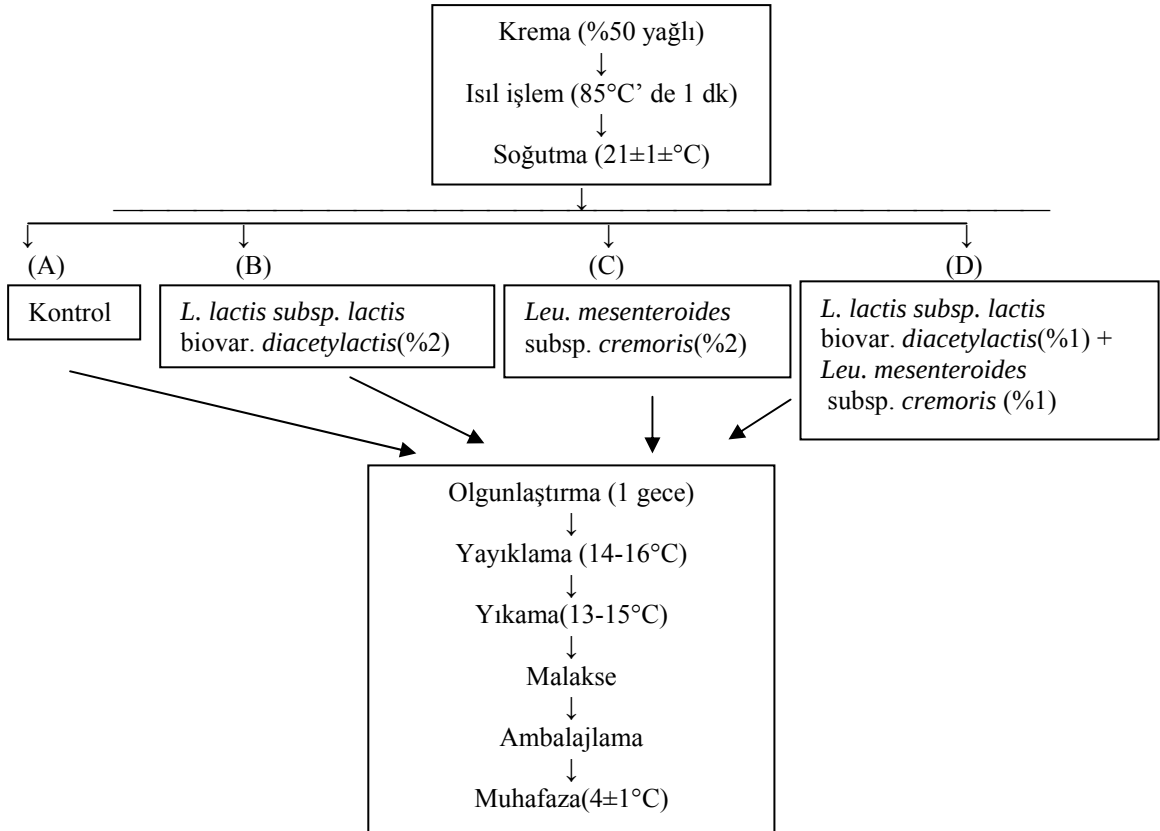
Şekil 3.2. Yoğurt tereyağlarının üretimi

3.2.3. Krema tereyağlarının üretimi

Kremanın yağ oranı %50 olacak şekilde ayarlandıktan sonra 85°C’de 5 dk. ısıt işlem uygulanmıştır. Dört eşit kısma ayrılan kremaya aşağıda belirtilen kültürler %2 oranında ilave edilmiştir.

1. Kontrol (kültür ilave edilmeyen) (A)
2. *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) (B)
3. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) (C)
4. *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1) (D)

10^7 kob/g düzeyinde mikroorganizma içeren kültürler kremaya ilave edilip 1 gece olgunlaştırılmıştır. Tereyağı üretimi detaylı olarak Şekil 3.3’de görülmektedir.



Şekil 3.3. Krema tereyağlarının üretimi

3.2.4. Hammaddede yapılan analizler

Kurumadde (%), yağ (%), yağsız kurumadde (%), titrasyon asitliği (% laktik asit cinsinden) ve pH değerleri Kurt vd (2007)'nin belirttiği yöntemlerle tespit edilmiştir.

3.2.5. Tereyağı örneklerinde yapılan mikrobiyolojik analizler

3.2.5.a. Toplam bakteri sayımı

Toplam bakteri sayımı için Plate Count Agar (PCA) (Merck) kullanılmıştır. Yayma kültür yöntemi uygulanmış olup, uygun dilüsyonlardan 0,1'er mL çift petri plağına ilave edilmiş ve steril drigalski spatülü ile yayılmıştır. Plaklar 30-32°C'de 48 saat inkübe edilmiş ve inkübasyon sonunda gözlenen koloniler sayılmıştır. Sayım sonuçları; ilgili dilüsyon faktörü dikkate alınarak hesaplanmış ve toplam bakteri sayısı kob/g olarak tespit edilmiştir (Harrigan 1998).

3.2.5.b. Koliform grubu bakteri sayımı

Koliform grubu bakteri sayımında Violet Red Bile Agar (VRBA) (Merck) kullanılmıştır. Uygun dilüsyonlardan, çift petri plağına 1 mL aktarılmış ve üzerine 45°C'de 15 mL agar dökülerek homojen karışım sağlanmaya çalışılmıştır. Agar katılaştıktan sonra üzerine 5 mL daha ilave edilerek 35-37°C'de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyon sonunda tipik koloniler sayılmıştır (Harrigan 1998).

3.2.5.c. Maya ve küf sayımı

Potato Dekstrose Agar (PDA) (Merck) sterilize edildikten sonra %10'luk steril laktik asit çözeltisi kullanılarak asitlendirilmiş (pH 3,5±0,1) ve petri plaklarına dökülmüştür. Petriler katılaştıktan sonra uygun dilüsyonlardan ekim yapılmış ve oda sıcaklığında (25°C) 5 gün inkübe edilmiştir. İnkübasyon esnasında üçten fazla petri istiflenmesi

yapılmamış ve petriler hareket ettirilmemiştir (Speck 1984). İnkübasyon sonunda seyreltme katsayısı dikkate alınarak sonuç belirlenmiştir.

3.2.5.d. Laktik asit bakterilerinin sayımı

MRS (de Man, Rogosa, Sharpe Agar) (Merck) ve M17 (Merck) agarlarına ekimin ardından MRS agara ekimi yapılan petriler anaerobik (anaerobik ortamın sağlanması için Anaerocult® A kullanılmıştır), M17 agara ekimi yapılan petriler ise aerobik şartlarda 30°C’de 24 saat inkübe edilmiştir. İnkübasyonun ardından katalaz negatif tipik koloniler sayılmıştır (Speck 1984). *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* karışımının ekimi amacıyla 30 µg/mL vankomisin (Sigma) içeren MRS agar kullanılmış ve anaerobik şartlarda 30°C’de 48 saat inkübe edilmiştir. Vankomisin 10 mg/mL olacak şekilde hazırlanmış ve 0,22 µm-por çapındaki mikrofiltre (Acrodisc® Syringe Filters, PALL Corporation, Ann Arbor, MI, USA) kullanılarak sterilize edilmiştir (Benkerroum *et al.* 1993).

Çizelge 3.2’de sayımı yapılan mikroorganizma grupları, sayımda kullanılan besiyerleri ve optimum gelişme sıcaklıkları verilmiştir.

Çizelge 3.2. Sayımı yapılan mikroorganizma grupları, gelişme ortamları ve optimum gelişim sıcaklıkları

Mikroorganizma Grubu	Gelişme Ortamı	Sıcaklık
Toplam bakteri	PCA	30-32°C
Koliform grubu bakteri	VRBA	35-37°C
Maya-Küf	PDA	25°C
<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i>	MRS Agar+Vankomisin	30°C
<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetyllactis</i>	M17Agar	30°C
<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i>	MRS Agar	42 °C
<i>S. thermophilus</i>	M17Agar	42 °C

Gram (+), heterofermentatif ve kok şekilli olan *Leuconostoc* türleri vankomisine oldukça dirençlidirler. Vankomisine olan bu direncin L-aminoasidin yer aldığı hücre duvarı kök peptitlerinin terminal D-alanil-D-alanin kısımlarının yer değiştirmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir (Ling 1992). Bu nedenle karışık kültürlü örneklerde *L.*

lactis subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*'in inhibisyonunun sağlanabilmesi için *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayımı vankomisin içeren MRS Agar kullanılarak yapılmıştır. Böylece vankomisine dirençli olan *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* vankomisin ilave edilmiş besiyerinde gelişirken diğer kültür inhibe olmuştur.

3.2.6. Tereyağı örneklerinde yapılan bazı fiziksel ve kimyasal analizler

Depolamanın 1., 15., 30., 45. ve 60. günlerinde kurumadde, yağ, yağsız kurumadde, asitlik derecesi, pH, serbest yağ asitleri, peroksit değerleri ve TBA değerleri tayinleri Atamer (1993b) tarafından belirtilen yöntemlerle yapılmıştır.

3.2.6.a. Kurumadde miktarı (%)

Etüvde kurutulup desikatörde soğutulduktan sonra darası alınan kurutma kaplarına yaklaşık 5 g kadar tereyağı örneği tartılmıştır. 100-105°C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulan ve desikatörde soğutulan örnekler tartıldıktan sonra % kurumadde miktarı aşağıdaki formülle hesaplanmıştır (Kurt vd 2007).

$$\% \text{ Kurumadde} = \frac{M_2 - M_0}{M_1 - M_0} \times 100$$

M_0 =Kabın darası

M_1 =Dara+kurutmadan önceki örnek miktarı

M_2 =Dara+kurutmadan sonraki örnek miktarı

3.2.6.b. Yağ miktarı (%)

Tereyağı bütirometresinin özel beherciğine 5 g tereyağı tartılıp bütirometreye yerleştirildikten sonra üst boşluktan 40°C'de 6 mL saf su ilave edilmiştir. Üzerine 1.82 özgül ağırlıklı 10 mL sülfirik asit ve 1 mL amil alkol ilave edilip karıştırıldıktan sonra 5

dk santrifüj edilmiştir. Tereyağı miktarı bütirometreden % olarak direkt okunmuştur (Kurt vd 2007).

3.2.6.c. Yağsız kurumadde miktarı (%)

Tereyağı örneklerinin yağsız kurumadde oranı toplam kurumaddeden yağ oranı çıkarılarak hesaplanmıştır (Atamer 1993b).

$$\% \text{ Yağsız kurumadde} = \% \text{ kurumadde} - \% \text{ yağ}$$

3.2.6.d. Asitlik derecesi (% laktik asit)

Kuru ve temiz bir erlene 18 g tereyağı tartılıp 90 mL kaynatılmış saf su ilave edilerek yağ eriyinceye kadar çalkalanmıştır. Karışım sıcak halde iken 1 mL %1'lik fenolftalein ilave edilerek 0,02 N NaOH ile açık pembe renge kadar titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan miktar aşağıdaki formülde yerine konularak sonuç % laktik asit cinsinden hesaplanmıştır (Atamer 1993b).

$$\% \text{ laktik asit} = \frac{V \times 0.0018}{m} \times 100$$

V: 0,02 N NaOH'ten harcanan miktar, mL

m: Örnek miktarı, g

0,0018: 1 mL 0,02 N NaOH'a karşılık gelen süt asidi (laktik asit) miktarı, g

3.2.6.e. pH değeri

50 mL'lik santrifüj tüpüne 50 g tereyağı tartılmış ve 65°C'deki su banyosunda yağ ve serum fazının ayrılması sağlanmıştır. Daha sonra 5 dk santrifüj edilerek buzlu suda bekletilmiş ve üst kısımdaki yağın donması sağlanmıştır. Yağ uzaklaştırılarak serum

kısmı 25 mL'lik behere aktarılmış ve sıcaklığı $20\pm 1^{\circ}\text{C}$ 'ye ayarlandıktan sonra pH metre ile ölçüm yapılmıştır (Atamer 1993b).

3.2.6.f. Serbest yağ asitleri (Asit değeri)

250 mL'lik erlene 5 g örnek tartılmış ve üzerine 1/1 oranında hazırlanan etilalkol/dietileter karışımından 50 mL ilave edilerek yağ eriyinceye kadar çalkalanmıştır. Üzerine %1'lik fenolftaleinden 0,1 mL ilave edildikten sonra en az 10 sn sabit kalabilen hafif pembe renge kadar 0,1 N etanolde hazırlanmış KOH ile titre edilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıdaki formülde yerine konularak serbest yağ asidi miktarı mg KOH/g yağ olarak belirlenmiştir (Atamer 1993b).

$$\% \text{ Asit değeri} = \frac{V \times N \times 56.1}{m} \times 100$$

V: Potasyum hidroksitten harcanan miktar, mL

N: Potasyum hidroksitin normalitesi

m: Örnek miktarı, g

56,1: Potasyum hidroksitin molekül ağırlığı

3.2.6.g. Peroksit tayini

Şilifli bir erlene 5 g tereyağı örneği tartılmış ve çözünmesi için 10 mL kloroform ilave edildikten sonra hızlı bir şekilde karıştırılmıştır. Daha sonra üzerine 15 mL asetik asit ve 1 mL doymuş potasyum iyodür ilave edilmiş ve kapağı kapatılmıştır. Daha sonra 1 dk karıştırılmış ve 5 dk karanlık bir yerde bekletilmiştir. Üzerine 75 mL kaynatılmış ve soğutulmuş sudan ilave edilip kuvvetlice çalkalandıktan sonra 1 mL nişasta çözeltisi eşliğinde 0,01 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. Tanık deney de yapıldıktan sonra aşağıdaki formülde yerine yazılarak sonuç (mek O_2/kg) hesaplama yapılmıştır (Atamer 1993b):

$$\text{Peroksit değeri} = \frac{(V_1 - V_0) \times N}{m}$$

V_1 : Örnek için harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ miktarı, mL

V_0 : Tanık deney için harcanan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ miktarı, mL

N: $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 'ün kesin normalitesi

m: Örnek miktarı, g

3.2.6.h. Tiyobarbütirik asit (TBA) sayısının tespiti

Bir behere tereyağı örneğinden 10 g tartılmış, 50 mL ılık, saf su ilave edilip 2 dk. karıştırılmıştır. Bu sürenin sonunda 500 mL'lik Kjeldahl balonuna aktarılmış, balona 47,5 mL daha saf su ilave edildikten sonra ortam pH'sını 1,5'e ayarlamak için 4 N HCl asit çözeltisinden 2,5 mL ilave edilmiştir. Kaynama sırasında köpük oluşumunu önlemek amacıyla parafin, kaynamayı kolaylaştırmak için ise sünger taşı eklenmiş ve destilasyon düzeneğine bağlanmıştır. 10 dk. içinde 50 mL destilat toplanacak şekilde destile edilmiş ve toplanan destilattan şilifli tüplere 5 mL alınarak üzerine 5 mL TBA çözeltisi ilave edilmiştir. Tüpler kapatıldıktan sonra iyice karıştırılmış, kaynayan su banyosunda 35 dk. bekletilmiştir. 10 dk. soğuk su içinde tutularak soğutulmuş ve spektrofotometre (Shimadzu UV-1028, Kyoto Japan) tüplerine aktararak 538 nm'de okuma yapılmıştır. Okunan absorbans (optik dansite) değerinden yararlanılarak aşağıda belirtilen formülle tereyağı örneğinin TBA değeri (mg malonaldehit/kg) hesaplanmıştır (Atamer 1993b).

TBA sayısı (mg malonaldehit/kg yağ) $7,8 \times D$

$D = 538 \text{ nm'de okunan absorbans değeri}$

3.2.7. Tereyağı örneklerinde yapılan uçucu aroma bileşikler analizi

-20°C'de dondurulmuş tereyağı örneklerinden 3,0 g cam tüplere (15 mL silikon kapaklı vial) alınarak 10 µL 2-metil 3-heptanon (Sigma, Aldrich, USA) eklendikten sonra

40°C'de 30 dk. bekletilmiştir. Uçucu maddelerin ekstraksiyonunda çözücüsüz teknik kullanılmıştır. Ekstraksiyon işlemi, 75 µm carboxen-polydimethylsiloxane fiber vial enjeksiyonu ile gerçekleştirilmiştir ve 40°C'de 30 dk. tepe boşluğuna (headspace) tutulmuştur. Her bir işlemde fiber 3 pozisyonunda tutulmuştur. Ektrakte edilecek uçucu bileşenlerin desorbsiyonu GC-MS sisteminde yapılmıştır. Desorbsiyon sırasında fiber 3 pozisyonunda 250°C'de 2 dk. süre ile tutulmuştur. Taşıyıcı gaz olarak He kullanılmış ve akış hızı 1 mL/dk olarak seçilmiştir. Bileşenler DB-Wax (60 mm, 0,25 mm, 0,25 mm) kolondan ayrıştırılmıştır. Fırın sıcaklığı 40°C'de 2 dk. tutulmuş (desorpsiyon periyodu) ve dk.'da 5°C olmak üzere sıcaklık 240°C'ye yükseltilerek bu sıcaklıkta 5 dk tutulmuştur. Analiz süresi toplam olarak 47 dk. olarak ayarlanmıştır. Kütle spektrometresi 33-450 amu arası set edilmiş (eşik değeri 1000) ve sampling hızı dk.'da 1.11 scan olarak ayarlanmıştır. Tereyağlarındaki uçucu aroma bileşiklerinin belirlenmesinde Shimadzu GC-2010 gaz kromatografisi sistemi ve buna bağlı Shimadzu QP-2010 kütle spektrometresi sistemi (Shimadzu Corporation Kyoto, Japan) kullanılmıştır. Aroma maddelerinin belirlenmesinde, tereyağlarının analiz edildiği çalışma koşullarında sisteme alkan serisi verilerek RI değerleri saptanmıştır. Daha sonra tereyağı örneklerindeki her bir uçucu bileşenin RI değerleri aynı koşullardaki literetür verileri ile <http://webbook.nist.gov/chemistry/karşılaştırılmıştır>. Örneklerde saptanan uçucu bileşikler; WILEY 7 ve NIST/EPA/NIH 02 kütüphanaları ve RI değerleri ile doğrulanarak verilmiştir. Ayrıca 33 farklı standart madde (Sigma- Aldrich, USA) aynı koşullarda sisteme enjekte edilerek konfirmasyon sağlanmıştır. Tereyağlarındaki uçucu bileşiklerin her birinin miktarları, sisteme örneklerle birlikte verilen internal standardın 2-metil-3-heptanon (Sigma, Aldrich, USA) pik alanına göre (relative abundance) hesaplanarak µg/100 g olarak verilmiştir.

3.2.8. Tereyağı örneklerinde yapılan duyuşal analizler

Tereyağı örneklerinin duyuşal değeriendirilmesi, tereyağının karakteristik özellikleri ve Bodyfelt *et al.* (1988) tarafından belirtilen kriterler dikkate alınarak tarafımızdan geliştirilen bir skala ile yapılmıştır (Çizelge 3.3).

Çizelge 3.3. Tereyağı örneklerinin duyuşal değerdendirilmesinde kullanılan panel formu (En yüksek 9, en düşük 1)

Panelistin Adı Soyadı		Örnek no:			Tarih:	
Değerlendirile n özellikler	Çok iyi	İyi	Orta	Kötü	Çok kötü	Not edilecek hususlar
Renk	9-8	7-6	5-4	3-2	1	
Tekstür	9-8	7-6	5-4	3-2	1	
Koku	9-8	7-6	5-4	3-2	1	
Lezzet	9-8	7-6	5-4	3-2	1	
Yabancı tat ve aroma	9-8 (yok)	7-6 (çok az)	5-4 (hissedilebilir)	3-2 (kabul edilemez)	1	
Acılık (oksit tat)	9-8 (yok)	7-6 (çok az)	5-4 (hissedilebilir)	3-2 (kabul edilemez)	1	
Genel kabul edilebilirlik	9-8	7-6	5-4	3-2	1	

3.2.9. İstatistiksel analiz

Bu araştırmada deneme deseni şöyledir: 2 hammadde (krema ve yoğurt)×4 kültür [kontrol (kültür ilave edilmeyen), *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2), *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2), *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)] kombinasyonu×5 muhafaza süresi (1, 15, 30, 45 ve 60. gün)×2 tekerrür. Deneme faktöriyel düzende Tam Şansa Bağlı Deneme Planı'na göre yürütölmüştür. Sonuçlar SPSS for Windows Release ver 13.0 (1999) paket programında varyans analizine tabi tutulmuştur. Önemli bulunan ortalamalar Duncan Çoklu Karşılaştırma Testi ile karşılaştırılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

Yoğurt ve kremadan kültür ilavesiz (A: kontrol), farklı iki kültür [B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2)], [C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültür kombinasyonu [D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)] kullanılarak üretilen tereyağı örnekleri, depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikler açısından incelenmiştir.

4.1. Tereyağı Üretiminde Kullanılan Süt, Yoğurt ve Kremanın Bazı Özellikleri

Yoğurt ve Krema tereyağlarının üretiminde kullanılan süt, yoğurt ve pastörize kremanın bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri ile randıman oranları Çizelge 4.1’de verilmiştir.

Çizelge 4.1. Tereyağı örneklerinin üretiminde kullanılan hammaddelerin bazı mikrobiyolojik ve kimyasal özellikleri

Kimyasal analizler	Isıl işlem görmüş süt	Yoğurt	Isıl işlem görmüş krema
Kurumadde (%)	10,96	13,24	55,25
Yağ (%)	5,00	5,00	50,00
Asitlik (%)	0,17	1,07	0,18
pH	6,30	4,70	6,60
Mikrobiyolojik analizler			
Toplam bakteri sayısı (log kob/g)	<1	<1	<1
Maya-küf sayısı (log kob/g)	<1	<1	<1
Koliform grubu bakteri(log kob/g)	<1	<1	<1
Yoğurt tereyağı için randıman oranları			
Kullanılan kültür	Yoğurt miktarı (kg)	Tereyağı miktarı(kg)	Randıman (%)
A	25±0,00	2,34±0,38	9,30±1,53
B	25±0,00	2,59±0,03	10,36±0,10
C	25±0,00	2,68±0,04	10,70±0,14
D	25±0,00	2,65±0,07	10,59±0,26
Krema tereyağı için randıman oranları			
Kullanılan kültür	Krema miktarı (kg)	Tereyağı miktarı (kg)	Randıman (kg)
A	5±0,00	2,83±0,02	56,49±0,31
B	5±0,00	3,58±0,45	71,52±8,96
C	5±0,00	2,87±0,02	57,44±0,31
D	5±0,00	3,10±0,11	62,02±2,28

4.2. Tereyağı Örneklerinin Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Yoğurt ve kremadan kültür ilavesiz (A: kontrol), farklı iki kültür [B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2)], [C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültür kombinasyonu [D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)] kullanılarak tereyağları üretilmiştir. 10^7 kob/g düzeyinde mikroorganizma içeren kültürlerin olgunlaştırılmış krema, yayıkaltı ve tereyağı elde edildikten sonra mikrobiyolojik sayımları yapılmış ve sonuçları Çizelge 4.2’de verilmiştir. Tereyağı örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları Çizelge 4.3’de, varyans analiz sonuçları ise Çizelge 4.4’te toplu olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2. Tereyağı örneklerinin üretiminde kullanılan hammadde ve yayıkaltına geçen *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı (log kob/g)

Kullanılan kültür	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı					
	Yoğurt	Yoğurt yayıkaltı	Yoğurt tereyağı	Krema	Krema yayıkaltı	Krema tereyağı
C	4,19±0,34	4,93±0,12	4,75	7,46±0,54	8,27±0,06	7,01
D	4,21±0,22	4,61±0,11	3,30	6,84±0,12	7,21±0,17	6,43
	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i>					
	Yoğurt	Yoğurt yayıkaltı	Yoğurt tereyağı	Krema	Krema yayıkaltı	Krema tereyağı
B	7,48±0,17	8,29±0,19	6,67	8,73±0,21	8,82±0,34	8,27
D	6,96±0,45	8,12±0,11	7,02	8,92±0,12	9,13±0,08	8,09

A: Kontrol (kültür ilavesiz)

B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen tereyağı örnekleri

C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

D: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

Çizelge 4.3. Tereyağı örneklerine ait bazı mikrobiyolojik analiz sonuçları ortalamaları (log kob/g)

Kullanılan kültür	Tereyağı çeşidi	Depolama Periyodu (Gün)	Toplam bakteri sayısı	Maya-küf sayısı	Koliform grubu bakteri sayısı	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> sayısı	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	<i>S. thermophilus</i> sayısı	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı
A	Yoğurt tereyağı	1	6,22	<2	<1	-	-	6,43	7,27
		15	4,30	1,23	<1	-	-	7,33	6,79
		30	3,74	2,09	<1	-	-	5,84	5,90
		45	2,88	2,76	<1	-	-	6,31	5,79
		60	2,77	3,00	<1	-	-	6,42	5,48
	Krema tereyağı	1	6,77	1	<1	-	-	-	-
		15	7,57	1,56	<1	-	-	-	-
		30	8,35	4,67	<1	-	-	-	-
		45	7,64	5,26	<1	-	-	-	-
		60	7,41	5,56	<1	-	-	-	-
B	Yoğurt tereyağı	1	6,40	<2	<1	6,67	-	5,86	7,04
		15	4,96	<2	<1	6,37	-	7,49	6,87
		30	3,47	1,65	<1	4,70	-	5,67	5,56
		45	4,12	1,34	<1	4,43	-	6,26	5,52
		60	3,67	0,67	<1	4,55	-	5,88	6,41
	Krema tereyağı	1	8,27	0,75	<1	8,27	-	-	-
		15	8,00	1,4	<1	8,13	-	-	-
		30	8,21	4,78	<1	8,16	-	-	-
		45	7,79	5,88	<1	7,27	-	-	-
		60	7,48	5,36	<1	6,75	-	-	-
C	Yoğurt tereyağı	1	6,36	<2	<1	-	4,75	6,70	7,18
		15	4,43	<2	<1	-	4,55	7,66	6,63
		30	3,04	0,49	<1	-	4,37	5,92	6,04
		45	3,16	0,50	<1	-	4,14	5,61	5,99
		60	2,97	1,39	<1	-	3,80	5,55	5,25
	Krema tereyağı	1	7,67	0,69	<1	-	7,01	-	-
		15	7,53	2,36	<1	-	7,24	-	-
		30	7,70	4,99	<1	-	7,07	-	-
		45	7,90	4,82	<1	-	7,45	-	-
		60	7,34	5,43	<1	-	7,48	-	-
D	yoğurt tereyağı	1	6,87	<2	<1	7,02	3,30	6,88	7,03
		15	4,93	<2	<1	6,33	3,08	7,28	6,59
		30	3,90	1,28	<1	3,99	2,51	5,71	5,79
		45	3,58	1,13	<1	3,73	2,00	5,86	5,42
		60	3,52	1,12	<1	3,82	<2	6,26	6,53
	Krema tereyağı	1	9,04	<2	<1	8,09	6,43	-	-
		15	8,32	<2	<1	8,29	6,23	-	-
		30	8,11	<2	<1	7,92	6,02	-	-
		45	7,77	<2	<1	7,86	5,99	-	-
		60	7,57	<2	<1	7,58	6,15	-	-

A: Kontrol (kültür ilavesiz)

B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen tereyağı örnekleri

C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

D: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

Çizelge 4.4. Tereyağı örneklerinin mikrobiyolojik analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	Toplam bakteri sayısı	Maya-küf sayısı	Koliform grubu bakteri sayısı	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> sayısı	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> sayısı	<i>S. thermophilus</i> sayısı	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> sayısı
Kullanılan kültür (K)	3	5,03**	15,75**	-	0,16	490,96**	0,57	0,04
Hammadde (H)	1	706,757**	48,41**	-	241,69**	2245,263**	-	-
Depolama periyodu (Gün) (D)	4	23,72**	16,65**	-	19,41**	23,803**	17,95**	16,40**
K×H	3	0,12	11,79**	-	3,05	52,07**	-	-
K×D	12	0,81	1,28	-	0,37	13,82**	1,16	1,39
H×D	4	18,18**	2,50	-	7,22**	29,40**	-	-
K×H×D	12	0,66	1,02	-	1,21	6,11**	-	-
Hata	40							
Genel	80							

*p<0,05 düzeyinde önemli

**p<0,01

düzeyinde önemli

4.2.1. Tereyağı örneklerinin toplam bakteri sayıları

Farklı kültür ilavesiyle üretilen Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerine ait toplam bakteri sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. En yüksek toplam bakteri sayısı hem Yoğurt hem Krema tereyağında 1. günde ve D örneğinde sırasıyla 6,87 log kob/g ve 9,04 log kob/g olarak bulunmuştur. En düşük toplam bakteri sayısı ise Yoğurt tereyağında kontrol örneğinde 60. günde 2,77 log kob/g, Krema tereyağında ise yine aynı örnekte 1. günde 6,77 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre toplam bakteri sayısına kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu ve hammadde×depolama periyodu interaksyonu p<0,01 düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Tereyağı örneklerindeki kullanılan kültüre ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür değişkenine ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Kullanılan kültür	n	Toplam bakteri sayısı *
A	20	5.76±2.10 ^b
B	20	6.24±2.03 ^a
C	20	5.81±2.13 ^b
D	20	6.36±2.12 ^a

* Farklı harfle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

En yüksek toplam bakteri sayısının D örneğinde olduğu ve bunu sırasıyla B, C ve A (kontrol) örneğinin takip ettiğiancak A ve C örnekleri ile B ve D örneklerinin istatistiksel olarak aynı olduğu saptanmıştır. D örneğinin toplam bakteri sayısının yüksek olmasında iki çeşit kültür içermesinden kaynaklanmaktadır. Nitekim Bilgin (1996), farklı kültürler kullanarak ürettiği tereyağlarını 120 gün boyunca depolamış ve toplam bakteri sayısının kullanılan kültüre bağlı olarak kontrole göre değişkenlik arz edebileceğini bildirmiştir. Bu durum sonuçlarımızla benzerlik göstermektedir. Cezayir’de sütün spontane koagülasyonu ile oluşan jelin yayılanmasıyla elde edilen ve Dhan adı verilen geleneksel tereyağı örneklerinde toplam bakteri sayısı en düşük 15×10^4 , en yüksek 600×10^4 log kob/g olarak tespit edilmiştir (Idoui *et al.* 2010).

Tereyağı örneklerinde depolama sürelerine ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.6’da görülmektedir.

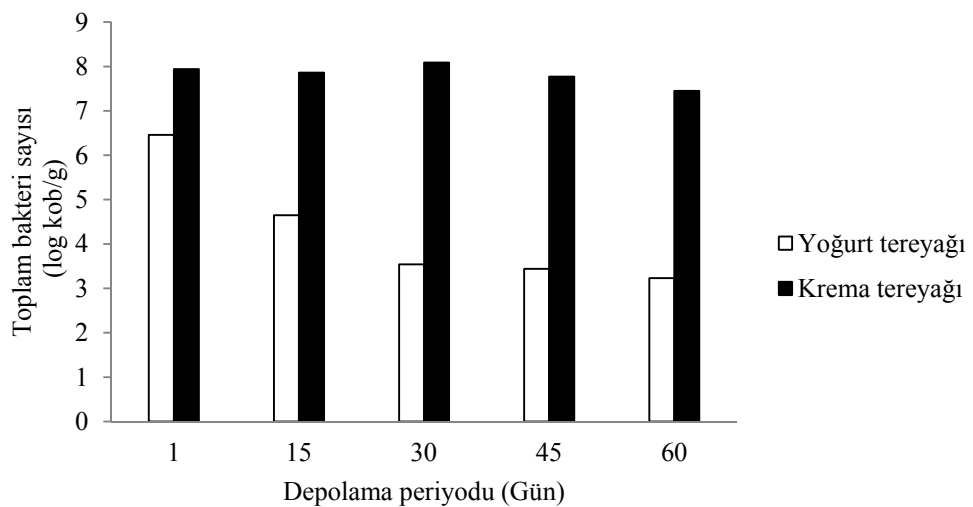
Çizelge 4.6. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait toplam bakteri sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi(Gün)	n	Toplam bakteri *
1	16	7,20±1,01 ^a
15	16	6,25±1,71 ^b
30	16	5,81±2,39 ^c
45	16	5,60±2,36 ^{cd}
60	16	5,34±2,27 ^d

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda tereyağı örneklerinin toplam bakteri sayılarının depolama süresince azaldığı ve başlangıçta 7,20 log kob/g değeri ile oldukça yüksek olduğu, bu sayının 60. günde 5,34 log kob/g'a düştüğü görülmektedir (Çizelge 4.6). Yoğurt tereyağı örneklerinin, muhtemelen yüksek asitlik dolayısıyla, depolama süresince toplam bakteri sayılarının fazla azalış göstermesi, tüm tereyağı örneklerinin ortalama değerlerini etkilediği sonucunu ortaya çıkarmıştır. Dagdemir *et al.* (2009) da, iki farklı kekik türü uçucu yağı ilave ettikleri tereyağı örneklerinde toplam bakteri sayısının depolama periyodunca (2., 30., 60. ve 90. gün) azaldığını ve kontrol grubunda toplam bakteri sayılarının sırasıyla 6,83, 6,70, 6,60 ve 6,32 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir. Yine Bilgin (1996) farklı kültürler kullanarak ürettiği ve 120 gün depoladığı tereyağlarında depolama boyunca toplam bakteri sayılarının azaldığını bildirmiştir. Diğer taraftan başlangıç toplam bakteri sayısının depolama periyodu sonuna göre yüksek oluşunun; hem separasyon hem de yayıklama prosesi esnasında bakteri kümelerinin parçalanması ile koloni oluşturan birimlerin artmasından kaynaklanabileceği ileri sürülmüştür (Adams and Moss 2008).

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama süresinin toplam bakteri sayılarına etkisi Şekil 4.1'de görülmektedir.



Şekil 4.1. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama süresinin toplam bakteri sayıları üzerine etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Yoğurt tereyağlarının toplam bakteri sayısında depolama periyodunca boyunca bir azalma görülürken, Krema tereyağlarında, bu sayı sabite yakın düzeyde kalmıştır. Bu durum Yoğurt tereyağlarında asitlik değerlerinin yükselmesi ve kültürlerin aside direnç durumlarının farklı oluşundan veya mikroorganizmalar tarafından oluşturulan metabolitlerin birbir gelişimlerini etkilemelerinden kaynaklanabilir. Diğer taraftan Krema tereyağı örneklerinde fazla bir değişimin olmayışının maya ve küf sayısındaki artışa bağlı olabileceği düşünülmektedir.

4.2.2. Tereyağı örneklerinin maya-küf sayıları

Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerine ait maya-küf sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yoğurt tereyağı örneklerine ait en yüksek maya-küf sayısı, A (kontrol) örneğinde 60. günde 3,00 log kob/g olarak bulunurken, en düşük yine A örneğinde 1. günde ve B, C ve D örneklerinde 15. gün dahil <2 log kob/g olarak belirlenmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre maya-küf sayısı üzerine kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu ve kullanılan kültür×hammadde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.7’de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Kullanılan kültür	n	Maya-küf sayısı*
A	20	2,71±2,14 ^a
B	20	2,18±2,38 ^a
C	20	2,07±2,23 ^a
D	20	0,35±0,86 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Çizelge 4.7’de görüldüğü gibi, kullanılan kültürün maya ve küf sayısı üzerinde önemli etkisinin olduğu ve en yüksek maya-küf sayısının kontrol örneğinde, en düşük D örneğinde olduğu saptanmıştır.

Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.8’de görülmektedir.

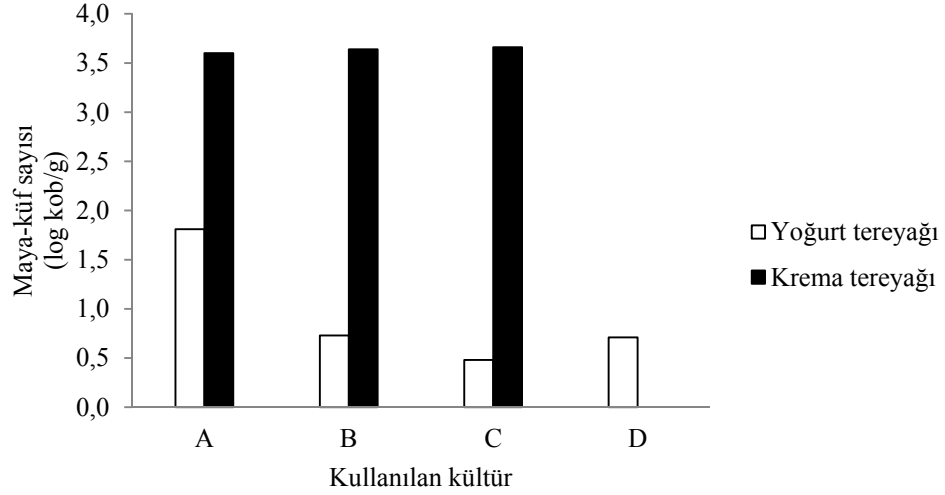
Çizelge 4.8. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait maya-küf sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi (Gün)	n	Maya-küf sayısı*
1	16	0,31±0,56 ^b
15	16	0,82±1,31 ^b
30	16	2,49±2,25 ^a
45	16	2,71±2,40 ^a
60	16	2,82±2,39 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Çizelge 4.8’de görüldüğü gibi depolama süresince maya-küf sayısı artmıştır. Bilgin (1996) de, 120 gün boyunca depoladıkları hem kontrol hem de farklı kültür kombinasyonları ile ürettikleri tereyağı örneklerinde, maya-küf sayısının depolama süresince arttığını bildirmiştir. Düşük su aktivitesi ve yüksek yağ içeriği dolayısıyla tereyağı küf gelişimine uygun bir gıda olmasına (Rady and Badr 2003) rağmen, örneklerimizde küf gelişimine rastlanmamış, maya gelişimi daha fazla görülmüştür. Dhan adı verilen geleneksel tereyağı örneklerinde maya ve küf sayısı en düşük 0,03, en yüksek $0,275 \times 10^4$ kob/g olarak tespit edilmiştir (Idoui *et al.* 2010).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin maya ve küf sayıları üzerine etkisi Şekil 4.2’de görülmektedir



Şekil 4.2. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin maya ve küf sayısı üzerine etkisi (kültür×hammadde)

Şekil 4.2’de görüldüğü gibi, Yoğurt tereyağı örneklerinde en yüksek maya-küf sayısı A (kontrol) örneğinde bulunmuş, bunu sırasıyla B, D ve C örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek maya-küf sayısı A, B ve C örneklerinde tespit edilirken D örneklerinde ise maya ve küf sayısı <2 log kob/g olduğundan grafikte 0 olarak görülmektedir.

4.2.3. Tereyağı örneklerinin koliform grubu bakteri sayıları

Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerine ait koliform grubu bakteri sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Depolama süresince hiçbir örnekte koliform grubu bakteriye rastlanmamış ve sonuçlar dökme kültürel sayım yöntemi esas alınarak yapıldığından <1 log kob/g olarak verilmiştir.

4.2.4. Tereyağı örneklerinin *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayıları

Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerine ait *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Sadece B ve D örnekleri bu kültür kullanılarak hazırlandığından sayım sonuçları bu kültürlerden üretilen örneklerde verilmiştir.

L. lactis subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı Yoğurt tereyağında en yüksek, D örneğinde 1. günde (7,02 log kob/g) saptanırken, Krema tereyağında D örneğinde 15. günde (8,29 log kob/g) saptanmıştır. En düşük *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı ise Yoğurt tereyağında yine D örneğinin 45. gününde (3,73 log kob/g) belirlenirken, Krema tereyağında ise B örneğinin 60. gününde (6,75 log kob/g) saptanmıştır.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı üzerine; hammadde, depolama periyodu ile hammadde×depolama periyodu interaksyonu $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

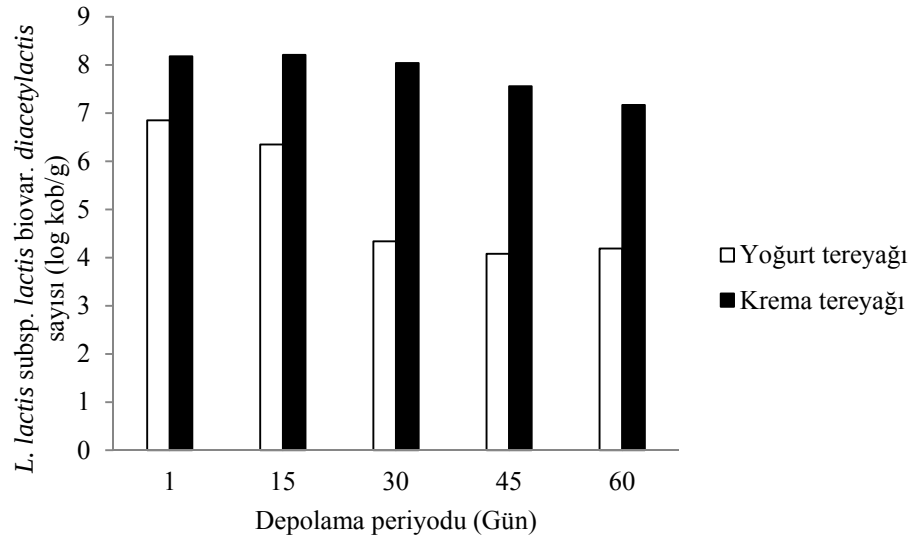
Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait belirlenen *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.9’da görülmektedir. Çizelgeden görüldüğü gibi depolama süresince *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısının gittikçe azalmıştır.

Çizelge 4.9. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *L. Lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi(Gün)	n	<i>L. lactis</i> subsp. <i>lactis</i> biovar. <i>diacetylactis</i> *
1	8	7,51±0,74 ^a
15	8	7,28±1,05 ^a
30	8	6,19±2,06 ^b
45	8	5,82±1,95 ^b
60	8	5,68±1,72 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayılarına etkisi Şekil 4.3’de verilmiştir.



Şekil 4.3. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayılarına etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.3’de görüldüğü gibi *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı Yoğurt tereyağında 45. güne kadar azalırken, 60. gün az da olsa bir artış görülmüş, Crema tereyağlarında ise depolama süresince azalmıştır. Bu bakteri sayısının Yoğurt tereyağında düşük olmasının nedeni asitliğin Crema tereyağlarından daha yüksek olmasından kaynaklanabilir.

4.2.5. Tereyağı örneklerinin *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayıları

Yoğurt ve Crema tereyağı örneklerine ait *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Sadece C ve D örnekleri bu kültür kullanılarak hazırlandığından sayım sonuçları bu kültürlerden hazırlanan örneklerde verilmiştir. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı Yoğurt tereyağında en yüksek C örneğinde 1. günde (4,75 log kob/g), Crema tereyağında ise yine C örneğinde 60. günde (7,48 log kob/g) saptanmıştır. En düşük *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı ise Yoğurt tereyağında D örneğinde 60. günde (<2 log kob/g), Crema tereyağında ise yine aynı aynı örneğin 45. gününde belirlenmiştir (5,99 log kob/g).

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı üzerine; kullanılan kültür, hammadde, depolama süresi ve bunların interaksiyonlarının $p < 0,01$ seviyesinde önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4).

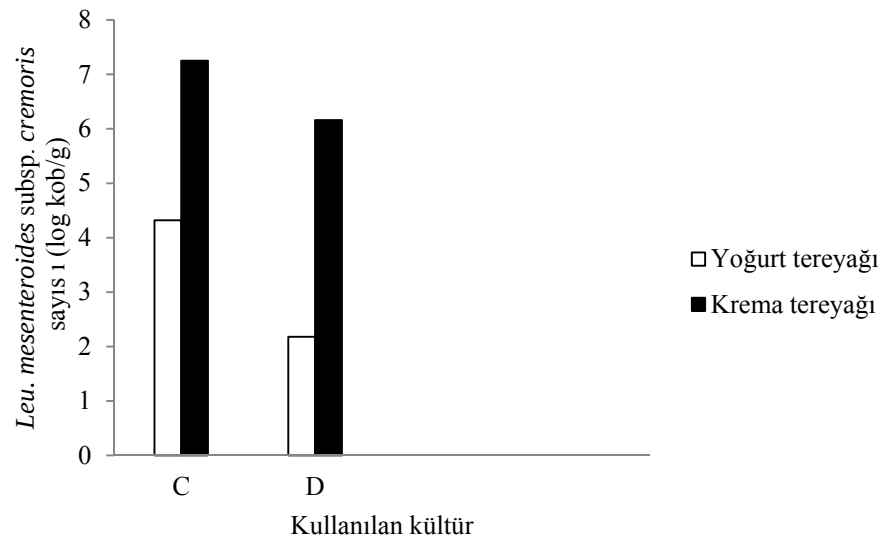
Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.10'da görülmektedir. Depolama süresince *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı azalmıştır.

Çizelge 4.10. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi(Gün)	n	<i>Leu. mesenteroides</i> subsp. <i>cremoris</i> *
1	8	5,37±1,58 ^a
15	8	5,27±1,71 ^a
30	8	4,99±1,86 ^b
45	8	4,89±2,19 ^b
60	8	4,36±3,04 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p < 0,05$)

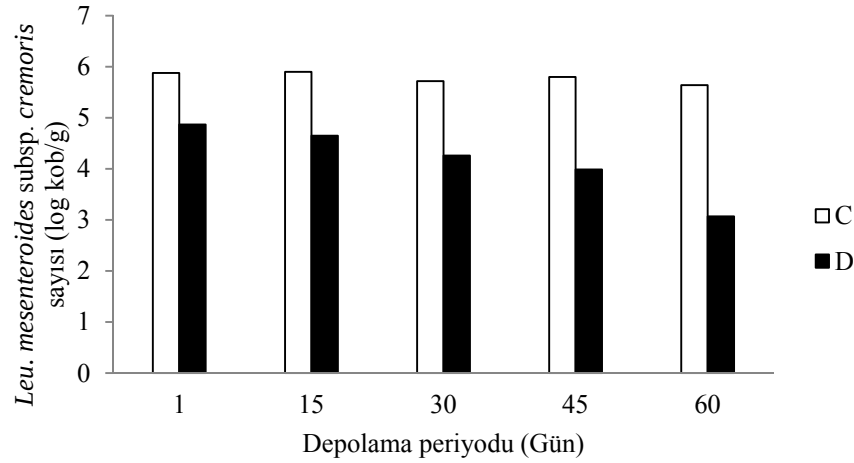
Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi Şekil 4.4'de görülmektedir.



Şekil 4.4. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi (kültür×hammadde)

Şekil 4.4’de görüldüğü gibi, en yüksek *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı hem Yoğurt hem de Krema tereyağı örneklerinde C örneklerinde saptanmıştır. Bu durum D örneğinde bulunan *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*’in *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* gelişimini etkilemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi Şekil 4.5’de verilmiştir.

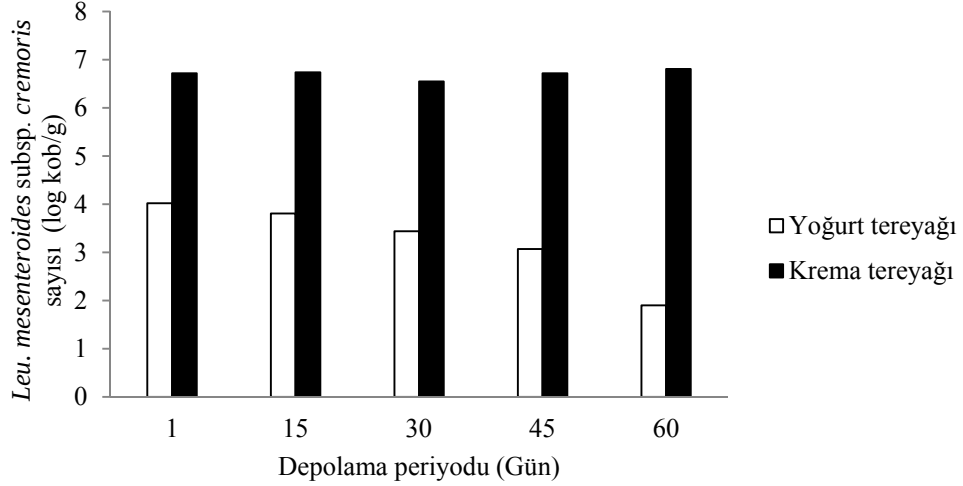


Şekil 4.5. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi (kültür×depolama periyodu)

Şekil 4.5’de görüldüğü gibi, C örneğinde *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı 15. günde artmış, 30. günde çok az bir azalış sergilemiş, 45. günde tekrar yükselmiş ve 60. günde yeniden azalmıştır. D örneğinde ise depolama periyodunca azalmıştır.

Kazerun (İran)’da geleneksel yoğurtlardan toplam 34 adet *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* izole edilmiş ve sayılarının az olmasını, süt ve süt ürünlerine adaptasyonlarının az olmasından kaynaklandığı ifade edilmiştir (Azadnia *et al.* 2011). Teuber and Geis (1981) bu laktik kokların az sayıda olmalarının karışık kültürlerdeki diğer LAB ile rekabet edememelerinden kaynaklanabileceğini ifade etmişlerdir (Togo *et al.* 2002). Diğer taraftan Medina *et al.* (2001) bu durumun kompleks besin gereksinimlerinden olabileceğini bildirmiştir.

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi Şekil 4.6’da verilmiştir.



Şekil 4.6. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayılarına etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.6’da görüldüğü gibi *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı Yoğurt tereyağında depolama periyodunca sürekli olarak azalırken, Krema tereyağlarında ise 60 günlük depolama süresince önemli bir değişimin olmadığı saptanmıştır. Krema tereyağlarının *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayıları depolama süresince Yoğurt tereyağlarına oranla çok daha yüksek bulunmuştur. Bunun nedeni Krema tereyağlarının asitliğinin daha düşük olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.2.6. Tereyağı örneklerinin *S. thermophilus* sayıları

Yoğurt tereyağı örneklerine ait *S. thermophilus* sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yoğurt üretiminde yoğurt bakterisi olarak *S. thermophilus* kullanıldığı için bu mikroorganizma sadece Yoğurt tereyağı örneklerinde sayılmıştır. *S. thermophilus* sayısı en yüksek C örneğinde 15. günde (7,66 log kob/g) saptanırken, en düşük yine aynı örneğin 60. gününde (5,55 log kob/g) tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre *S. thermophilus* sayısı üzerine sadece depolama periyodu $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *S. thermophilus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.11’de görülmektedir.

Çizelge 4.11. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *S. thermophilus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi(Gün)	n	<i>S. thermophilus</i> *
1	8	6,47±0,69 ^b
15	8	7,44±0,30 ^a
30	8	5,78±0,24 ^c
45	8	6,01±0,380 ^{bc}
60	8	6,03±0,48 ^{bc}

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

S. thermophilus sayısının 15. günde arttığı, 30. günde azaldığı ve 45. günde tekrar arttığı ancak 45. günden sonraki artışların istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.11). Sagdic *et al.* (2004) keçi, koyun ve inek sütünden ürettikleri yayık tereyağlarında başlangıç *S. thermophilus* sayısının 6,30 log kob/g olduğunu belirtmişlerdir. Bu araştırmada ise başlangıç *S. thermophilus* sayısı 6,47 log kob/g olarak belirlenmiş olup bulgularımız bu çalışma ile benzerlik göstermektedir.

4.2.7. Tereyağı örneklerinin *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları

Yoğurt tereyağı örneklerine ait *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayıları Çizelge 4.3’de verilmiştir. Yoğurt üretiminde yoğurt bakterisi olarak *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* kullanıldığı için bu mikroorganizma sadece Yoğurt tereyağı örneklerinde sayılmıştır. En yüksek *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı kontrol Yoğurt tereyağında (A) 1. günde (7,27 log kob/g) saptanırken, en düşük *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ise C örneğinde 60. günde 5,25 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı üzerine sadece depolama periyodu istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.4).

Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.12’de görülmektedir.

Çizelge 4.12. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (log kob/g)

Depolama süresi(Gün)	n	<i>Lb. delbrueckii</i> subsp. <i>bulgaricus</i> *
1	8	7,13±0,29 ^a
15	8	6,72±0,32 ^a
30	8	5,82±0,28 ^b
45	8	5,68±0,47 ^b
60	8	5,91±0,75 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Depolama süresince *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısının 45. güne kadar azaldığı, 60. günde ise çok az bir artış gösterdiği görülmüştür. Ancak 30., 45. ve 60. gündeki bu azalmaların istatistiksel olarak önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.12).

4.3. Tereyağı Örneklerinin Kimyasal Analiz Sonuçları

Yoğurt ve kremadan kültür ilavesiz (A: kontrol), farklı iki kültür [(B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2), C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültür kombinasyonu [(D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)] kullanılarak üretilen tereyağı örneklerine ait bazı kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.13’de, varyans analiz sonuçları ise 4.14’de verilmiştir.

Çizelge 4.13. Tereyağı örneklerinin bazı kimyasal analiz sonuçları ortalamaları

Kullanılan kültür	Tereyağı çeşidi	Depolama süresi (Gün)	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Yağsız kurumadde (%)	pH	Asitlik (%)	Serbest yağ sitliği	Peroksit değeri	Tiyobarbitirik asit değeri
A	Yoğurt tereyağı	1	81,80	80,63	1,18	4,02	0,41	1,69	0,00	0,17
		15	83,05	81,06	1,98	4,04	0,32	1,87	0,66	0,07
		30	82,77	80,81	1,95	4,04	0,25	1,79	0,94	0,13
		45	82,79	81,63	1,17	4,09	0,25	1,88	0,65	0,17
		60	83,38	81,63	1,76	4,08	0,26	1,80	0,70	0,18
	Krema tereyağı	1	85,82	82,13	3,69	5,65	0,13	0,87	0,14	0,06
		15	85,57	82,50	3,08	5,55	0,19	1,36	0,21	0,07
		30	86,16	83,19	2,97	5,18	0,24	1,84	0,16	0,07
		45	85,87	82,75	3,12	5,32	0,26	2,01	0,36	0,07
		60	86,08	83,00	3,07	5,33	0,26	2,42	0,35	0,15
B	Yoğurt tereyağı	1	80,55	79,56	0,99	4,07	0,53	1,82	0,00	0,17
		15	80,61	79,19	1,42	4,09	0,32	1,81	0,63	0,13
		30	80,77	79,25	1,52	4,05	0,28	1,84	0,62	0,14
		45	80,43	79,44	0,99	4,13	0,29	1,85	0,72	0,15
		60	82,43	80,25	2,18	4,27	0,28	1,84	0,78	0,15
	Krema tereyağı	1	83,67	80,69	2,98	4,67	0,23	0,89	0,14	0,09
		15	83,97	81,88	2,10	4,65	0,24	1,02	0,22	0,14
		30	83,86	79,88	3,98	4,71	0,26	1,12	0,25	0,14
		45	83,89	80,44	3,45	4,80	0,28	1,99	0,51	0,15
		60	84,35	81,55	3,10	4,81	0,34	4,06	0,41	0,25
C	Yoğurt tereyağı	1	81,04	79,56	1,48	4,09	0,46	1,66	0,00	0,27
		15	81,25	80,25	1,00	4,11	0,33	1,79	0,50	0,15
		30	80,80	79,38	1,42	4,05	0,27	1,89	0,60	0,21
		45	81,16	79,61	1,55	4,08	0,27	1,88	0,60	0,10
		60	81,06	79,00	2,06	4,09	0,28	1,83	0,65	0,18
	Krema tereyağı	1	85,33	82,25	3,08	5,56	0,13	0,84	0,16	0,02
		15	85,69	82,75	2,95	5,51	0,14	0,98	0,22	0,07
		30	85,90	82,75	3,15	5,46	0,15	0,96	0,25	0,12
		45	86,09	82,94	3,15	5,44	0,19	1,29	0,39	0,08
		60	85,88	83,94	1,94	5,45	0,22	1,77	0,29	0,16
D	Yoğurt tereyağı	1	81,07	80,19	0,89	4,07	0,42	1,72	0,00	0,17
		15	81,65	80,69	0,96	4,08	0,32	1,86	0,43	0,11
		30	81,51	80,25	1,26	4,03	0,26	1,88	0,49	0,25
		45	81,35	80,00	1,35	4,15	0,26	1,92	0,55	0,12
		60	81,75	79,25	2,50	4,04	0,29	1,83	0,58	0,14
	Krema tereyağı	1	83,82	80,50	3,32	4,67	0,23	0,88	0,12	0,08
		15	84,31	81,13	3,18	4,64	0,25	1,02	0,24	0,14
		30	84,05	82,25	1,80	4,68	0,24	1,19	0,26	0,14
		45	84,50	82,63	1,88	4,77	0,26	1,34	0,64	0,18
		60	83,97	83,25	0,72	4,76	0,28	1,91	0,80	0,27
En düşük			80,43	79,00	0,72	4,02	0,13	0,84	0,00	0,02
En yüksek			86,16	83,94	3,98	5,65	0,53	4,06	0,94	0,27
Ortalama			83,25	81,10	2,16	4,58	0,28	1,66	0,41	0,14

A: Kontrol (kültür ilavesiz)

B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen tereyağı örnekleriC: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleriD: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

Çizelge 4.14. Tereyağı örneklerinin kimyasal analiz sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	Kurumadde	Yağ	Yağsız kurumadde miktarı	pH	Asitlik (%)	Serbest yağ sitliği	Peroksit değeri	Tiyobarbitürik asit değeri
Kullanılan kültür (K)	3	20,10**	15,61**	4,74**	194,29**	3,05*	1,54	0,81	1,97
Hammadde (H)	1	338,69*	122,61**	124,75**	4630,03*	35,32**	6,88*	41,18**	5,77*
Depolama periyodu (Gün) (D)	4	1,56	1,91	0,31	3,98**	2,88*	5,66**	34,37**	3,35*
K×H	3	6,21**	6,43**	2,79**	222,94**	2,12	1,55	5,66**	3,07*
K×D	12	0,40	0,54	1,29	3,75**	0,19	0,71	0,89	0,46
H×D	4	0,53	1,65	7,88**	1,95	10,34**	4,86**	10,01**	3,96*
K×H×D	12	0,30	1,55	2,70**	3,42**	0,16	0,73	1,02	0,54
Hata	40								
Genel	80								

*p<0,05 düzeyinde önemli

**p<0,01

düzeyinde önemli

4.3.1. Tereyağı örneklerinin kurumadde miktarları

Tereyağı örneklerinin depolama süresince tespit edilen kurumadde miktarları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek kurumadde miktarı (%83,38) kontrol örneğinde (A) 60. günde, en düşük kurumadde miktarı (%80,43) B tereyağı örneğinde 45. günde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek kurumadde miktarı (%86,16) kontrol örneğinde 30. günde, en düşük kurumadde miktarı (%83,67) B tereyağı örneğinde 1. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonucuna göre tereyağlarının kurumadde miktarı üzerine kullanılan kültür, hammadde ve kullanılan kültür×hammadde interaksiyonu (p<0,01) önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14). Kullanılan kültüre ait kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları da Çizelge 4.15’de verilmiştir.

Çizelge 4.15. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

Kullanılan kültür	n	Kurumadde Oranı*
A	20	84,33±1,73 ^a
B	20	82,45±1,77 ^c
C	20	83,42±2,55 ^b
D	20	82,80±1,45 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucuna göre, en yüksek kurumadde miktarı kontrol örneğinde (A) saptanırken, bunu sırasıyla C, D ve B örnekleri takip etmiştir. % KM miktarlarındaki bu değişkenlik yağ miktarına bağlı olarak ortaya çıkmıştır. Benzer sonuç Hayaloğlu (1999) tarafından da ifade edilmiştir.

Tuğcu (2005), 3 farklı kültür kullanarak ürettikleri tereyağlarında kurumadde miktarlarını %89,26-90,47 arasında, Sagdic *et al.* (2002) de %84,07-84,51 arasında tespit etmişlerdir. Bu araştırmadaki bulgular Sagdic *et al.* (2002)'nin elde ettiği bulgularla benzerlik göstermektedir.

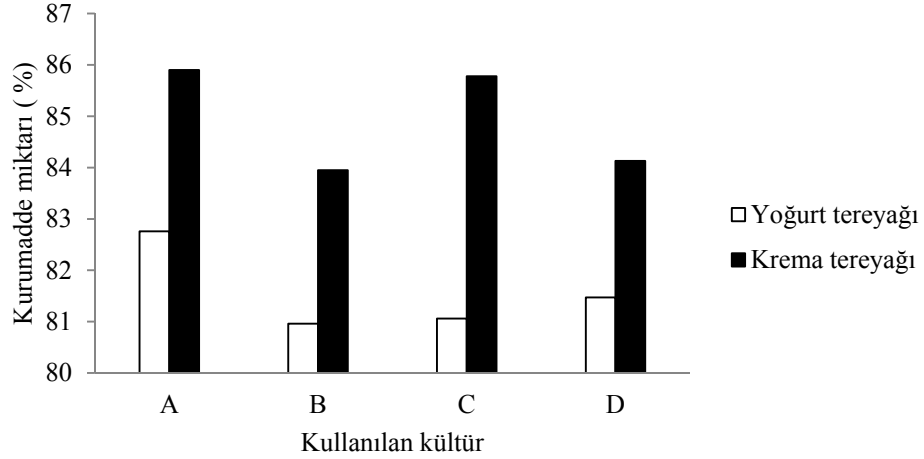
Depolama süresince kurumadde miktarları arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.16'da verilmiştir. Örneklerin kurumadde miktarlarının depolama periyodunca artış ve azalışlar gösterdiği, 1. ve 60. günlerdeki değerlerin istatistiksel olarak birbirinden farklı 15., 30. ve 45. günlerdeki değerlerin ise farklı olmadığı görülmektedir.

Çizelge 4.16. Tereyağı örneklerinde hammaddeye ait kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

Depolama periyodu (gün)	n	Kurumadde miktarı*
1	16	82,89±2,10 ^b
15	16	83,26±1,96 ^{ab}
30	16	83,23±2,13 ^{ab}
45	16	83,26±2,20 ^{ab}
60	16	83,61±1,83 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin kurumadde miktarlarına etkisi Şekil 4.7’de görülmektedir.



Şekil 4.7. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin kurumadde miktarlarına etkisi (kültür×hammadde)

Krema tereyağı örneklerinin kurumadde miktarlarının Yoğurt tereyağı örneklerinden daha yüksek olduğu ve en yüksek kurumadde miktarı her iki çeşit tereyağında da kontrol örneklerde saptanmıştır (Şekil 4.7). Bu farklılık, Krema tereyağlarındaki yağ miktarlarının daha yüksek olmasından kaynaklanabilir

4.3.2. Tereyağı örneklerinin yağ miktarları

Tereyağı örneklerinde tespit edilen yağ miktarları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarında en yüksek yağ oranı (%81,63) kontrol örneğinde (A) 45. ve 60. günde, en düşük yağ miktarı (%79,00) C örneğinde 60. günde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek yağ miktarı (%83,94) C örneğinde 60. günde tespit edilirken, en düşük yağ miktarı (%79,88) B tereyağı örneğinde 30. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre tereyağlarının yağ miktarları üzerine kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu, kullanılan kültür×hammadde, hammadde×depolama ve bunların interaksiyonları $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağ miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.17’de verilmiştir.

Çizelge 4.17. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağ miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

Kullanılan kültür	n	Yağ miktarı*
A	20	81,93±1,36 ^a
B	20	80,18±1,10 ^c
C	20	81,24±1,90 ^b
D	20	81,01±1,35 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucundan, en yüksek yağ miktarının kontrol örneğinde (A), en düşük yağ miktarı ise B örneğinde belirlenmiştir. C ve D örneklerinin yağ miktarlarının istatistiksel olarak farklı olmadığı ancak A ve B örneklerinin bunlardan farklı olduğu görülmektedir (p<0,05). B örneğinde pH’nın diğer örneklerden düşük olması nedeniyle yayık altına geçen yağ miktarının artışı B tereyağı örneklerinde yağ oranının düşük bulunmasının nedeni olabilir.

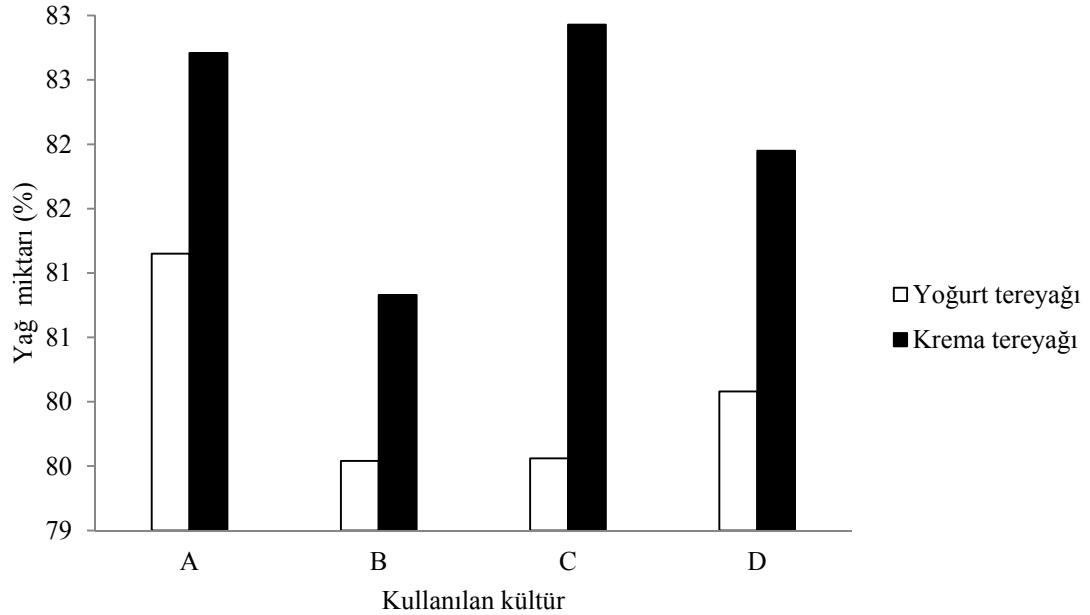
Depolama süresince yağ miktarları arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.18’de verilmiştir. Tereyağı örneklerinin yağ miktarlarının depolama süresince artış ve azalışlar göstermiştir. 1. ve 60. günlerdeki miktarların istatistiksel olarak birbirinden farklı olduğu, diğer günlerdeki değerlerin ise birbirlerine yakın olduğu görülmüştür.

Çizelge 4.18. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait yağ miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

Hammadde	n	Yağ miktarı*
1	16	80,69±1,08 ^b
15	16	81,18±1,21 ^{ab}
30	16	80,97±1,16 ^{ab}
45	16	81,18±1,57 ^{ab}
60	16	81,45±1,93 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağ miktarlarına etkisi Şekil 4.8’de gösterilmiştir.



Şekil 4.8. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağ miktarlarına etkisi (kültür×hammadde)

Krema tereyağı örneklerinin yağ miktarlarının Yoğurt tereyağı örneklerinden önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. En yüksek yağ miktarı Yoğurt tereyağında kontrol, Krema tereyağında ise kontrol ve C örneklerinde saptanmıştır. Şenel (2006), Yayı tereyağlarında yağ miktarını %83,75-85,75 arasında, Krema tereyağlarında ise %83,75-85,25 arasında tespit etmiştir. Bulgularımız bu çalışmalardan daha düşük bulunmuştur. Couvreur *et al.* (2006), %100 mısır slajı, %30 kuru ot+%70 mısır slajı, %60 ot+%40 mısır slajı ve %100 kuru otla beslenen ineklerden elde ettikleri süttten ürettikleri tereyağlarında kurumadde miktarlarını sırasıyla %87,1, 85,9, 85,6 ve 84,2 olarak tespit etmişlerdir.

4.3.3. Tereyağı örneklerinin yağsız kurumadde miktarları

Tereyağı örneklerinde tespit edilen yağsız kurumadde miktarları Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek yağsız kurumadde miktarı (%2,5) D örneğinde 60. günde, en düşük yağsız kurumadde miktarı (%0,89) ise D örneğinde 1. günde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek yağsız kurumadde miktarı (%3,98) B örneğinde 30. günde tespit edilirken, en düşük yağsız kurumadde miktarı (%0,72) D örneğinde 60. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonucundan tereyağlarının yağsız kurumadde miktarları üzerine kullanılan kültür, hammadde, kullanılan kültür×hammadde, hammadde×depolama periyodu ve kullanılan kültür×hammadde×depolama periyodu interaksyonları istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağsız kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.19’da verilmiştir.

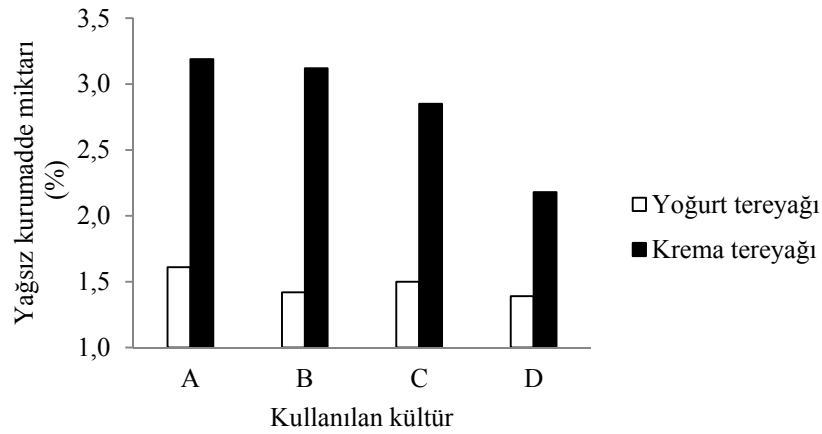
Çizelge 4.19. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yağsız kurumadde miktarları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (%)

Kullanılan kültür	n	Yağsız kurumadde miktarı*
A	20	2,39±0,92 ^a
B	20	2,27±1,15 ^a
C	20	2,18±0,95 ^a
D	20	1,79±0,98 ^b

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

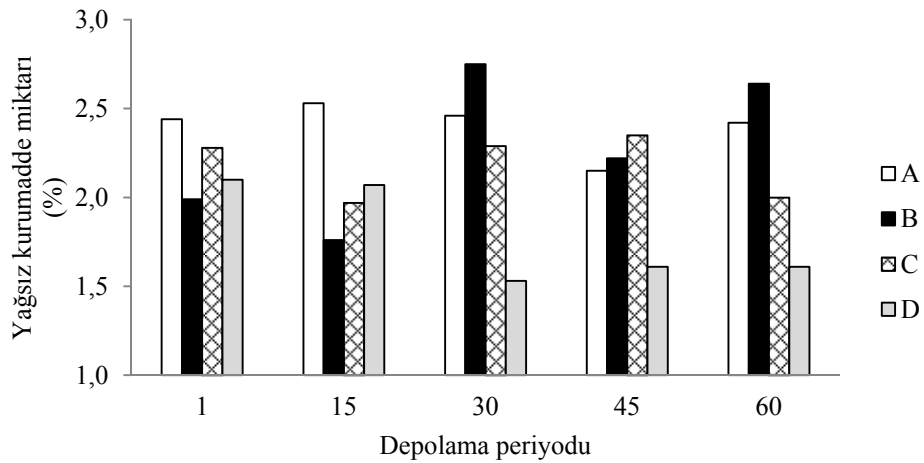
Duncan çoklu karşılaştırma test sonucundan, en yüksek yağsız kurumadde miktarı A örneğinde, en düşük yağsız kurumadde miktarı D örneğinde tespit edilse de, kontrol (A), B ve C örnekleri istatistiki olarak birbirinden farksız D örneğinden farklı bulunmuşlardır. Bu durumun D örneklerinin asitlik değerinin yüksek oluşuna bağlı olarak yayıklama sırasında yayıkaltına geçmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağsız kurumadde miktarlarına etkisi Şekil 4.9’da görülmektedir. Krema tereyağlarının yağsız kurumadde miktarları, Yoğurt tereyağına göre önemli ölçüde yüksek bulunmuştur. Kremanın pH değerinin yoğurdun pH değerinden yüksek olması nedeniyle yayıklama sırasında bünyede kalan miktarın daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



Şekil 4.9. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin yağsız kurumadde miktarlarına etkisi (kültür×hammadde)

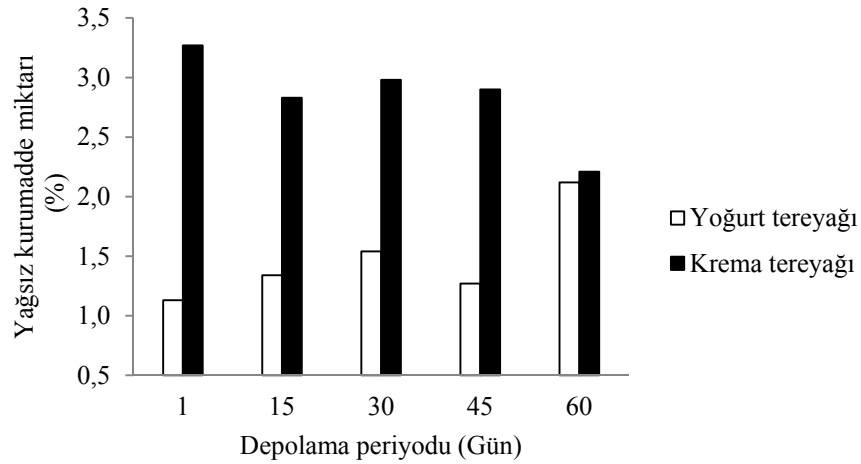
Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi Şekil 4.10’da görülmektedir.



Şekil 4.10. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi (kültür×depolama periyodu)

En yüksek yağsız kurumadde miktarının B örneklerinde 30. günde, en düşük yağsız kurumadde oranının ise D örneklerinde 30. günde saptandığı görülmektedir (Şekil 4.10).

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi Şekil 4.11’de gösterilmiştir. Yayıık tereyağlarında depolama periyodunun 30. gününe kadar yağsız kurumadde miktarında bir artış görülürken, 45. günde bu miktar azalmış ve 60. günde tekrar artmıştır. Krema tereyağlarında ise 15. günde azalma, 30. günde artma ve diğer günlerde ise azalma devam etmiştir.



Şekil 4.11. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun yağsız kurumadde miktarlarına etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Ayar *et al.* (2010), 5°C’de depolanan Yoğurt tereyağında yağsız kurumadde içeriğini %0,58, 25°C’de ise %0,54 olarak belirlemişlerdir. Aynı araştırmacılar tereyağı üretiminde yağsız kurumadde içeriğinin %1,2-1,5 arasında değiştiğini, ancak yıkama sonrası bu değerin %1’in altına düştüğünü ifade etmişlerdir. Yağsız kurumadde içeriği bakteriyolojik ve duyuşsal açıdan çok önemli olmasına rağmen besin değeri açısından fazla önemli olmadığı, bu nedenle tereyağında arzu edilmeyen değişiklikleri önleme açısından su fazının eşit bir dağılım göstermesi gerektiği ancak bunun çok da mümkün olmadığı ifade edilmektedir (Ayar *et al.* 2010). Yapılan diğer bir çalışmada, farklı yemlerle beslenen ineklerin sütünden elde edilen tereyağlarında yağsız kurumadde içeriğinin %1,22 ile 2,28 arasında değiştiği belirtilmiştir (Ramaswamy *et al.* 2001). Kontrol (katkısız), sığır somatotropini, ayçiçeği tohumu+sığır somatotropini ve aspir

tohumu+sığır somatotropini gibi farklı yemleme uygulanarak elde edilen sütlerden üretilen tereyağlarında yağsız kurumadde içerikleri sırasıyla %1,5, 2,0, 2,2, ve 2,7 olarak belirlenmiştir (Stegeman *et al.* 1992). Yüksek oranda yağsız kurumadde hem mikrobiyolojik hem de kimyasal bozulmayı teşvik ettiği için ürünün raf ömrü ve dayanımı üzerine etkili olduğu, tereyağının önemli özellikleri arasında yer aldığı belirtilmiştir (Konar and Hayaloğlu 1998).

4.3.4. Tereyağı örneklerinin pH değerleri

Tereyağı örneklerinde tespit edilen pH değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek pH değeri B örneğinde 60. günde 4,27, en düşük pH değeri A tereyağı örneğinde 1. günde 4,02 olarak belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek pH değeri 5,65 değeri ile A kontrol örneğinde 1. günde tespit edilirken, en düşük pH değeri ise 4,64 değeri ile D tereyağı örneğinde 15. günde tespit edilmiştir.

Tereyağı örneklerinin pH değerleri üzerine kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu, kullanılan kültür×hammadde, kullanılan kültür×depolama periyodu ve kullanılan kültür×hammadde×depolama periyodu interaksyonlarının ($p<0,01$) istatistiksel olarak önemli olduğu bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.20’de verilmiştir.

Çizelge 4.20. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kullanılan kültür	n	pH değeri*
A	20	4,73±0,71 ^b
B	20	4,42±0,32 ^c
C	20	4,78±0,72 ^a
D	20	4,39±0,33 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

En yüksek pH değeri C örneklerinde, en düşük pH değeri ise D örneklerinde belirlenmiştir. Buna göre B ve D tereyağı örneklerinin pH değerleri birbiriyle aynı, diğer örneklerin ise istatistiksel olarak farklı olduğu görülmektedir (Çizelge 4.20).

Depolama süresince pH değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.21’de verilmiştir. Tereyağı örneklerinin pH değerlerinin depolama süresince artış ve azalışlar gösterdiği, ancak bu değişimin 30. günde ölçülen pH değeri haricinde istatistiksel olarak farklı olmadığı görülmektedir. Şenel *et al.* (2011), inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettikleri ve 30 gün depoladıkları Yayık tereyağlarında depolamanın 1 ve 30. günlerinde pH değerlerini sırasıyla 4,1; 4,0, 3,99; 4,00 ve 4,04; 4,02 olarak belirlemişlerdir. Ozkan *et al.* (2007), *Satureja cilicia* (kekik) uçucucu yağlarını %0,5, 1,0 ve 2,0 oranlarında ilave ederek ürettikleri tereyağlarını 4°C’de 60 gün depolamışlardır. Kontrol (uçucu yağ ilave edilmeyen) örnekte pH değerlerini depolamanın 20, 40 ve 60. günlerinde sırasıyla 4,99, 4,62 ve 4,91 olarak belirlemişlerdir.

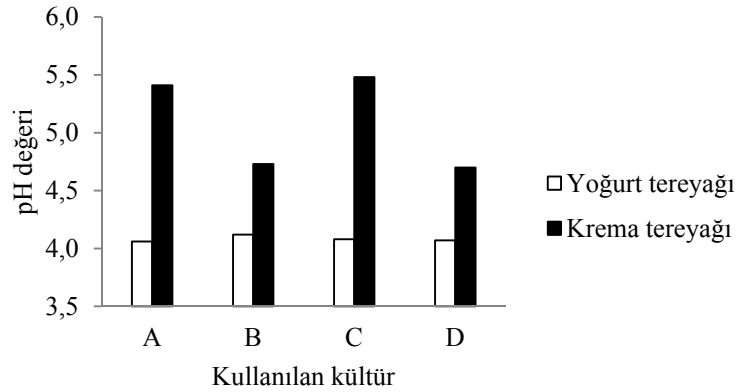
Çizelge 4.21. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait pH değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama süresi(Gün)	n	pH Değeri*
1	16	4,60±0,65 ^a
15	16	4,58±0,61 ^a
30	16	4,53±0,56 ^b
45	16	4,60±0,55 ^a
60	16	4,60±0,55 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

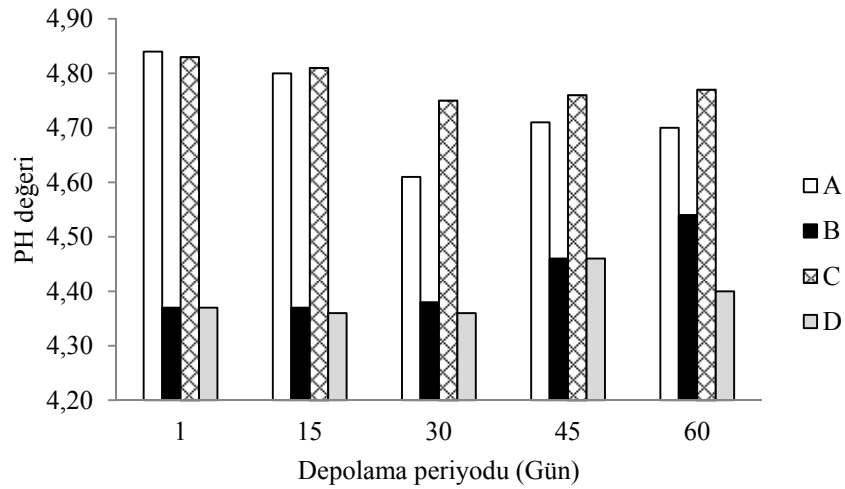
Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin pH değerlerine etkisi Şekil 4.12’de görülmektedir. Krema tereyağı örneklerinin pH’sının Yoğurt tereyağı örneklerine göre önemli düzeyde yüksek olduğu görülmektedir. Bunun nedeni Yoğurt tereyağı üretiminde kullanılan yoğurdun son pH’sının 4,2, Krema tereyağı yapımında kullanılan kremanın son pH’nın 5,6 olmasından kaynaklanmaktadır. Ayrıca Krema tereyağı B ve D örneklerinin pH seviyeleri A kontrol örneği ve C örneklerinden düşük bulunmuştur. Bu sonuç, *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*’in asit üretiminin daha yüksek olması nedeniyle pH seviyesi bu kültürden üretilen örneklerde daha düşük

olmuştur. D kültüründen (*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*) üretilen tereyağlarındaki düşüşün nedeni de karışık kültür kombinasyonunda *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*'in bulunmasından kaynaklanmış olabilir.



Şekil 4.12. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin pH değerlerine etkisi (kültür×hammadde)

Şekil 4.13'de tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun pH değerlerine etkisi görülmektedir. Şekilden de görüldüğü gibi, tereyağı örneklerinin pH değerleri depolama süresince azalış ve artışlar sergilemiştir.



Şekil 4.13. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun pH değerlerine etkisi (kültür×depolama periyodu)

4.3.5. Tereyağı örneklerinin asitlik değerleri

Tereyağı örneklerinde tespit edilen % asitlik değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek asitlik, %0,53 ile B örneğinde 1. günde belirlenirken, en düşük asitlik %0,25 ile A kontrol örneğinde 30. ve 45. günlerde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek asitlik %0,34 ile B örneğinde 60. günde, en düşük asitlik ise %0,13 ile kontrol (A) ve C tereyağı örneğinde 1. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonucuna göre, tereyağların % asitlik değerleri üzerine kullanılan kültür ve depolama periyodu $p<0,05$ düzeyinde, hammadde ve hammadde×depolama periyodu ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür farklılığına ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.22’de verilmiştir.

Çizelge 4.22. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Kullanılan kültür	n	Asitlik*
A	20	0,27±0,08 ^b
B	20	0,31±0,10 ^a
C	20	0,24±0,11 ^b
D	20	0,28±0,07 ^{ab}

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Çizelge 4.22’den görüldüğü gibi en düşük % asitlik değeri C örneklerinde tespit edilmiş olsada kontrol (A) örneği ile istatistiksel olarak önemli olmadığı belirlenmiştir. En yüksek % asitlik değerinin ise B örneklerinde olduğu ancak D örneği ile istatistiksel olarak benzer olduğu belirlenmiştir. B örneklerinde % asitlik değerlerinin yüksek oluşu *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*’in asit üretme yeteneğinin yüksek oluşu ile açıklanabilir. Ayrıca B örneklerinin pH’ları diğer örneklere oranla daha düşük olduğundan % asitlik değerleri daha yüksek bulunmuştur. Bunlara ilaveten B tereyağı örneklerinin *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayılarının yüksek oluşu da bu durumu desteklemektedir. *Leuconostoc* türlerinin laktik asit üretim kapasitelerinin *L.*

lactis subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*'den daha düşük olduğu ve 24 saatlik inkübasyondan sonra 0,40-0,65 g/mL laktik asit oluşturdıkları tespit edilmiştir (Herrerros *et al.* 2003). Yine *Leuconostoc* türlerinin laktozu metabolize etme özelliklerinin laktokoklardan daha az olduğu bildirilmiştir (Garvie 1984).

Depolama süresince % asitlik değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.23'de verilmiştir.

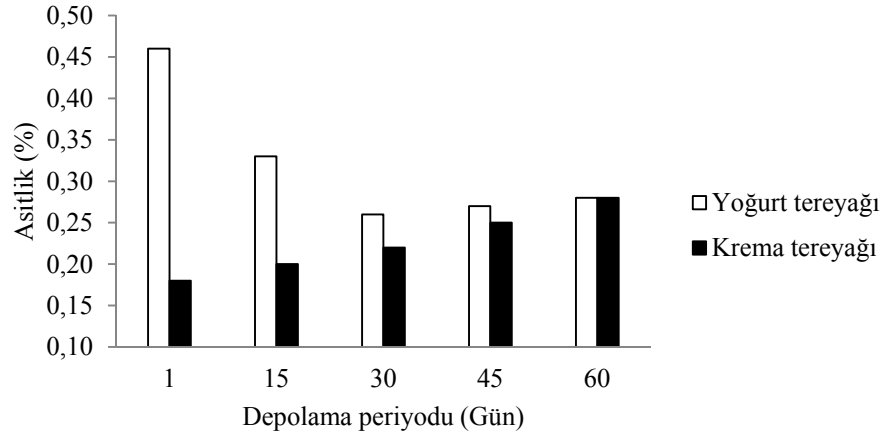
Çizelge 4.23. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait % asitlik değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

Depolama süresi(Gün)	n	Asitlik*
1	16	0,32±0,15 ^a
15	16	0,26±0,07 ^b
30	16	0,24±0,07 ^b
45	16	0,26±0,07 ^b
60	16	0,28±0,07 ^{ab}

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda tereyağı örneklerinin % asitlik değerlerinin depolama periyodunca artış ve azalışlar gösterdiği, ancak bu değişimin 1. günde elde edilen % asitlik değeri haricinde, istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmektedir. Tuğcu (2005), *S. lactis*+*S. lactis* subsp. *diacetylactis*+*S. cremoris* kombinasyonlarını kullanarak ürettikleri tereyağlarında % asitlik değerlerinin depolama süresince azaldığını, ortalamanın %0,48 olduğunu ayrıca *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* kombinasyonlarını kullanarak ürettiği diğer bir grup tereyağlarında ise % asitlik değerlerinin depolama periyoduna bağlı olarak artış ve azalışlar sergilediğini bildirmiştir. Najgebauer-Lejko *et al.* (2009) tarafından yapılan bir araştırmada 6 aylık depolama süresince titrasyon asitliğinde artış ve azalışlar olduğu belirtilmiştir. Bulgularımız bu yönde paralellik göstermektedir. Ozkan *et al.* (2007), *Satureja cilicia* (kekik) uçucucu yağlarını %0,5, 1,0 ve 2,0 oranlarında ilave ederek ürettikleri tereyağlarını 4°C'de 60 gün depolamışlardır. Kontrol (uçucu yağ ilave edilmeyen) örnekte % asitlik değerlerini depolamanın 20, 40 ve 60. günlerinde sırasıyla %0,095, 0,098 ve 0,103 olarak belirlemişlerdir.

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun % asitlik değerlerine etkisi Şekil 4.14’de görülmektedir.



Şekil 4.14. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun % asitlik değerlerine etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.14’de görüldüğü gibi, yayık tereyağlarının asitliği Krema tereyağlarına oranla daha yüksek olup her iki hammadde de depolama süresince hafif artış ve azalışlar göstermiştir. Yoğurt tereyağlarının başlangıç pH’ları yoğurttan dolayı düşük ve Krema tereyağlarının başlangıç pH’ları ise daha yüksek olduğundan depolama süresince yayık tereyağlarının % asitlik değerleri daha yüksek seviyelerde saptanmıştır.

4.3.6. Tereyağı örneklerinin serbest yağ asitliği değerleri

Tereyağı örneklerinde tespit edilen serbest yağ asidi (SYA) değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek SYA değeri 1,92 değeri ile D örneğinde depolamanın 45. gününde belirlenmiştir. En düşük SYA değeri ise 1,66 değeri ile C örneğinde depolamanın 1. gününde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek SYA değeri 4,06 ile B örneğinde 60. günde, en düşük SYA değeri ise 0,84 değeri ile C örneğinde 1. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarına göre, tereyağlarının SYA değerleri üzerine hammadde $p<0,05$ seviyesinde, depolama periyodu hammadde $\times$ depolama periyodu $p<0,01$ düzeyinde önemli olduğu görülmüştür (Çizelge 4.14).

Depolama süresince SYA değerleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.24’de verilmiştir.

Çizelge 4.24. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait SYA değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg KOH/g yağ)

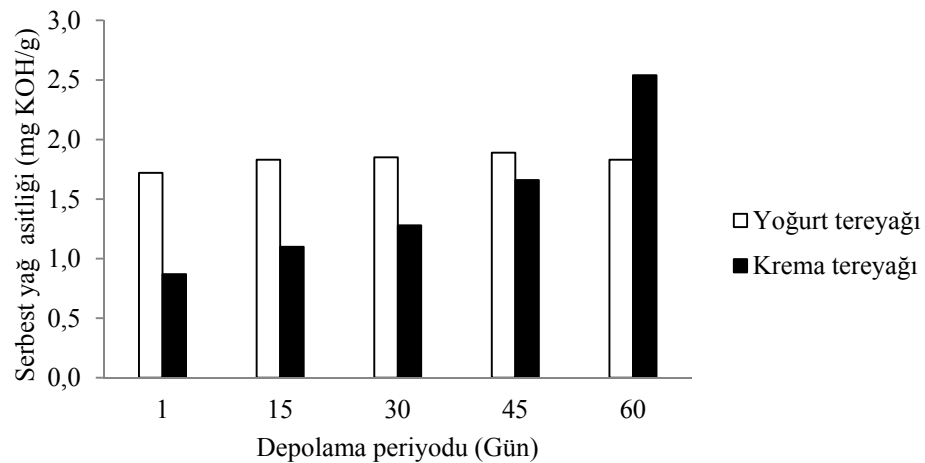
Depolama süresi(Gün)	n	SYA*
1	16	1,29 $\pm$ 0,45 ^c
15	16	1,46 $\pm$ 0,40 ^{bc}
30	16	1,56 $\pm$ 0,39 ^{bc}
45	16	1,77 $\pm$ 0,39 ^b
60	16	2,18 $\pm$ 1,17 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır ($p<0,05$)

Tereyağı örneklerinin SYA değerlerinin depolama süresince artış gösterdiği 15. ve 30. günler arasında istatistiksel olarak fark yokken diğer günler önemli bulunmuştur (Çizelge 4.24). Asit değeri, yağlarda oluşan lipolizin değerlendirilmesinde yaygın olarak kullanılan bir analiz olup asit içeriği triaçilgliserollerin hidrolitik parçalanması sonucu açığa çıkan serbest yağ asitlerinin miktarı olarak bilinmektedir. Bu parçalanma, yağların uygun olmayan muhafaza ve muamele şartlarına bağlı olarak değişmektedir. Tereyağı gibi yüksek yağ içeriğine sahip olan yağlar hidrolize daha duyarlı olup bu hidroliz sonucu tat ve kokuda da hoş olmayan değişimler izlenmektedir. Koczof *et al.* (2008), 3 farklı yağ içeriğine sahip (%55,8, %74,3 ve %82,9) tereyağlarını 5 ve 20°C’de 8 hafta süreyle depolamış ve serbest yağ asidi bakımından incelemişlerdir. Elde ettikleri bulgulara göre, SYA içeriği bakımından düşük yağ içeriğine sahip yağların depolama süresince daha yüksek değerlere sahip oldukları görülmüştür. Çalışmamız bu araştırma ile benzerlik arz etmektedir. Ayar *et al.* (2010), çeşitli bitki ekstraktları (adaçayı, tarçın, karanfil, kekik, biberiye, kimyon, zencefil) ile üreterek 5 ve 25°C’ de depoladıkları Yoğurt tereyağlarında kontrol örneğinde tespit ettikleri SYA değerlerini sırasıyla 1,931 ile 3,716 mg KOH/100 g yağ olarak tespit etmişlerdir. Öte yandan balmumu ekstraktlarının tereyağı stabilitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir

çalışmada, 5°C'de 12 hafta depolanan tereyağlarında depolamanın 2, 4, 6, 8, 10 ve 12. haftalarında SYA miktarları sırasıyla 2,88, 3,60, 4,17, 5,55, 6,55, 6,55 ve 6,82 g oleik asit/kg yağ olarak tespit edilmiş ve tereyağındaki asıl bozulmanın hidrolitik ransiditeden kaynaklandığı, oksidatif bozulmanın ikinci planda olduğu vurgulanmıştır (Özcan and Ayar 2003). SYA değerlerinin; hayvanın ırkı, türü, tereyağının bileşimi, üretim yöntemi, depolama koşulları ve süresine göre değişkenlik arz ettiği Hayaloğlu (1999) tarafından da bildirilmiştir.

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun SYA değerlerine etkisi Şekil 4.15'de görülmektedir.



Şekil 4.15. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun SYA değerlerine etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.15'de görüldüğü gibi, Yoğurt tereyağlarında SYA değerleri 45. güne kadar çok az artarken 60. günde yine çok az azalmış, Krema tereyağlarında ise depolama süresince artış göstermiştir.

4.3.7. Tereyağı örneklerinin peroksit değerleri

Tereyağı örneklerinde tespit edilen peroksit değerleri Çizelge 4.13'de verilmiştir. Buna göre Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek peroksit değeri 0,94 mek O₂/kg yağ ile A

kontrol örneğinde 30. günde, en düşük peroksit değeri ise 0,43 mek O₂/kg yağ ile D örneğinde 15. günde belirlenmiştir. Yoğurt tereyağlarının hiçbirinde 1. günlerde peroksit değeri saptanamamıştır. Krema tereyağlarında ise en yüksek peroksit değeri 0,80 mek O₂/kg yağ ile D örneğinde 60. günde tespit edilmiş, en düşük peroksit değeri ise 0,12 mek O₂/kg yağ ile aynı örnekte 1. günde bulunmuştur. Varyans analiz sonuçlarından tereyağlarının peroksit değerleri üzerine hammadde, depolama periyodu, kullanılan kültür×hammadde ile hammadde×depolama periyodu, istatistiksel olarak çok önemli (p<0,01) bulunmuştur (Çizelge 4.14).

Peroksit değerlerinin depolama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.25’de verilmiştir.

Çizelge 4.25. Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait peroksit değeri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mek O₂/kg)

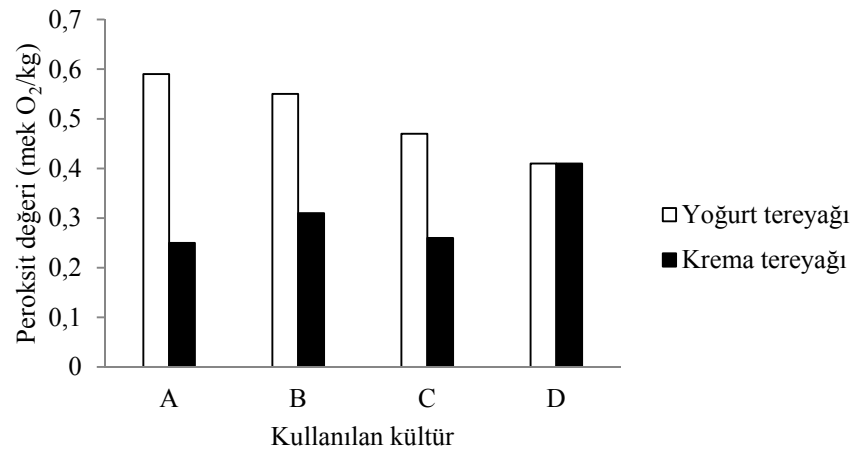
Depolama süresi(Gün)	n	Peroksit değeri*
1	16	0,07±0,07 ^c
15	16	0,39±0,20 ^b
30	16	0,45±0,31 ^b
45	16	0,55±0,14 ^a
60	16	0,57±0,21 ^a

* Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

Duncan çoklu karşılaştırma test sonucunda tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin depolama periyodunca arttığı ancak 15., 60. günler ile 45., 60. günler istatistiksel olarak önemli değilken diğer depolama periyotlarının istatistiksel olarak birbirlerinden farklı oldukları belirlenmiştir. Bakırcı vd (2004) tarafından yapılan bir araştırma sonucunda, 4°C’de 120 gün depolanan tereyağlarında peroksit değerlerinin depolama süresince arttığı rapor edilmiştir. Yine Dagdemir *et al.* (2009), kontrol örneği tereyağlarında peroksit sayısını depolamanın 30. gününde 0,23 mek O₂/kg, 60. gününde 0,72 mek O₂/kg ve 90. gününde ise 1,70 mek O₂/kg olarak tespit etmişlerdir. Çizelge 4.25’de görüldüğü gibi araştırmamızda da peroksit değerlerinin depolama süresince arttığı görülmekte olup sonuçlar yapılan diğer çalışmalarla paralellik arz etmiştir. Diğer taraftan Şenel (2006) hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında peroksit sayısında 1., 30., 45. ve 60. günlerde bir azalış tespit etmiş, bu durum hem bu çalışmadaki hem de

literatürlerdeki (Bakırcı vd 2004, Dagdemir *et al.* 2009) diğer çalışmaların sonuçlarından farklıdır. Şenel *et al.* (2011), inek, koyun ve keçi sütlerinden ürettikleri ve 30 gün depoladıkları yayık tereyağlarında depolamanın 1 ve 30. günlerinde peroksit değerlerini sırasıyla 0,60; 0,39, 1,20; 0,99 ve 1,63; 3,22 mek O₂/kg yağ olarak belirlemişlerdir. Yoğurt tereyağı için belirli bir peroksit değeri olmadığı ancak diğer bir çalışmalarında 2,0 mek O₂/kg yağdan daha yüksek bir peroksit değerinin panelistler tarafından oksit tat olarak algılanmadığını rapor etmişlerdir (Şenel *et al.* 2011). Ozkan *et al.* (2007), *Satureja cilicia* (kekik) uçucucu yağlarını %0.5, 1.0 ve 2.0 oranlarında ilave ederek ürettikleri tereyağlarını 4°C'de 60 gün depolamışlardır. Kontrol örneğinde (uçucu yağ ilave edilmeyen) peroksit değerlerini depolamanın 20, 40 ve 60. günlerinde sırasıyla 0,35, 1,00 ve 1,14 mek O₂/ kg olarak belirlemişlerdir. Yine balmumu ekstraktlarının tereyağı stabilitesi üzerine etkisini araştırmak amacıyla yapılan bir çalışmada, 5°C'de 12 hafta depolanan tereyağlarında depolamanın 2, 4, 6, 8, 10 ve 12. haftalarında tespit edilen peroksit değerleri sırasıyla 3,24, 4,23, 5,50, 6,30, 6,40 ve 7,70 mek O₂/kg olarak tespit edilmiş ve tereyağındaki asıl bozulmanın hidrolitik ransiditeden kaynaklandığı oksidatif bozulmanın ikinci planda olduğu vurgulanmıştır (Özcan and Ayar 2003).

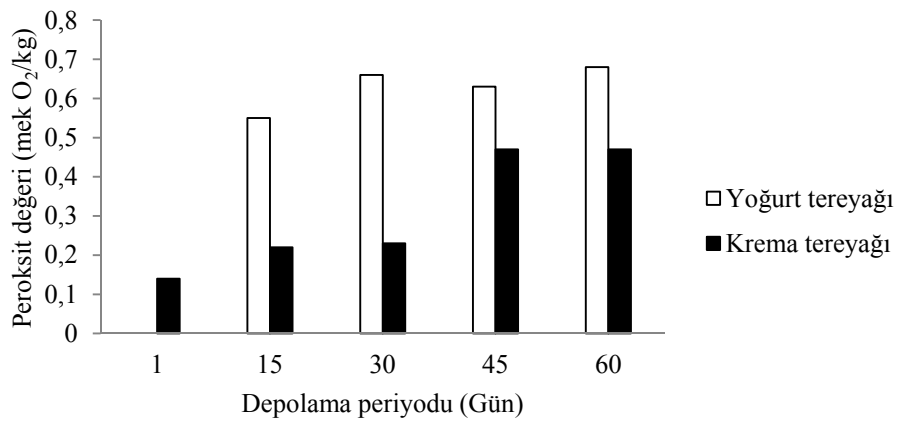
Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin peroksit değerlerine etkisi Şekil 4.16'da görülmektedir.



Şekil 4.16. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin peroksit değerlerine etkisi (kültür×hammadde)

Şekil 4.16'da görüldüğü gibi Yoğurt tereyağlarının peroksit değerleri Krema tereyağlarına oranla daha yüksek olup sadece D örneklerinde eşit bulunmuştur. Atamer vd (2005), yaptıkları bir araştırmada, 60 günlük depolama süresince yayık tereyağlarında peroksit sayısını Krema tereyağlarından daha yüksek olarak saptamış ve bu değerlerin Yoğurt tereyağında 0,25 mek O₂/kg yağ, Krema tereyağlarında ise 0,19 mek O₂/kg yağ olduğunu belirtmişlerdir. Yine Koczoň *et al.* (2008) tarafından yapılan bir çalışmada, düşük (%55,8), orta (%74,3) ve yüksek (%82,9) yağ içeriğine sahip tereyağlarında peroksit sayısının depolama boyunca arttığı ve bu artışın düşük yağ içeren örneklerde daha fazla olduğu, 8. hafta sonunda değerlerin sırasıyla 1,93 mek O₂/kg yağ, 1,40 mek O₂/kg yağ ve 1,45 mek O₂/kg yağ değerlerine ulaştığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Şenel (2006), yayık tereyağlarının peroksit değerini Krema tereyağlarından daha düşük bulmuş, bunun nedenini hammadde olarak kullanılan kremanın yağ oranının hammadde yoğurtlardan daha fazla oluşundan kaynaklandığını ifade etmiştir. Bulgularımız Atamer vd (2005) ve Koczoň *et al.* (2008) sonuçları ile uyumlu, Şenel (2006) sonuçlarından farklı bulunmuştur.

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun peroksit değerlerine etkisi (hammadde×depolama periyodu) Şekil 4.17'de görülmektedir.



Şekil 4.17. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun peroksit değerlerine etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.17'de görüldüğü gibi, Yoğurt tereyağlarının peroksit sayılarının depolamanın 1. günü hariç diğer günlerde Krema tereyağlarından daha yüksek olduğu saptanmıştır.

Sagdic *et al.* (2004), bir araştırmalarında yayık tereyağlarının başlangıçtaki peroksit değerini 0,00 olarak tespit etmiş olup bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Ayar *et al.* (2010), bazı bitki ekstraktları ilavesi ile üreterek 5 ve 25°C’ de depoladıkları Yoğurt tereyağlarının kontrol örneğinde peroksit değerlerini sırasıyla 4,38 mek O₂/kg yağ ile 11,53 mek O₂/kg yağ olarak tespit etmişlerdir.

4.3.8. Tereyağı örneklelerinin TBA değerleri

Tereyağı örneklelerinde tespit edilen TBA değerleri Çizelge 4.13’de verilmiştir. Buna göre Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek TBA değeri 0,27 mg malonaldehit/kg yağ değeri ile C örneğinde depolamanın 1. gününde, en düşük TBA değeri 0,06 mg malonaldehit/kg yağ ile A kontrol örneğinin 15. gününde belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek TBA değeri 0,27 mg malonaldehit/kg ile D örneğinde 60. günde tespit edilirken, en düşük TBA değeri ise 0,02 mg malonaldehit/kg yağ ile C örneğinde 1. günde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarından tereyağlarının TBA değerleri üzerine, hammadde, depolama periyodu, kullanılan kültür×hammadde, hammadde×depolama periyodu interaksiyonlarının p<0,05 düzeyinde önemli olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.14).

TBA değerleri bakımından depolama süreleri arasındaki farklılığı belirlemek amacıyla uygulanan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.26’da verilmiştir.

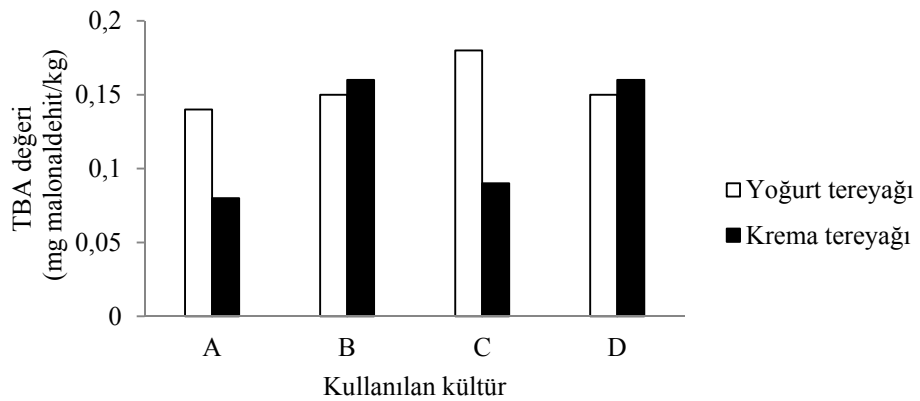
Çizelge 4.26. Tereyağı örneklelerinin depolama sürelerine ait TBA değerleri ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları (mg malonaldehit/kg)

Depolama süresi(Gün)	n	TBA *
1	16	0,12±0,12 ^b
15	16	0,11±0,04 ^b
30	16	0,15±0,07 ^{ab}
45	16	0,13±0,05 ^b
60	16	0,19±0,05 ^a

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,05)

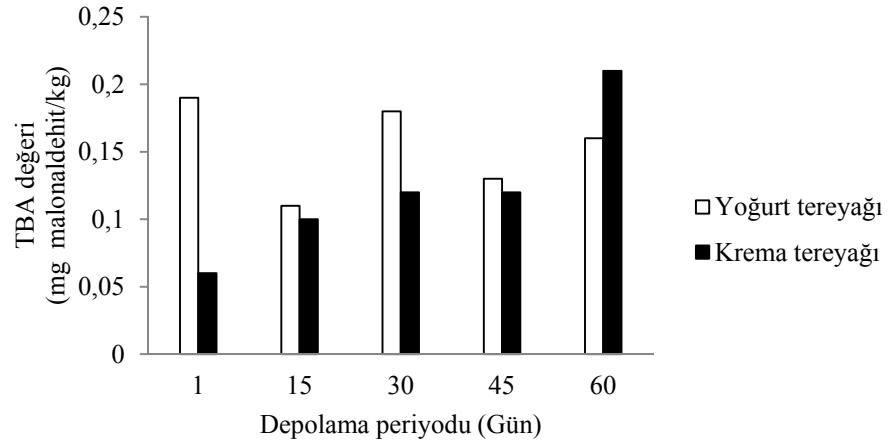
Duncan çoklu karşılaştırma testi sonucunda tereyağı örneklerinin TBA değerleri depolama süresince dalgalanma göstermiş, 45. güne kadar birbirinden istatistiksel olarak önemli değilken 60. günde önemli olduğu belirlenmiştir. Najgebauer-Lejko *et al.* (2009) tarafından adaçayı ve biberiye kullanılarak üretilen tereyağları ile kontrol örneğinde 6 ay süresince her ay TBA ölçümü yapılmış ve sonuçların depolamaya bağlı olarak artış ve azalışlar sergilediği belirtilmiştir. Depolamanın başlangıcında TBA değerinin 0,25, 2. ayda 0,09, 3. ayda 0,06, 4. ayda 0,02, 5. ayda 0,075 ve 6. ayda 0,22 olduğunu ifade edilmiştir. Bu araştırma sonuçları da bulgularımızda olduğu gibi depolamaya bağlı olarak artış ve azalışlar olabileceğini göstermektedir. Balmumu ekstraktlarının tereyağı stabilitesi üzerine etkisinin araştırıldığı çalışmada, 5°C’de 12 hafta depolanan tereyağlarında depolamanın 8, 10 ve 12. haftalarında tespit edilen TBA değerleri sırasıyla 0,37,0,38 ve 0,40 malonaldehit ekivalen ağırlık/yağ olarak tespit edilmiş ve tereyağındaki asıl bozulmanın hidrolitik ransiditeden kaynaklandığı, oksidatif bozulmanın ikinci planda olduğu vurgulanmıştır (Özcan and Ayar 2003).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin TBA değerlerine etkisi Şekil 4.18’de görülmektedir.



Şekil 4.18. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve hammaddenin TBA değerlerine etkisi (kültür×hammadde)

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun TBA değerlerine etkisi Şekil 4.19’da görülmektedir.



Şekil 4.19. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun TBA değerlerine etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.19’da görüldüğü gibi, TBA değerlerinin Krema tereyağlarında depolama periyodunca düzenli olarak arttığı, Yoğurt tereyağlarında ise artış ve azalışlar gösterdiği belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada Yoğurt tereyağlarında tespit edilen TBA değerlerinin Krema tereyağlarından yüksek olduğu ve sıcaklık arttıkça TBA değerinin arttığı bildirilmiştir (Kaya 2000). Ayar *et al.* (2010), bazı bitki ekstraktlarının 5 ve 25°C’de depolanan yayık tereyağının stabilitesi üzerine etkilerini araştırdıkları bir çalışmada, kontrol grubunda (ekstrakt ilave edilmeyen) tespit ettikleri TBA değerleri sırasıyla 0,232 ve 0,284 malonaldehit/g yağ olarak belirlemişlerdir. Soulti and Rouissis (2007), bazı fenolik maddeler kullanarak tereyağında oksidasyonu önlemek amacıyla yaptıkları çalışmada, 50 ve 110°C’de depolanan örneklerde depolama süresince TBA değerlerinde artış tespit etmişlerdir.

4.4. Tereyağı Örneklerine Ait SPME/GC-MS Uçucu Aroma Maddeleri

Yoğurt ve kremadan kültür ilave edilmeksizin (A: kontrol), farklı iki kültür [(B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2)), [C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2)] ve bu iki kültür kombinasyonu [(D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1))+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)] kullanılarak üretilen tereyağı örneklerine ait aroma bileşenleri depolamanın 1., 30. ve 60. günlerinde SPME/GC-MS yöntemiyle tespit edilmiştir.

Aroma bileşenleri nötral, asit, azot ve sülfürlü bileşen olarak adlandırılan kimyasal bir grup içerisinde değerlendirilmektedir. Bu bileşenler az ve çok uçucu özellikte olup kimyasal değişikliklere karşı oldukça meyillidirler (Fisher and Scott 1997).

Süt yağı ve tereyağının tat ve aromasından çok sayıda bileşen sorumlu olduğu için bu ürünlerin aroma kimyası oldukça kompleks olarak değerlendirilmektedir. Süt yağında yaklaşık 200 aroma bileşeni tespit edilmiş olup (Schieberle *et al.* 1993), ayrı ayrı her bir bileşenin aroma eşik seviyesinden daha düşük bir konsantrasyonda bulunmaları bu bileşenlerin tüm aromaya olan katkılarının tespit edilmesini imkansız kılmaktadır. Bu nedenle süt yağının algılanabilir aroması bu bileşenlerin tek başlarına olan konsantrasyonlarına göre değişmekte, konsantrasyonu değiştiren temel faktörlerden birinin hayvanın beslenme rejimine bağlı olabileceği bildirilmektedir (MacGibbon and Taylor 2006).

Bu bölümde Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerinde belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin ortalama pik alanlarına ait veriler gruplara (ester, aldehit, keton, alkol, asit, sülfürlü bileşen, terpen, lakton ve diğer bileşenler) ayrılarak sonuçlar $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak verilmiştir. Ayrıca aynı çizelgede her bir bileşik için kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu faktörleri ile bunların interaksiyonunun varyans analizi ile belirlenen önemlilik düzeyleri de verilmiştir.

Bu çalışmada 24 ester, 8 aldehit, 12 keton, 20 alkol, 6 asit, 5 terpen, 3 sülfürlü bileşen, 1 lakton ve 17 diğer bileşikler olmak üzere toplam 96 adet aroma bileşiği tespit edilmiştir. Diğer bileşikler grubunda 8 aroma maddesi çeşitli hidrokarbon bileşiklerinden oluşurken, 9 bileşen tanımlanamadığı için bilinmeyen olarak adlandırılmıştır.

Elde edilen SPME/GC-MS analiz sonuçlarına göre; bazı aroma maddeleri sadece Yoğurt tereyağında (asetik asit tiyo S-metil ester, izopentil hekzonat, 2-metilbütanal, α -thujen), bazıları sadece Krema tereyağlarında (propiyonik asit 2-metil etil ester, bütanoik asit 2-metil ester, asetik asit bütül ester, 2-bütanoik asit etil ester, bütanoik asit bütül ester, bütanoik asit 3-metil bütül ester, asetik asit hekzil ester, propiyonik asit 2-hidroksi metil ester, bütanoik asit hekzil ester, 2-hekzenal E, 1-pentanol, 4 metil, 3-

hekzen 1-ol Z, dimetil sülfid, d-limonen) tespit edilirken, genel olarak diğer aroma maddeleri her iki çeşit tereyağında da tespit edilmiş, ancak miktar bakımından farklılıklar bulunmuştur. Asetik asit pentil ester, asetik asit heptil ester, 3-metil bütanal, 3-metil-2- bütanal, 2-hekzanon, 1-penten 3-ol, 2-metil propiyonik asit depolamayla birlikte ortaya çıkarken, dekanolik asit etil ester depolamanın başlangıcında belirlenirken depolamanın sonunda tespit edilememiştir. Yapılan istatistik analiz sonuçlarında (ANOVA ve çok değişkenli istatistiksel metotlar) birkaç bileşen hariç, genel olarak hammadde, kullanılan kültür, depolama ve bu üç faktörün interaksiyonu uçucu aroma bileşenleri üzerinde $p<0,05$ ve $p<0,01$ düzeylerinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur.

4.4.1. Esterler

Esterler süt ürünlerinin yaygın aroma bileşenleri olup düşük konsantrasyonlarda aroma dengesine olumlu yönde katkıda bulunurken, yüksek konsantrasyonlarda meyvemsi aroma kusurlarına neden olmaktadır (Liu *et al.* 2004). Esterler meyvemsi tat ve aromadan sorumlu olmalarından başka yağ asidi ve aminlerin neden olduğu acılık ve keskin tadı en aza indirmektedir (Gallois and Langlois 1990). Süt ürünlerinde ester oluşumu başlıca esterifikasyon ve alkolizis olmak üzere iki enzimatik mekanizma ile gerçekleşmektedir. Alkol ve karboksilik asitlerden ester oluşumu esterifikasyon, yağ asidi, aminoasit ve/veya karbonhidrat metabolizması sonucu ortaya çıkan yağ açıl CoA ile alkollerden ester oluşumu ise alkolizis olarak adlandırılmaktadır. Süt ürünlerinde ester oluşumundan sorumlu enzimler mikroorganizmanın türü ve ortam şartlarına bağlı olarak değiştiği gibi ester oluşumu için gerekli substrat da enzim çeşidine bağlı olarak değişmektedir. Örneğin yağ asidi esterleri, fermentasyon ürünleri (propiyonik asit, asetik asit), fermentasyon ara ürünleri (CoA türevleri) amino asit ve süt yağından direkt veya indirekt olarak meydana gelmektedir (Liu *et al.* 2004).

Tereyağı örneklerinde depolama süresince tespit edilen ester bileşikleri Çizelge 4.27’de verilmiştir. Genel toplamda ester bileşikleri miktar olarak Krema tereyağlarında daha fazla belirlenmiştir Yoğurt ve Krema tereyağlarında toplam ester bileşiği miktarı sırasıyla kontrol örneğinde 84,03 ve 1101,71, B örneğinde 59,64 ve 222,33, C

örneğinde 61,56 ve 1447,88 ve D örneğinde 48,85 ve 371,65 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.27). Asetik asit etil ester, bütanoik asit etil ester, oktanoik asit etil ester, dekanoik metil ester ve dodekanoik asit metil ester depolama boyunca tespit edilmiştir. Asetik asit metil ester ise her iki çeşit tereyağının B örneklerinin 60. günü ile Yoğurt tereyağı A örneğinin 1. günü hariç tüm depolama periyodunda tespit edilmiştir. Yine hekzanoik asit etil ester Krema tereyağı B ve D örneklerinin 1. günü hariç tüm depolama periyotlarında tespit edilen esterlerdir. Ester bileşiklerinden miktar bakımından fazla ve her iki tereyağında da tüm depolama periyotlarında tespit edilen aroma bileşenleri üzerinde durulmuştur.

Çizelge 4.27’de görüldüğü gibi asetik asit etil esterinin miktarı ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) Yoğurt tereyağlarının Kontrol ve C örneğinde depolamaya bağlı olarak azaldığı, B örneğinde 30. günde artış gösterirken 60. günde azaldığı, karışık kültür kullanılarak üretilen D örneğinde ise depolama boyunca arttığı saptanmıştır. Krema tereyağlarında asetik asit etil ester miktarının Yoğurt tereyağlarına oranla yüksek olduğu Kontrol ve C örneğinde depolama periyodu süresince arttığı ve 60. gün sırasıyla $358,50\text{ }\mu\text{g}/100\text{ g}$ ve $363,70\text{ }\mu\text{g}/100\text{ g}$ ’a kadar ulaştığı belirlenmiştir. B ve D örneklerinde ise bu uçucu bileşenin değeri 30. güne kadar artarken 60. gün azalma göstermiştir. Etil asetatın kefirde starter kültürlerin metabolik aktivitesi sonucu oluşan bileşiklerden biri olduğu, *L. lactis*’in *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ile diğer kefir kültürlerine göre daha fazla etil asetat ürettiği bildirilmiştir (Beshkova *et al.* 2003). Yoğurt bakterilerinin süt yağına karşı sınırlı hidrolitik aktivite gösterdiği bu nedenle oluşan serbest yağ asitlerinin süt yağından değil aminoasitlerden oluştuğu ileri sürülmektedir (Tamime and Deeth 1980; Kaypak 2007).

Yoğurt tereyağlarında bütanoik asit etil ester bileşeninin gerek kontrol gerekse kültür kullanılarak üretilen örneklerde depolama periyoduna bağlı olarak arttığı fakat bu artışın B örneği haricinde 0 ile 1 ($\mu\text{g}/100\text{ g}$) arasında olduğu, B örneğinde ise 60. günde $3,92\text{ }\mu\text{g}/100\text{ g}$ ’a çıktığı saptanmıştır. Krema tereyağlarında ise bütanoik asit etil ester miktarı, D örneği hariç artış ve azalışlar gösterdiği kaydedilmiştir. Krema tereyağına ait A ve C örneklerinde bütanoik asit, etil ester miktarının oldukça yüksek olduğu ve bu değerlerin 60

günde A örneğinde 65,57 µg/100 g, C örneğinde ise 119,53 µg/100 g olduğu saptanmıştır.

S. thermophilus dahil olmak üzere çeşitli LAB'ların etil bütanat oluşum kapasitleri üzerine yapılan bir çalışmada termofilik *S. thermophilus* suşlarının çalışmada kullanılan diğer bakteri türleri içerisinde ester oluşum kapasitelerinin en yüksek olduğu gösterilmiştir (Liu *et al.* 1998).

Yoğurt ve Krema tereyağları arasında uçucu aroma bileşikleri açısından en belirgin farklılık asetik asit tiyo S-metil esterden kaynaklanmakta olup, bu bileşen sadece Yoğurt tereyağlarında tespit edilmiş ve miktarı depolama süresince azalmıştır. Yoğurt tereyağının hammaddesi olan yoğurdun protein oranının Kremadan yüksek olması ve yüksek sıcaklıkta ısıtma işlem görmesi bu bileşiğin Yoğurt tereyağlarında oluşmasının nedeni olarak görülmüştür. Yoğurt tereyağlarının asetik asit tiyo S-metil ester değeri Kontrol grubunda başlangıç ve 60. gün sırasıyla 3,09 ile 0,81, B örneğinde 1,32 ile 0,23, C örneğinde 1,49 ile 0,90, D örneğinde ise 1,26 ile 1,31 olarak belirlenmiştir. Asetik asit tiyo S-metil esterin glukoz ve metiyonin veya metiyoninsülfoksitin termal interaksyonu sonucu oluştuğu Örneğin, asetik asit tiyo S-metil ester bir molekül asetik asit, bir molekül glukozun termal degradasyon ürünlerinden ve bir molekül de metantiyolden oluştuğu bildirilmiştir (Yu and Ho 1995).

Tiyoesterler SYA'ların serbest sülfüdril grupları ile reaksiyona girmesi ile oluşan bileşiklerdir (Molimard and Spinnler 1996). *Coryneform*, *Micrococcaceae*, *L. lactis* ve *Leu.* ticari starter kültürlerinden oluşan çeşitli bakteri türlerinin s-metil tiyoester oluşturabilme özelliklerinin karşılaştırıldığı bir çalışmada, *Brevibacterium linens* ve *Micrococcaceae* cinsi bakterilerin dallı ve düz zincirli tiyoester oluştururken, *Corynebacterium* ve *L. lactis*' in S-metiltiyobütirat sentezleyebilmelerine rağmen dallı zincirli tiyoester oluşturamadıkları bildirilmiştir (Lamberet *et al.* 1997).

Tiyoesterlerin soğan, sarımsak ve bazı meyvelerde karakteristik aroma bileşeni olduğu bildirilmiştir (Cavaillé-Lefebvre *et al.* 1998). Lamberet *et al.* (1997), S-metil

tiyoesterlerin yüzeyden olgunlaşan yumuşak peynirlerde güçlü bir aroma karakteristiğine katkıda bulunduğu bildirilmiştir.

Hekzanoik asit etil ester üzerinde hammadde, kullanılan kültür, depolama periyodu ve bu üç faktörün interaksyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Hekzanoik asit etil ester bileşeni hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında genel olarak tüm örneklerde tespit edilirken, miktarının depolama periyodu süresince artış ve azalışlar sergilediği belirlenmiştir. Bu bileşiğin miktarının Krema tereyağlarında daha yüksek olduğu en yüksek miktarının C örneğinde 30. günde ($145,28 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) en düşük değer ($1,18 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) B örneğinde aynı günde saptandığı görülmektedir (Çizelge 4.27).

Propiyonik, bütirik ve hekzanoik asidin etil esterleri meyvemsi aroma verirken propil esterleri kremamsı aroma etkisine sahip olup ilgili serbest yağ asitlerinin enzimatik olmayan reaksiyonu ya da mikrobiyal lipazlar tarafından katalizlenen etanol ve propanol ile esterleşmesinden oluştuğu bildirilmektedir (Edris and Schierle-Keller 2010).

Oktanoik asit etil ester üzerinde hammadde, kullanılan kültür, depolama periyodu ve bu üç faktörün interaksyonu istatistiksel olarak çok önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Oktanoik asit etil ester hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında genel olarak depolama süresince artan bir eğilim göstermiştir. Dekanoik asit ve dodekanoik asit metil ester üzerine sadece depolama periyodu istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Dekanoik asit metil ester Yoğurt tereyağlarında depolamaya bağlı olarak 30. gün azalırken 60. gün yeniden artış göstermiştir. Krema tereyağlarında ise C ve D örneklerinde depolama süresince gittikçe azalırken A ve B örneklerinde azalış ve artış sergilemiştir (Çizelge 4.27). Dodekanoik asit metil ester her iki çeşit tereyağında da A, B ve D örneklerinde 30. günde azalış ve 60. günde tekrar artış gösterirken C örneklerinde sürekli azalmıştır (Çizelge 4.27).

Çizelge 4.27. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. günler) saptanan ester bileşikler ortalamları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
6.445	Asetik asit, metil ester	826 (827)	1		0,92 ±0,61	0,62 ±0,00	0,62 ±0,03	0,56 ±0,45	1,53 ±1,37	1,32 ±0,71	0,96 ±0,64	0,00	0,00	0,00	0,00
			30	1,42 ±0,39	1,21 ±0,27	1,54 ±0,86	0,69 ±0,40	1,60 ±2,15	0,36 ±0,00	8,19 ±2,47	1,53 ±0,17				
			60	0,50 ±0,00		1,01 ±0,46	0,63 ±0,02	1,00 ±0,00		3,63 ±0,02	0,32 ±0,13				
7.398	Asetik asit, etil ester	887 (887)	1	10,63 ±9,64	1,57 ±1,49	4,30 ±3,53	1,25 ±0,51	2,38 ±1,05	4,05 ±3,51	13,57 ±5,65	5,16 ±5,22	0,00	0,00	0,00	0,00
			30	2,87 ±1,74	2,25 ±1,38	3,16 ±0,03	1,63 ±0,65	251,24 ±83,31	131,01 ±45,34	232,37 ±86,86	175,12 ±27,86				
			60	1,43 ±0,49	0,36 ±0,16	1,46 ±0,79	3,28 ±3,45	358,50 ±7,92	9,95 ±11,09	363,70 ±150,45	126,14 ±41,64				
9.121	Propiyonik asit, 2-metil-etil ester	966 (961)	1					0,07 ±0,00		0,05 ±0,04		0,00	0,00	0,001	0,00
			30					14,56 ±6,96		16,32 ±6,30					
			60				0,10 ±0,00	14,94 ±1,35		7,92 ±7,74					
9.585	Bütanoik asit, metil ester	985 (985)	1	1,73 ±0,00	3,49 ±3,64	1,20 ±0,00	5,66 ±2,93	2,76 ±2,21	1,45 ±0,00	2,90 ±2,41	1,72 ±0,00	0,001	0,438	0,096	0,00
			30	7,45 ±1,73	7,20 ±0,02	7,13 ±2,34	3,69 ±3,01			1,91 ±0,55	0,37 ±0,00				
			60				3,27 ±0,00	35,96 ±14,72			2,97 ±2,68				
10.954	Bütanoik asit, etil ester	1036 (1036)	1	0,12 ±0,00	0,57 ±0,00	0,38 ±0,00	0,61 ±0,25	1,04 ±0,30	0,88 ±0,00	2,34 ±0,74	0,70 ±0,22	0,00	0,00	0,00	0,00
			30	0,52 ±0,10	0,28 ±0,01	0,48 ±0,19	0,28 ±0,13	67,25 ±28,16	8,71 ±6,24	285,31 ±86,42	4,31 ±0,81				
			60	0,73 ±0,36	3,92 ±5,37	0,74 ±0,31	0,38 ±0,06	65,57 ±10,01	6,73 ±2,87	119,53 ±41,54	4,37 ±0,42				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.27. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
11.332	Asetik asit tiyo S-metil ester	1049 (1047)	1	3,09 ±1,04	1,32 ±0,31	1,49 ±0,14	1,26 ±0,67					0,019	0,000	0,002	0,059
			30	1,50 ±0,42	0,97 ±0,66	1,45 ±0,39	1,08 ±0,10								
			60	0,81 ±0,46	0,23 ±0,00	0,90 ±0,22	1,31 ±0,33								
11.457	Bütanoik asit, 2-metil ester	1053 (1057)	1							0,07 ±0,00		0,000	0,000	0,000	0,000
			30					0,15 ±0,00		1,61 ±0,49					
			60					2,36 ±0,00		0,94 ±0,29					
12.002	Asetik asit, bütıl ester	1072 (1072)	1									0,021	0,059	0,034	0,008
			30					0,74 ±0,25							
			60					193,75 ±138,84	0,50 ±0,00						
13.915	Pentanoik asit, etil ester	1136 (1136)	1							0,07 0,00		0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,09 ±0,00		0,08 ±0,12		0,30 ±0,10		6,82 ±1,99					
			60							4,33 ±0,43					
13.983	Bütanoik asit, propil ester	1139 (1153)	1			0,43 ±0,00	0,20 ±0,08				0,08 ±0,00	0,000	0,000	0,961	0,002
			30	0,22 ±0,10	0,26 ±0,12	0,29 ±0,00									
			60			0,52 ±0,00	0,24 ±0,27								

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.27. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
14.817	2-bütanoik asit, etil ester	1165 (1158)	1									0,000	0,000	0,000	0,000
			30					3,58 ±0,00		4,29 ±1,74					
			60					3,35 ±1,53		2,67 ±0,37					
15.089	Asetik asit, pentil ester	1174 (1175)	1									0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60	6,67 ±0,00	6,77 ±0,56	6,27 ±0,00		2,99 ±0,00	5,09 ±0,00						
16.524	Bütanoik asit, bütıl ester	1221 (1220)	1									0,005	0,011	0,003	0,001
			30					0,22 ±0,04							
			60					16,65 ±9,65	2,26 ±1,97						
16.972	Hekzanoik asit, etil ester	1236 (1239)	1	0,24 ±0,00	0,23 ±0,11	0,23 ±0,07	0,25 ±0,20	0,07 ±0,00		0,37 ±0,02		0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,22 ±0,04	2,08 ±2,68	0,35 ±0,23	0,24 ±0,17	6,25 ±0,46	1,18 ±0,68	145,28 ±30,76	11,98 ±1,24				
			60	1,97 ±1,86	0,70 ±0,25	1,56 ±0,05	0,22 ±0,13	5,98 ±0,16	1,54 ±0,00	99,63 ±14,45	7,04 ±0,82				
18.010	Bütanoik asit, 3-metil-bütıl ester	1269 (1256)	1							0,16 ±0,00		-	-	-	-
			30												
			60					0,40 ±0,00							

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.27. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
18.193	Asetik asit, hekzil ester	1275 (1274)	1									-	-	-	-
			30												
			60					2,88 ±0,00	2,46 ±0,00						
19.514	Propiyonik asit,2-hidroksi-metil ester	1318 (1314)	1					0,13 ±0,06		3,37 ±0,37		0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60							13,23 ±4,02					
21.257	Asetik asit, heptil ester	1377 (1374)	1									0,407	0,346	0,095	0,419
			30												
			60	1,17 ±0,00	0,30 ±0,00			0,46 ±0,00	4,76 ±6,38	0,59 ±0,05					
22.518	Bütanoik asit, hekzil ester	1420 (1420)	1									0,000	0,002	0,000	
			30												
			60					1,80 ±0,75							
23.043	Oktanoik asit, etil ester	1439 (1435)	1	1,35 ±1,00	0,75 ±0,13	0,69 ±0,36	0,78 ±0,40	0,63 ±0,04	1,06 ±0,21	0,70 ±0,09	0,83 ±0,16	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,53 ±0,18	1,17 ±0,97	0,60 ±0,10	0,43 ±0,06	3,77 ±0,27	1,94 ±1,08	44,48 ±8,56	5,60 ±0,79				
			60	5,21 ±4,71	2,99 ±1,89	2,47 ±0,37	1,99 ±0,94	9,40 ±1,19	6,54 ±0,63	35,37 ±7,49	4,76 ±0,00				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.27. (devam)

				Yoğurt Tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
23.772	İzopentil hekzonat	1465 (1469)	1	0,33 ±0,00	0,46 ±0,00							0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60	0,84 ±0,00											
27.466	Dekanoik asit, metil ester	1600 (1585)	1	15,16 ±13,15	7,41 ±1,17	6,48 ±2,28	8,13 ±5,56	5,79 ±0,82	8,99 ±2,11	7,31 ±0,83	7,02 ±1,13	0,146	0,485	0,022	0,236
			30	4,85 ±1,69	3,47 ±1,62	5,84 ±0,41	3,59 ±0,68	5,31 ±1,80	4,14 ±0,47	6,76 ±2,32	4,49 ±0,06				
			60	7,37 ±4,32	5,78 ±2,50	5,93 ±0,43	5,07 ±1,89	14,17 ±4,76	13,96 ±4,24	5,62 ±0,28	4,22 ±0,68				
28.576	Dekanoik asit, etil ester	1643 (1648)	1	0,71 ±0,00	0,96 ±0,00	1,25 ±0,00						0,000	0,006	0,000	0,000
			30				0,79 ±0,24			2,46 ±0,51					
			60												
32.638	Dodekanoi k asit, metil ester	1809 (1813)	1	2,37 ±2,31	1,14 ±0,16	1,03 ±0,38	0,63 ±0,00	0,82 ±0,17	1,20 ±0,10	1,14 ±0,17	0,90 ±0,24	0,087	0,904	0,029	0,441
			30	0,78 ±0,00	0,50 ±0,00	0,91 ±0,36	0,49 ±0,10	0,78 ±0,32	0,57 ±0,00	0,80 ±0,30	0,50 ±0,10				
			60	1,15 ±0,67	0,88 ±0,33	0,77 ±0,01	0,67 ±0,21	1,55 ±0,88	1,47 ±0,00	0,75 ±0,12	0,56 ±0,07				
Toplam Esterler (24)				84,03	59,64	61,56	48,85	1101,71	222,33	1447,88	371,65				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.2. Aldehitler

Aldehitler geniş bir gıda grubunda aroma karakteristiğinde önemli rol oynayan uçucu aroma bileşenlerindendir. Doymamış alifatik aldehitlerin, doymuş analoglarına göre çok daha güçlü aroma üretme eğiliminde olduğu bildirilmektedir (Fisher ve Scott 1997).

Çizelge 4.28’de görüldüğü gibi hammadde; asetaldehit ve 3-metil-2-bütanal üzerine, kullanılan kültür benzaldehit ve bütanal üzerine, depolama periyodu ise asetaldehit, bütanal ve 3-metil-bütanal üzerine istatistiksel olarak önemli bulunmazken ($p>0,05$) diğer bileşenler üzerine etkisi önemli bulunmuştur ($p<0,01$).

Asetaldehit ve benzaldehit her iki çeşit tereyağında da tüm depolama boyunca tespit edilen aldehit bileşikler olup diğer aldehitler farklı depolama zamanlarında tespit edilmişlerdir. Asetaldehit Yoğurt tereyağları örneklerinde depolama boyunca azalış gösterirken, Krema tereyağlarında genel olarak artış göstermiştir. Yoğurt tereyağlarında en yüksek asetaldehit miktarı A örneğinde 1. günde ($7,82 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) saptanırken, Krema tereyağlarında en yüksek asetaldehit miktarı B örneğinde 60. günde ($4,33 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) belirlenmiştir. Şenel (2006), %7 yağlı süttten pH 4 te üretilen Yoğurt tereyağlarına ait asetaldehit miktarlarını depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde sırasıyla 8,18, 9,19, 8,68, 8,80 ve 8,04 ppm olarak, pH 5.2 de üretilen Krema tereyağlarında ise 2,40, 2,81, 2,79, 1,21 ve 0,95 ppm olarak belirlemiş olup bu çalışma ile benzerlik arzetmektedir. Diğer taraftan *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* C1 ile üretilen UHT sütte asetaldehit miktarı 1.6 ppm olarak tespit edilmiştir (Gadaga *et al.* 2007).

Leu. mesenteroides subsp. *cremoris* 60 ve 253 suşlarının kullanıldığı bir çalışmada; ortama ilave edilen asetaldehitin inkübasyon periyodu esnasında (45 dk.) yaklaşık %50 oranında kullanılarak 0,43 mmol/L etanol ve 0,40 mmol/L asetik asit oluştuğu, asetaldehit ilave edilmeyen kontrol grubunda ise çok az etanol ve asetik asit oluştuğu bildirilmiştir (Liu *et al.* 1997). Bu durum çalışmamızda *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* içeren Yoğurt tereyağı örneklerinin C ve D örneklerinde depolama süresince asetaldehit miktarındaki azalmaya karşılık asetik asit ve etanol miktarının artması

bulgularımızla benzerlik göstermektedir. Krematereyağı örneklerinde depolama süresince asetaldehit miktarının artışıyla beraber asetik asit miktarı artarken etanol miktarı azalmıştır (Çizelge 4.28, 4.33ve 4.34).

Yine aynı araştırmada *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* 60 ve 253 suşunun farklı pH değerlerinde (4,0, 4,5, 5,0, 5,5 ve 6,0) asetaldehit metabolize ederek etanol ve asetat oluşturabildiği, ancak bu dönüşümün pH ya bağlı olarak değiştiği ve yüksek pH değerlerinde daha hızlı olduğu gösterilmiştir. Diğer taraftan su aktivitesi düşürüldüğündesuşlarının asetaldehit kullanımı ile asetik asit ve etanol oluşturma kapasitesinin azaldığı rapor edilmiştir. Bu çalışmada Krema tereyağlarının su oranının Yoğurt tereyağlarından daha düşük olmasından kaynaklanabileceği, yine Krema tereyağlarının pH değerlerinin Yoğurt tereyağlarından yüksek olmasının bu durumda etkili olduğu düşünülmektedir.

Benzaldehit hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında tespit edilmiş ve miktarı depolamaya bağlı olarak sürekli artış göstermiştir. Benzaldehit miktarı bakımından Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek miktar A örneğinin 60. gününde (22,24 µg/100 g), en düşük ise aynı örneğin 30. gününde (0,40 µg/100 g) tespit edilmiştir. Krema tereyağlarının benzaldehit miktarı ise en yüksek A örneğinde 60. günde (25,18 µg/100 g), en düşük ise aynı örneğin1. gününde (0,26 µg/100 g) saptanmıştır (Çizelge 4.28). Mills (1993), benzaldehitin sütte doğal olarak bulunan benzoik asitin redüksiyonu ile oluşabileceğini bildirmiştir (Quach *et al.* 1999).

Bütanal Yoğurt tereyağlarında oldukça düşük miktarda tespit edilirken en yüksek bütanal kremadan üretilen A örneğinde depolamanın 60. gününde 3,82 µg/100 g düzeyinde tespit edilmiştir (Çizelge 4.28).

3-Metil-bütanal bileşiği Yoğurt tereyağlarında tüm örneklerde depolamanın 60. gününde ortaya çıkmış ve en yüksek değer A örneğinde 0,49 µg/100 g, en düşük değer ise D örneğinde 0,03 µg/100 g olarak saptanmıştır. Krema tereyağı örneklerinde ise Cörneği haricindeki tüm örneklerde tespit edilmiş ve en yüksek değer A örneğinde 30.

günde (18,15 µg/100 g) en düşük değer D örneğinde yine aynı günde (0,15 µg/100 g) olduğusaptanmıştır. Gadaga *et al.* (2007) *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* C1 ile ürettikleri UHT sütte 3- metil-bütanal miktarını 0,65 ppm olarak tespit etmişlerdir.

2-Metil ve 3-Metil-bütanal Strecker degradasyonunun önemli ürünlerinden olup başlıca öncül maddeleri izölösün ve lösindir. Yapılan çalışmalarda 2-metil-bütanal daha çok peynir ve sütte bulunmasına rağmen ilk defa Peterson and Reineccius (2003a) tarafından yapılan bir araştırmada tereyağında da tespit edilmiştir. Bu araştırmacılar taze ve tuzlu olarak ürettikleri tereyağlarında 2-metil-bütanal miktarını 4,9 µg/kg, 3-metil bütanal miktarını ise 11,9 µg/kg olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda üretilen tereyağlarında da 2-metil-bütanal bileşiğinin tespit edilmiş olması Peterson and Reineccius (2003a) tarafından yapılan araştırma ile benzerlik göstermektedir.

Otumsu aromadan sorumlu bileşenlerden olan hekzanal, C₆ karbon zinciri ile ilişkilidir. C₈ ve C₉ gibi uzun zincirli alifatik aldehitler linoleik ve linolenik asidin lipoksigenaz ve hidroperoksit liyaz enzimiyle bir seri reaksiyonu sonucu oluşmaktadır (Schrader 2007). Hekzanal Yoğurt tereyağlarının A ve B örneklerinin 60. günleri hariç tüm örneklerde saptanmış ve depolama süresince sürekli bir artış göstermiştir. En yüksek hekzanal miktarı C örneğinde 60. günde (7,50 µg/100 g) tespit edilmiştir. Krema tereyağlarında ise C örneğinin 30. ve 60. günleri hariç tüm örneklerde belirlenmiştir. Hekzanal miktarının Krema tereyağlarında Yoğurt tereyağlarına oranla çok daha yüksek miktarda saptandığı ve Krema tereyağlarında en yüksek değer A ve B örneklerinde 60. günlerde sırasıyla 347,92 µg/100 g ve 116,00 µg/100 g olduğu tespit edilmiştir. Krema tereyağı D örneğinde hekzanal miktarının diğer örneklere oranla oldukça düşük (9,65 µg/100 g) olduğu dikkat çekmiştir. Lozano *et al.* (2007) tereyağlarının taze, 6 ve 12. aylarda hekzanal içeriğini sırasıyla 3,6,0; 36,0, 64,39; 0,0 µg/kg olarak tespit etmişlerdir. Lipid peroksidasyonunun indikatörü olarak en çok kullanılan uçucu bileşen olan hekzanal, linoleik asidin 13-hidroperoksit gibi n-6 yağ asitlerinin hidroperoksitlerinden oluşmaktadır (Hallberg and Lingnert 1991). Peterson and Reineccius (2003a) taze ve tuzlu olarak ürettikleri tereyağlarında hekzanal miktarını 29 µg/kg olarak tespit etmişlerdir. Fermente ürünlerde fermente olmayanlara göre hekzanal miktarının daha az

olduğu, bunun da hekzanalın asit dehidrogenaz enzimiyle hekzanoik aside dönüşmesinden kaynaklanabileceği bildirilmiştir (Cheng 1988). Panseri *et al.* (2011), Şubat, Nisan, Haziran, Ağustos, Ekim ve Aralık aylarında taze ve 4°C’de depoladıkları tereyağlarında hekzanal içeriğinin yaz mevsiminde özellikle de Ağustos ayında en yüksek düzeye ulaştığını bulmuşlar ve bu durumun bu aylardaki yüksek sıcaklık ve uygun olmayan depolama şartlarından kaynaklandığını ifade etmişlerdir.

Hashim *et al.* (1997), okside kakao tereyağında tespit ettikleri aldehitlerin (hekzanal, heptanal, oktanal, nonanal ve dekanal) konsantrasyonunun oksidasyonla birlikte arttığını ve bu bileşiklerin muhtemelen lipid oksidasyonu sonucu oluştuğunu bildirmişlerdir. Çalışmada rafine kakao tereyağında hekzanal miktarı 2 ppm iken okside formunda 94 ppm’dir. Yine (E)-2 hekzenal taze formunda tespit edilemezken okside formunda 5 ppm düzeyinde tespit edilmiştir.

3-Metil-2-bütenal, Yoğurt tereyağlarından sadece D örneğinde tüm depolama zamanlarında tespit edilmiş ve düzenli bir artış göstermiştir. Diğer örneklerde ise 1. ve 30. günlerde tespit edilmişlerdir. Krema tereyağlarında ise A ve C örneklerinde tespit edilemezken diğer örneklerde ise sadece ilk günlerinde düşük miktarlarda belirlenmiştir (Çizelge 4.28).

2-Hekzanal E bileşiği Krema tereyağlarının C örneği hariç diğer örneklerde değişen miktarlarda tespit edilirken Yoğurt tereyağlarında bulunamamıştır (Çizelge 4.28). Varyans analiz sonuçlarına göre 2-hekzanal üzerinde tüm faktörlerin istatistiksel olarak önemli etkisi bulunmuştur ($p<0,01$).

Hekzanal, heptanal, (E)-2-nonenal, (E,E)-2,4-heptadienal, (Z)-4-heptenal, (E,Z)-2,4-dekadienal, (E,Z)-2,6-nonadienal, 1-okten-3-ol (metalik) ve 1-okten-3-one gibi bileşikler otooksidasyonla oluşup, araşidonik, linoleik ve linolenik asidin öncül madde olarak rol aldığı ve özellikle soğukta depolama sırasında meydana geldiği bildirilmektedir (Christensen and Hølmer 1996).

Çizelge 4.28. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan aldehit bileşikleri ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
5.192	Asetaldehit	745 (714)	1	7,82 ±3,28	4,62 ±2,11	4,51 ±0,50	4,70 ±3,06	1,20 ±0,52	1,81 ±1,66	0,78 ±0,31	1,75 ±0,18	0,546	0,000	0,147	0,176
			30	4,72 ±2,08	3,39 ±2,40	5,34 ±1,38	3,31 ±2,30	1,79 ±0,84	1,70 ±0,06	1,15 ±0,42	2,23 ±0,31				
			60	1,21 ±0,17	1,14 ±0,39	1,80 ±0,06	3,66 ±0,18	3,31 ±0,04	4,33 ±0,46	1,50 ±0,01	2,21 ±0,06				
7.215	Bütanal	876 (867)	1		0,18 ±0,02	0,26 ±0,00			0,08 ±0,00		0,04 ±0,00	0,018	0,124	0,274	0,267
			30	0,33 ±0,20	0,24 ±0,06	0,34 ±0,00		2,28 ±2,56	0,21 ±0,00						
			60			0,17 ±0,00	0,31 ±0,01	3,82 ±3,19							
7.937	2-Metil-bütanal	914 (916)	1				0,11 ±0,00					-	-	-	-
			30			0,04 ±0,06	0,13 ±0,00								
			60				0,08 ±0,00								
8.032	3-Metil-bütanal	919 (912)	1					0,75 ±0,07	0,26 ±0,20		0,16 ±0,00	0,003	0,014	0,111	0,040
			30					18,15 ±13,64	0,16 ±0,00		0,15 ±0,02				
			60	0,49 ±0,00	0,23 ±0,00	0,21 ±0,06	0,03 ±0,04	5,53 ±1,07	1,31 ±1,02		0,25 ±0,29				
12.295	Hekzanal	1083 (1085)	1	2,23 ±0,78	1,06 ±0,68	1,68 ±1,10	1,05 ±1,00	2,79 ±0,64	17,14 ±0,18	1,51 ±0,39	9,11 ±1,05	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	2,37 ±1,53	1,74 ±1,31	2,92 ±0,27	1,75 ±0,19	51,30 ±57,84	17,36 ±0,85		10,00 ±0,34				
			60			7,50 ±0,00	3,68 ±2,81	347,92 ±87,57	116,00 ±0,00		9,65 ±3,49				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.28. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
15.979	3-Metil-2-bütenal	1202 (1212)	1	2,78 ±0,81	2,07 ±0,37	1,82 ±0,38	1,33 ±0,51		0,45 ±0,00		0,13 ±0,00	0,820	0,000	0,000	0,000
			30	1,68 ±0,13	1,67 ±0,81	2,71 ±0,36	1,66 ±0,62								
			60				1,80 ±0,00								
16.596	2-Heganal,E	1223 (1220)	1					0,03 ±0,00	0,36 ±0,07		0,19 ±0,03	0,000	0,000	0,000	0,000
			30						0,37 0,03		0,32 ±0,09				
			60								0,28 ±0,06				
25.860	Benzaldehit	1540 (1529)	1	1,09 ±0,97	0,58 ±0,06	0,67 ±0,06	0,50 ±0,15	0,26 ±0,15	0,51 ±0,10	0,38 ±0,03	0,45 ±0,07	0,016	0,927	0,007	1,00
			30	0,40 ±0,09	0,43 ±0,14	1,17 ±0,96	0,67 ±0,04	2,34 ±2,42	0,69 ±0,20	0,44 ±0,06	0,54 ±0,09				
			60	22,24 ±30,23	3,83 ±2,95	1,74 ±1,06	1,49 ±1,11	25,18 ±6,11	4,23 ±0,30	1,15 ±0,36	0,69 ±0,17				
Toplam Aldehitler (8)				47,36	21,18	32,88	26,26	466,65	166,97	6,91	38,15				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.3. Ketonlar

Çoğu keton, yüksek tat ve kokueşiğine sahip olmasına rağmen alkan-2-one gibi farklı zincir uzunluğundaki bazı ketonlar süt ürünlerinde aroma açısından önemlidirler. Örneğin, okside olmuş tereyağında okten-1-one-3-one metalik tattan sorumlu iken, süt ürünlerine mavi peynir tat ve aroması vermek amacıyla 8-nonen-1-one kullanıldığı belirtilmektedir (Fisher and Schott 1997).

Süt ve süt ürünlerinde mikroorganizmaların serbest yağ asitleri katabolizmasının bir sonucu olarak ortaya çıkan ketonlar çoğunlukla tek karbon sayılı metil ketonlardır. Metil ketonların oluşumu yağların lipolizi ve β -ketoasitlere oksidasyonu ile sonrasında dekarboksilasyon sonucu ketonlara dönüşümü şeklindedir. Ketonlar ayrıca ısıtılmış sütte de oluşabilmektedir (Quach *et al.* 1999; Kaminarides *et al.* 2007).

Bu çalışmada da 2-propanon, 2-bütanon, diasetil, 2-pentanon, 2,3-pentandion, 2-hekzanon, 2-heptanon, asetoin (3-hidroksi-2-bütanon), 2-nonanon, 8-nonen-2-one, 2-dekanon ve 2-undekanon gibi ketonlar tespit edilmiştir (Çizelge 4.29).

Çizelge 4.29'daki varyans analiz sonuçlarından görüldüğü gibi, aseton (2-propanon) üzerinde hammadde ve depolama periyodu istatistiksel olarak önemli ($p < 0,05$) bulunmuştur. Aseton hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarından tüm depolama periyodu süresinde tespit edilmiş ve miktarının Yoğurt tereyağında en yüksek A örneğinde 60. günde ($65,86 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) en düşük B örneğinde 30. günde ($4,86 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) olduğu belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise 2-propanon miktarının en yüksek B örneğinde 60. günde ($183,73 \mu\text{g}/100\text{g}$) en düşük ise D örneğinin 30. gününde ($2,94 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.29). Şenel (2006), yağ oranı %7 ve pH'sı 4.0 olan yoğurttan elde edilen tereyağı örneklerinde aseton miktarını depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde sırasıyla 1,29, 1,57, 1,7, 1,76, 1,76 ppm olarak tespit etmiştir. Ayrıca, asetonun her zaman LAB tarafından düzenli olarak üretilmediğini de ifade edilmiştir (Şenel 2006). *L. lactis* subsp. *cremoris* ve *L. lactis* subsp. *lactis* suşları ile ve kültür kullanılmadan (kontrol) koyun sütünden üretilen 5 ve 10°C'de 60 gün depolanan peynirlerde tespit edilen 2-bütanonun oransal miktarları sırasıyla 183,9, 216,8; 532,7, 352,9

olarak tespit edilmiştir (Centeno *et al.* 2004). Aseton ve 2-pentanon yarım yağlı peynirlerde tespit edilmiş ancak 2-pentanonun yağlı peynirlerde miktar olarak daha fazla olduğu dikkat çekmiştir (Abd El-Mageed 1997).

Diasetil (2,3-bütandion) ilk defa 1929 yılında Van Niel ve arkadaşları tarafından tatlı kremadan üretilen tereyağının temel aroma bileşeni olarak tanımlanmıştır. Genellikle diasetil *Leuconostoc* cinsi bakteriler tarafından üretilse de yüksek oranda diasetil üreten türler *S. diacetylactis*, *Leu. citrovorum* ve bazı *Leu. dextranicum* suşlarıdır (Edris and Schirle-Keller 2010). Asetoinden daha düşük aroma eşik değerine sahip olan diasetil tereyağı ve diğer süt ürünlerinin önemli bir aroma bileşeni olup yayık altındaki miktarı yaklaşık 2-4 mg/L dir (Berger 2007). Sitratın fermentasyonu ile oluşan diasetil tereyağımsı veya findığımsı aromadan sorumlu olup fermente süt ürünlerindeki en önemli karbonil bileşenlerden biridir. Sitrik asidi fermente eden en önemli bakteri grubu *Leu. cremoris*, *Leu. dextranicum*, *S. lactis* subsp. *diacetylactis*, *S. thermophilus* ve bazı *Propionibacterium shermani* türleridir. Diasetil kültürle üretilen gıda ürünlerinde stabil olmayıp diasetil sentezleyen mikroorganizmaların aynı zamanda sahip oldukları diasetil redüktaz ile asetoin ve 2,3 butandiole dönüşmektedir. Bu nedenle depolama süresine bağlı olarak diasetil miktarı azalmaktadır (Reineccius 2006).

Diasetil, Yoğurt tereyağı örneklerinde tüm depolama periyotlarında tespit edilmiştir. Kültür ile üretilen örneklerde diasetil miktarı kontrol örneğe göre oldukça fazla bulunmuştur. A örneğinde depolama süresince azalırken, D örneğinde sürekli artmış B ve C örneklerinde ise artış ve azalışlar göstermiştir. B ve C örneklerinde tespit edilen en yüksek diasetil miktarı 30. günde, D örneğinde ise 60. günde sırasıyla 21,25, 49,25 ve 36,24 µg/100 g olarak belirlenmiştir. Krema tereyağlarında B ve D örneklerinde diasetil miktarı diğer örneklerle göre hayli yüksek olup, A ve C örneklerinde de birbirlerine yakın bulunmuştur. En yüksek diasetil miktarı D örneğinde 30. günde 308,90 µg/100 g, B örneğinde ise 1. günde 187,36 µg/100 g olarak belirlenmiştir. Her iki tereyağı örneğinde karışık kültürden elde edilen D örneklerinde diasetil miktarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durum ilgili kültürlerin birlikte kullanımında diasetil üretiminde etkin rol oynadıklarını göstermektedir. Edris and Schirle-Keller (2010) diasetil *Leuconostoc* cinsi bakteriler ile *S. diacetylactis* tarafından üretildiğini

ifade etmişlerdir. Diasetil miktarının depolama süresince azalmasının nedeni diasetilin, asetoin, 2-bütanon ve 2-bütanole redükte olmasından kaynaklandığı bildirilmektedir (Mallia *et al.* 2005).

Yoğurtan izole edilen 4 farklı *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve 5 farklı *S. thermophilus* suşlarından *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un hiç diasetil üretmediği, *S. thermophilus*'un önemli oranda ürettiği ancak suşlar arasında da önemli farklılıklar olduğu görülmüştür (Georgala *et al.* 1995). Ott *et al.* (2000), *S. thermophilus* ve *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus*'un farklı suşları ve bu suşların karışımı kullanılarak ürettikleri yoğurtlarda diasetil miktarının 0,5-10mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Peterson and Reineccius (2003a), kültür ilavesiz tuzlu Krema tereyağlarında diasetil miktarını 6,6 µg/kg olarak bulmuşlardır. Araştırmanın sonucu, herhangi bir kültür kullanılmadan üretilen A (kontrol) örneğindeki değerlerle benzerlik göstermektedir. Gadaga *et al.* (2007) *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* C1 suşuyla ürettikleri UHT sütteki diasetil miktarını 1,37 ppm olarak tespit etmişlerdir.

Varyans analiz sonuçlarından görüldüğü gibi, 2-pentanon üzerinde hammadde ve depolama periyodu $p<0,01$, kullanılan kültür ise $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29). 2-Pentanon hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında tüm depolama süresince tespit edilmiş ve depolama sürecinde giderek artmıştır. En yüksek 2-pentanon miktarı Yoğurt tereyağlarında A örneğinde 60. günde (368,50 µg/100 g), en düşük ise B örneğinin 1 gününde (9,98 µg/100 g) belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise 2-pentanon miktarı en yüksek A örneğinin 60. gününde (533,43 µg/100 g) ve en düşük C örneğinin 1. gününde (12,52 µg/100 g) saptanmıştır. Contarini *et al.* (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, pastörize, UHT ve sterilize sütlerde 2-pentanon içeriğini sırasıyla 3,12, 3,88 ve 48,08 ppb olarak tespit etmişlerdir.

2,3-Pentandion miktarı üzerinde hammadde $p<0,05$ seviyesinde, kullanılan kültür ve depolama periyodu ise $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29). 2,3-Pentandion tüm Yoğurt örneklerinde saptanırken Krema tereyağlarında ise A ve C örneklerinin 30. ve 60.

günleri hariç diğer örneklerde tespit edilmiştir. 2,3-Pentandionun Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek miktarı C örneğinin 30. gününde (8,50 µg/100 g) en düşük miktarı ise B örneğinin 60. gününde (0,83 µg/100 g) belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek miktar D örneğinde 60. günde (1,86 µg/100 g) en düşük ise C örneğinde 1. günde (0,11 µg/100 g) saptanmıştır. Ott *et al.* (2000), *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus* bakterilerinin farklı suşları ve bunların karışımından oluşan kültürlerle ürettikleri yoğurt örneklerinde 2,3 pentandion miktarının 0,08-0.24 mg/L arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. İzölösün metabolizmasının bir ara ürünü olan α -aseto- α -hidroksibütirattan oluşmuş olabileceği ileri sürülen 2,3-pentandionun (Garde *et al.* 2005) yoğurt aromasının oluşumunda etkili bir diketon olduğu bildirilmiştir (Ott *et al.* 1997).

2-Hekzanon Yoğurt tereyağlarının A, B ve C örneklerinde 60. günlerde tespit edilirken D örneğinde ise hiçbir depolama periyodunda tespit edilememiştir. Krema tereyağlarında B örneğinde sadece 60. günde tespit edilirken C örneğinde depolamanın 30. ve 60. günlerinde, A ve D örneklerinde ise hiçbir depolama zamanında tespit edilememiştir (Çizelge 4.29)

2-Heptanon her iki çeşit tereyağında da tüm örneklerde belirlenmiş olup, miktarının depolama periyoduna bağlı olarak artış göstermiştir. 2-Heptanon Yoğurt tereyağlarında en yüksek A örneğinde 60. günde (1129,00 µg/100 g) en düşük ise D örneğinde 1. günde (36,91µg/100 g) tespit edilmiştir (Çizelge 4.29). Krema tereyağlarında ise en yüksek B örneğinde 60. günde (1943, 62µg/100 g), en düşük A örneğinde 1. günde (43,61 µg/100 g) tespit edilmiştir. Peterson and Reineccius (2003b) taze, tuzlu ve ısıtılmış tereyağında 2-heptanon miktarını 1294 µg/kg tereyağı olarak tespit etmişlerdir. Lozano *et al* (2007), taze, 6 ve 12 aylık periyotlarda 2-heptanon miktarını sırasıyla 38,9, 26,5; 51,0, 51,4; 57,5, 19,0 µg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Varyans analiz sonucuna göre asetoin (3-hidroksi-2-bütanon), üzerinde hammadde, kullanılan kültür ve hammadde×kullanılan kültür×depolama periyodu interaksyonu $p<0,01$ seviyesinde önemli iken, depolamanın önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.29). Yoğurt tereyağı kontrol örneğinde 30. gündeki azalıştan sonra, 60. günde tekrar bir artış olurken B ve C örneklerinde sürekli artış D örneğinde ise sürekli azalma görülmüştür. C örneğindeki asetoin

miktarının diğer örneklerle göre daha fazla olduğu görülmektedir (Çizelge 4.29). Krema tereyağı örneklerinde oluşan asetoin miktarı Yoğurt tereyağlarına oranla çok daha yüksek olup B ve D örneklerinde 30. günde bir azalıştan sonra tekrar artış olmuştur. Kontrol grubunda ise düzenli bir artış tespit edilirken C örneğinde artış ve azalış olduğu belirlenmiştir. Yapılan bir çalışmada *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* C1 suşu ile UHT süt üretilmiş ve bu sütte tespit edilen asetoin miktarı 86,2 ppm olarak belirlenmiştir (Gadaga *et al.* 2007).

2-Nonanon her iki tereyağında da tüm örneklerinde tespit edilmiş ve depolama süresinde artış ve azalışlar görülmüştür. Yoğurt tereyağlarında 2-nonanon en yüksek A örneğinde 60. günde (232,29 µg/100 g) en düşük B örneğinde 30. günde (11,50 µg/100 g) belirlenmiş, Krema tereyağlarında ise en yüksek değer B örneğinde 60. günde (565,39 µg/100 g) en düşük değer ise D örneğinde 30. günde (14,07 µg/100 g) belirlenmiştir. Her iki çeşit tereyağında da B kültürü ile üretilen örneklerde 30. günde bir azalışın ardından tekrar artış, C kültürü ile üretilen örneklerde düzenli bir artış görülmüştür (Çizelge 4.29).

2-Undekanon üzerinde sadece depolama periyodu $p < 0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.29). 2-Undekanon miktarı her iki çeşit tereyağında da B ve D kültürü ile üretilen tereyağlarında depolama boyunca azalış ve artışlar gösterirken, C kültürü ile üretilen örneklerde düzenli bir artış görülmüştür. Kontrol Yoğurt tereyağında azalıştan sonra artış, Krema tereyağında ise sürekli bir artış kaydedilmiştir. 2-undekanon miktarları bakımından tereyağları arasında çok büyük bir fark görülmemekle birlikte en yüksek değer Krema tereyağında B (13,18 µg/100 g) örneğinin 60. gününde tespit edilmiştir. Mallia (2008), doymamış yağ asidi/konjüge linoleik asit ilave ederek ürettikleri tereyağlarında 6-8 hafta sonunda bütanoik ve 3-metil bütanoik asitten kaynaklandığı düşünülen peynirimsi ve yağimsi; ethanol, (E)-2-hekzanol, heptanal ve nonanaldan kaynaklandığı düşünülen meyvemsi ve taze ot kokusu, 2-pentanon, 2,3-pentandion, 2-heptanon, 2-nonanon ve 2-undekanondan kaynaklandığı düşünülen kremamsı ve sütümsü tat ve aroma bileşenlerini tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.29. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan keton bileşikler ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
6.27	2-Propanon	815 (814)	1	38,77 ±32,48	5,98 ±3,96	21,99 ±25,23	5,52 ±4,54	4,75 ±0,44	7,61 ±8,54	2,83 ±1,23	4,30 ±2,25	0,031	0,475	0,002	0,090
			30	6,54 ±2,05	4,86 ±3,16	9,22 ±0,97	4,88 ±1,61	12,91 ±3,33	2,19 ±0,75	3,40 ±1,14	2,94 ±0,49				
			60	65,86 ±78,52	31,16 ±23,81	15,49 ±1,23	9,40 ±5,95	62,32 ±50,92	183,73 ±106,87	6,93 ±4,91	3,07 ±1,48				
7.653	2-Bütanon	903 (900)	1	20,40 ±4,07	14,01 ±0,60	16,33 ±1,65	15,83 ±9,26	14,95 ±1,52	15,01 ±4,50	18,39 ±3,29	10,60 ±7,91	0,002	0,000	0,000	0,385
			30	17,21 ±4,80	15,63 ±1,38	11,51 ±0,26	14,65 ±3,10		14,98 ±4,93		8,84 ±11,05				
			60	33,41 ±15,98	34,40 ±0,00	20,15 ±3,95	20,25 ±1,02	12,25 ±6,72	35,81 ±2,56	10,19 ±14,42	3,06 ±4,33				
9.310	2,3-Bütandion (Diasetil)	973 (977)	1	15,79 ±6,69	20,96 ±6,51	28,10 ±7,63	21,94 ±11,44	5,16 ±0,10	187,36 ±9,88	4,14 ±0,85	131,61 ±50,12	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	12,19 ±9,09	21,25 ±12,94	49,25 ±6,57	26,77 ±0,24	6,33 ±2,87	186,61 ±13,11	2,12 ±0,44	308,90 ±71,31				
			60	4,75 ±0,00	5,06 ±0,00	19,14 ±3,20	36,24 ±20,12		52,88 ±0,00		225,77 ±16,49				
9.408	2-Pentanon	978 (974)	1	123,62 ±153,13	9,98 ±6,97	39,45 ±45,16	11,03 ±8,72	14,65 ±0,77	71,85 ±0,00	12,52 ±4,45	32,42 ±0,00	0,000	0,014	0,000	0,325
			30	15,52 ±7,08	12,39 ±7,29	25,11 ±3,09	14,70 ±1,22	140,801 ±44,64	153,99 ±150,63	30,46 ±7,79					
			60	368,50 ±39,70	295,52 ±0,45	186,83 ±0,67	52,28 ±53,81	533,43 ±206,91	411,26 ±41,75	418,54 ±223,60	62,65 ±0,00				
11.48	2,3-Pentandion	1055 (1060)	1	6,61 ±1,66	4,67 ±0,02	7,51 ±1,59	4,10 ±0,84	0,13 ±0,00	0,77 ±0,44	0,11 ±0,00	0,56 ±0,07	0,021	0,000	0,004	0,134
			30	4,17 ±1,78	3,20 ±0,35	8,50 ±3,25	3,31 ±0,60		0,62 ±0,07		1,16 ±0,09				
			60	1,17 ±0,05	0,83 ±0,05	3,20 ±0,97	4,10 ±2,60		1,04 ±0,00		1,86 ±0,98				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.29. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
12.310	2-Hekzanon	1083 (1078)	1									0,081	0,999	0,000	0,083
			30							0,97 0,06					
			60	40,82 ±49,98	23,93 ±21,50	5,05 ±0,00			51,14 ±0,00	17,67 ±13,70					
15.416	2-Heptanon	1185 (1185)	1	76,76 ±17,34	38,82 ±5,93	41,54 ±0,05	36,91 ±18,02	43,61 ±0,92	62,25 ±27,85	48,70 ±7,15	48,24 ±1,56	0,050	0,230	0,000	0,851
			30	46,46 ±12,10	39,40 ±15,66	95,41 ±42,82	45,94 ±4,17	161,86 ±59,16	132,91 ±96,17	94,48 ±14,73	62,00 ±4,68				
			60	1129,39 ±1253,87	949,59 ±540,11	344,98 ±9,87	113,81 ±80,74	1137,53 ±728,52	1943,62 ±1161,98	814,68 ±390,03	133,70 ±41,11				
18.685	3-hidroksi-2-Bütanon (Asetoin)	1291 (1287)	1	71,43 ±27,28	52,34 ±16,68	65,47 ±8,68	61,37 ±35,65	23,79 ±0,71	657,07 ±210,64	5,21 ±1,94	347,84 ±103,96	0,000	0,000	0,293	0,000
			30	43,85 ±11,78	56,08 ±35,85	105,47 ±4,92	53,36 ±0,57	202,137 ±22,46	244,85 ±47,26	89,25 ±40,39	245,70 ±54,78				
			60	61,27 ±17,02	79,40 ±12,39	108,81 ±28,70	24,91 ±34,02	245,84 ±7,30	549,00 ±6,43	33,84 ±24,51	256,73 ±54,78				
21.785	2-Nonanon	1395 (1386)	1	48,87 ±43,09	22,93 ±6,37	20,09 ±9,33	22,30 ±10,10	16,61 ±3,03	25,29 ±3,43	18,68 ±0,74	18,04 ±2,66	0,161	0,149	0,000	0,764
			30	14,48 ±3,24	11,50 ±4,24	28,19 ±14,10	14,28 ±2,89	34,28 ±7,31	23,06 ±11,83	20,46 ±3,27	14,07 ±0,21				
			60	232,29 ±268,62	161,54 ±119,21	75,11 ±24,63	13,44 ±15,10	301,63 ±197,54	565,39 ±486,68	202,09 ±61,47	66,74 ±10,78				
23.358	8-Nonen-2-one	1450 (1484)	1	4,37 ±4,90	1,62 ±0,96	1,53 ±1,19	1,08 ±0,00	1,09 ±0,50		1,27 ±0,23	0,44 ±0,00	0,095	0,821	0,000	0,547
			30	0,69 ±0,30	0,65 ±0,35	3,75 ±0,00	0,64 ±0,35	3,03 ±0,69		1,47 ±0,28					
			60	46,08 ±55,79	33,71 ±26,53	13,09 ±2,42	6,47 ±5,27	54,18 ±44,25		39,48 ±17,92					

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği
D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.29. (devam)

				Yoğurt Tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
24.792	2-Dekanon	1501 (1503)	1		0,15 ±0,03	0,16 ±0,00						0,051	0,150	0,001	0,287
			30	0,13 ±0,02	0,14 ±0,00	0,22 ±0,00	0,08 ±0,00	0,19 ±0,08	0,12 ±0,01	0,14 ±0,00	0,12 ±0,04				
			60	0,58 ±0,62	0,31 ±0,22			0,73 ±0,00	1,43 ±1,19	0,49 ±0,13					
27.635	2-Undekanon	1607 (1606)	1	5,01 ±3,81	2,64 ±0,14	2,38 ±0,58	4,40 ±3,93	2,16 ±0,19	3,58 ±0,92	2,65 ±0,35	2,56 ±0,55	0,352	0,166	0,008	0,541
			30	2,10 ±0,48	1,66 ±0,63	2,92 ±0,27	1,82 ±0,20	2,87 ±0,94	2,05 ±0,04	3,27 ±1,04	2,31 ±0,08				
			60	5,04 ±3,69	3,46 ±1,43	3,41 ±0,44	2,84 ±1,33	8,87 ±4,40	13,18 ±10,01	5,07 ±1,31	2,44 ±0,11				
Toplam Ketonlar (12)				2564,14	1959,62	1379,20	648,65	3048,09	5600,65	1908,53	1998,67				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.4. Alkoller

Alkoller temel olarak mikroorganizmaların metabolik aktiviteleri sonucu ya da karbonil bileşenlerinin ilgili alkole redüksiyonu ile oluşabilmektedir. Alkoller nisbeten yüksek oranda veya doymamış formda (1-okten-3-ol) olmadıkları sürece aromaya katkıları çok azdır (Reineccius 2006). Diğer taraftan alkollerin koku eşikleri onların ilgili aldehitlerinden çok daha fazla olmasına rağmen aroma profiline katkıları daha azdır. Örneğin karbonil bileşenlerden aldehit ve ketonun depolama sırasında ilgili alkollerin oluşumu nedeniyle azaldığı ve bu dönüşümün aroma değerindeki azalmayla eş değerde olduğu bildirilmektedir (Fisher and Schott 1997).

Bu çalışmada alkoller uçucu aroma bileşenler içerisinde ikinci büyük grubu oluşturmuştur. Toplam alkol miktarının kremadan üretilen tereyağlarında Yoğurt tereyağlarına oranla daha fazla olduğu dikkat çekmektedir. Tüm depolama periyodu gözönüne alındığında toplam alkol miktarı Yoğurt tereyağlarında en düşük D örneğinde 31,10 µg/100 g olarak belirlenmiş ve bunu sırasıyla B (46,71 µg/100 g) ve A (53,87 µg/100 g) ve C örneği (57,37 µg/100 g) takip etmektedir. Kremadan üretilen tereyağlarında ise benzer bir durum sergilenmiş olup, en düşük miktar yine D örneğinde (228,26 µg/100 g) tespit edilmiş ve diğer örneklerde sırasıyla B (354,66 µg/100 g), C (381,69 µg/100 g) ve A (1801,85 µg/100 g) olarak bulunmuştur (Çizelge 4.30).

Çizelge 4.30’da görüldüğü gibi 1-pentanol, 3-metil-1-bütanol, 1-oktanol, 1-bütanol, 2-nonanol ve etanol her iki çeşit tereyağında da tüm depolama periyotlarında tespit edilen alkoller olup depolama periyoduna bağlı olarak artış göstermişlerdir. Diğer taraftan 1-heptanol ve 2-propanol Yoğurt tereyağlarında tüm depolama periyotlarında tespit edilirken, Krema tereyağlarında bazı periyotlarda tespit edilmiştir. 1-hekzanol ise Krema tereyağlarında tüm periyotlarda Yoğurt tereyağlarında ise bazı periyotlarda tespit edilen uçucu alkol bileşikleridir.

Marchal *et al.* (1985), 3 ve 4 karbonlu alkollerin *Clostridium acetobutylicum* gibi *Clostridium* spp. türüne ait pek çok bakterinin fermentasyonu ile oluşabildiğini

bildirmektedirler. Bu bakteriler pH 5'in altına düştüğünde bütirik asit fermentasyonu ile birlikte bütanol, propanol ve aseton oluşumu ile pH'nın daha fazla düşmesini önlemektedir (Edris and Schirle-Keller 2010).

Varyans analiz sonuçlarına göre etanol oluşumu üzerinde hammadde, kullanılan kültür, depolama periyodu ve hammadde×kullanılan kültür×depolama periyodu interaksyonu $p<0,01$ düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.30). Etanol Yoğurt tereyağlarının A ve B örneklerinde depolama boyunca azalış göstermiş ve en yüksek miktarlar 1. günde sırasıyla 3,46 µg/100 g ve 2,27 µg/100 g belirlenmiştir. C örneğinde depolamaya bağlı olarak düzenli bir artış görülmüş ve en yüksek etanol miktarının 60. günde 3,28 µg/100 g olarak en düşük miktarın ise 1. günde 1,84 µg/100 g olarak bulunduğu görülmüştür. D örneğinde bu bileşen depolamaya bağlı olarak artış ve azalış göstermiş, en yüksek miktar 60. günde (4,20 µg/100 g) olarak en düşük 30. günde (2,09 µg/100 g) saptanmıştır. Krema tereyağlarında etanol miktarı A örneğinde depolamaya bağlı olarak azalış ve artış gösterirken en yüksek değer 1. günde (65,11 µg/100 g) en düşük değer ise 30. günde (36,20 µg/100 g) olduğu belirlenmiştir. Etanol miktarı B, C ve D örneklerinde depolamaya bağlı olarak düzenli bir azalış gösterirken en yüksek etanol miktarının 1. günde sırasıyla 40,79 µg/100 g, 175,95 µg/100 g ve 42,21 µg/100 g olarak tespit edilmiştir. En düşük etanol miktarı ise 30. günde yine B, C ve D örneklerinde sırasıyla 14,72 µg/100 g, 35,72 µg/100 g ve 34,88 µg/100 g olarak belirlenmiştir.

Gadaga *et al.* (2007) tarafından yapılan bir araştırmada *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* C1 ile üretilen UHT fermente sütte tespit edilen etanol miktarı 30 ppm olarak belirlenmiştir. Liu *et al.* (1997), *L. lactis* subsp. *cremoris* 2254 ve *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* 60 kültürlerinin (1:1 v/v) ortama ilave edilen asetaldehidi metabolize edemediği ve dolayısıyla etanol tespit edilemediği görülmüştür. Bu durumda *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* 60 suşunun inhibe olabileceği ileri sürülmüştür. Krema tereyağlarında etanol miktarının C ve D örneklerinde depolama boyunca azalması *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris*'in depolama periyodu boyunca başlangıca göre düşüş göstermesiyle açıklanabilir. Diğer taraftan yoğurt örneklerinde görülen bu artışta yoğurt üretiminde kullanılan starter kültürün etkili olduğu

düşünülmektedir. Bununla birlikte Karatapanis *et al.* (2006) etanol miktarı üzerine ambalaj materyalinin etkili olduğunu, polietilen şişe ve karton kutularda ambalajlanan sütlerde aşırı miktarda etanol oluşumunun bütirik ve hekzanoik asidin metil ve etil esterleri ile oktanoik asitin metil esterinden kaynaklandığını bildirmişlerdir. Yine etanolün, ya eter sentezleyen özel enzim sistemine sahip mikroorganizmalar ile ya da karbonhidrat ve aminoasit gibi substratları kullanabilen diğer mikroorganizmalar tarafından da sentezlenebileceği ifade edilmektedir (Liu *et al.* 2004). Yine Şenel (2006)'nın bildirdiğine göre *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* ve *S. thermophilus*'un sahip olduğu aldehit dehidrogenaz ve alkol dehidrogenaz enzimi glukozdan asetaldehit ve etanol oluşumunu katalize etmektedir (Lees and Jago 1976, Tamime and Robinson 2000).

3-Metil-1-bütanol, üzerinde hammadde, kullanılan kültür, depolama periyodu ve bu 3 faktörün interaksyonu istatistiksel olarak çok önemli etkide bulunmuştur ($p < 0,01$). 3-Metil-1-bütanol hem Yoğurt hem Krema tereyağlarında tüm örneklerde tespit edilirken Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek miktarın C örneğinde 60. günde ($3,62 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) en düşük miktarın ise B örneğinde 1. günde ($1,21 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) belirlenmiştir. Krema tereyağlarındaki en yüksek değer A örneğinde 60. günde ($101,58 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) en düşük değer ise D örneğinde 1. günde ($0,77 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) saptanmıştır. Gadaga *et al.* (2007), çeşitli bakteri, maya ve bunların karışımıyla ürettikleri UHT fermente sütte 3-metilbütanolü ($1,70 \text{ ppm}$) olarak tespit etmişlerdir. *Lactobacillus helveticus*, *S. thermophilus* ve *Propionibacterium freudenreichii* referans suşları tarafından üretilen 3-metil-bütanal, 3-metil-bütanol, 2-metil-propanal, 2-metil-propanol *Lb. helveticus* ve *S. thermophilus* ile inoküle edilen örneklerde daha fazla oluştuğu bildirilmiştir (Marilley *et al.* 2004).

1-Bütanol hem Yoğurt hem de Krema tereyağlarında tüm depolama periyotlarında tespit edilmiş (Krema tereyağlarının C örneğinde 60. gün hariç) ve miktarı depolamayla birlikte artan bir eğilim göstermiştir (Yoğurt tereyağı B örneği hariç). 1- Bütanol miktar olarak Krema tereyağlarında daha fazla tespit edilmiştir. Yoğurt tereyağlarında en yüksek miktar kontrol örneğinde 60. günde ($1,35 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) en düşük B örneğinde 60.

günde 0,42 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak tespit edilmiştir. Kremadan üretilen tereyağlarında ise en düşük miktar D örneğinde 1. günde (0,56 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), en yüksek kontrol örneğinde 60. günde (476,98 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) tespit edilmiştir (Çizelge 4.30).

Varyans analiz sonucuna göre 1-pentanol üzerinde tüm faktörler ve bunların interaksyonu $p<0,01$ düzeyinde önemli olmuştur (Çizelge 4.30). 1-Pentanol her iki çeşit tereyağı örneğinde tespit edilmiş ve depolama periyodu boyunca Krema tereyağının C örneği haricinde genel olarak bir azalış göstermiştir.

2-Nonanol üzerinde sadece depolama periyodu istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.30). Yoğurt tereyağlarında depolama süresince giderek azalmış ve en yüksek miktar A örneğinde 1. günde (3,71 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) en düşük miktar D örneğinde 60. günde (0,7 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) belirlenmiştir. Krema tereyağlarında ise A ve D örneklerinde 60. gün hariç diğer tüm örneklerde tespit edilmiş ve en yüksek değer B örneğinde 60. günde (1,63 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) en düşük değer ise A örneğinde 30. günde (0,27 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) belirlenmiştir.

Çizelge 4.30. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan alkol bileşikleri ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
8.265	2-Propanol	929 (923)	1	0,84 ±0,00	0,85 ±0,00	1,04 ±0,00	0,73 ±0,00	0,50 ±0,00				0,000	0,410	0,000	0,001
			30	0,73 ±0,38	0,53 ±0,54	1,19 ±0,12	0,88 ±0,11	0,39 ±0,00		0,53 ±0,12					
			60	1,33 ±1,42	0,42 ±0,10	1,22 ±0,30	1,33 ±1,02	1,65 ±0,41	0,71 ±0,00	5,48 ±2,35					
8.392	Etanol	934 (926)	1	3,46 ±0,13	2,27 ±2,11	1,84 ±0,60	2,56 ±2,64	65,11 ±3,610	40,79 ±27,83	175,95 ±60,59	42,21 ±35,10	0,005	0,000	0,003	0,011
			30	3,13 ±0,31	1,88 ±0,60	2,93 ±0,70	2,09 ±0,30	36,20 ±23,72	27,66 ±9,10	47,86 ±11,91	43,54 ±22,76				
			60	1,86 ±1,46	1,68 ±0,56	3,28 ±0,52	4,20 ±3,39	48,88 ±13,41	14,72 ±4,55	35,72 ±17,87	34,88 ±24,96				
12.503	2-Metil 1-propanol	1090 (1094)	1		0,25 ±0,00	0,25 ±0,00		0,61 ±0,11			0,47 ±0,00	0,000	0,027	0,003	0,000
			30	0,10 ±0,00	0,26 ±0,00	0,43 ±0,00		5,43 ±2,12		0,05 ±0,00					
			60	0,30 ±0,00	0,68 ±0,00	0,63 ±0,89	0,23 ±0,00			0,75 ±0,00					
13.386	2-Pentanol	1119 (1117)	1	2,22 ±0,00	0,09 ±0,00	1,31 ±0,00		0,01 ±0,00	0,05 ±0,00	0,23 ±0,61	0,10 ±0,00	0,005	0,002	0,000	0,002
			30					0,99 ±0,42		1,59 ±0,39	0,08 ±0,12				
			60	2,80 ±3,43	4,34 ±4,48	0,81 ±0,47		7,61 ±3,95	39,91 ±38,09	77,03 ±51,69	0,41 ±0,23				
14.144	1-Bütanol	1144 (1150)	1	0,43 ±0,12	0,50 ±0,00	0,53 ±0,00	0,45 ±0,00	4,66 ±0,47	1,05 ±0,26	0,74 ±0,27	0,56 ±0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,52 ±0,20	0,50 ±0,26	0,70 ±0,12	0,46 ±0,18	102,79 ±71,05	1,17 ±0,69	1,06 ±1,19	0,80 ±0,04				
			60	1,35 ±1,27	0,42 ±0,31	0,72 ±0,44	0,89 ±0,84	476,98 ±0,00	4,58 ±1,33		0,72 ±0,08				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.30. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
14.579	1-Penten-3-ol	1158 (1157)	1						0,40 ±0,11		0,24 ±0,00	0,000	0,000	0,008	0,205
			30					0,33 ±0,00	0,42 ±0,05		0,70 ±0,08				
			60	0,16 ±0,17	0,12 ±0,04	0,24 ±0,00	0,18 ±0,00		0,76 ±0,63		0,59 ±0,27				
16.096	3-Metil-1-bütanol,	1207 (1209)	1	2,42 ±1,19	1,21 ±0,07	1,89 ±0,10	1,58 ±0,96	1,40 ±0,52	0,89 ±0,55	0,81 ±0,06	0,77 ±0,61	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	2,15 ±0,27	1,67 ±0,68	2,47 ±0,33	1,23 ±0,48	77,85 ±22,05	0,88 ±0,45	4,85 ±1,60	0,87 ±0,55				
			60	3,33 ±2,06	3,14 ±0,25	3,62 ±1,70	1,39 ±0,71	101,58 ±26,36	1,26 ±1,17	7,30 ±1,65	0,403 ±0,03				
16.518	2-Hekzanol	1221 (1226)	1									0,017	0,053	0,029	0,005
			30												
			60							0,72 ±0,50					
17.413	1-Pentanol	1250 (1255)	1	3,12 ±0,29	1,56 ±0,34	2,07 ±0,36	1,41 ±0,76	1,66 ±0,21	3,69 ±0,23	1,90 ±0,53	3,04 ±0,07	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	2,35 ±0,51	1,64 ±0,75	2,54 ±0,49	1,75 ±0,06	5,55 ±2,74	5,80 ±2,29	1,26 ±0,14	4,52 ±0,07				
			60	3,49 ±1,03	3,87 ±0,38	2,80 ±0,47	1,28 ±0,56	33,45 ±10,61	6,15 ±0,52	0,57 ±0,15	3,96 ±0,60				
19.399	4-Metil-1-Pentanol	1315 (1311)	1									0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60					1,48 ±0,26							

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.30. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
19.531	2-Heptanol	1319 (1310)	1						0,27 ±0,00		0,71 ±0,16	0,241	0,064	0,084	0,133
			30			0,51 ±0,00			0,41 ±0,19	4,41 ±1,23	0,40 ±0,28				
			60	1,25 ±0,00	0,91 ±0,33	0,49 ±0,17		3,08 ±0,87	16,20 ±16,55		0,47 ±0,23				
19.605	3-Metil-2-büten-1-ol	1322 (1323)	1			1,40 ±0,08	0,50 ±0,22				0,52 ±0,00	0,002	0,000	0,501	0,041
			30	0,50 ±0,29	0,18 ±0,15	0,34 ±0,44	0,22 ±0,07				0,25 ±0,00				
			60	0,98 ±0,00	0,18 ±0,10	0,50 ±0,18	0,17 ±0,05								
20.483	1-Hekzanol	1351 (1356)	1	3,50 ±1,44	2,13 ±0,61	2,71 ±0,21	1,71 ±0,50	1,19 ±0,31	1,42 ±0,02	0,94 ±0,59	0,98 ±0,06	0,000	0,000	0,000	0,000
			30			5,13 ±1,38		93,08 ±74,04	7,23 ±2,97	4,04 ±0,70	3,24 ±0,05				
			60		5,75 ±0,23	4,60 ±0,54		562,89 ±0,00	72,98 ±2,87	8,93 ±3,39	4,75 ±1,27				
21.540	3-Hekzen-1-ol (Z)	1387 (1385)	1									0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60					1,21 ±0,24							
22.184	2-Bütoksi- -etanol,	1409 (1402)	1					0,16 ±0,00	0,19 ±0,00		0,31 ±0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
			30		0,32 ±0,00				0,61 ±0,00	0,73 ±0,43	0,45 ±0,14				
			60							1,07 ±0,00	0,47 ±0,00				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.30. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
23.533	1-Heptanol	1456 (1455)	1	0,52 ±0,30	0,22 ±0,00	0,78 ±0,44	0,20 ±0,17	0,42 ±0,03	9,00 ±0,00	0,38 ±0,00		0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,47 ±0,05	0,29 ±0,00	0,57 ±0,06	0,33 ±0,16			0,93 0,19					
			60	1,16 ±0,76	0,97 ±0,20	0,77 ±0,17	0,64 ±0,33								
24.787	2-Etil-1-hekzanol,	1490 (1484)	1	0,86 ±0,12	0,58 ±0,33	0,84 ±0,39	0,71 ±0,51	0,17 ±0,04	0,26 ±0,00	0,30 ±0,00	0,23 ±0,01	0,028	0,002	0,106	0,629
			30	0,65 ±0,13	0,44 ±0,13	1,27 ±1,21	0,54 ±0,23	0,57 ±0,22	0,55 ±0,19	1,42 ±0,28	0,39 ±0,02				
			60	0,86 ±0,01	0,66 ±0,13	1,13 ±0,57	0,42 ±0,27	0,49 ±0,07	0,31 ±0,11		0,21 ±0,07				
25.284	2-Nonanol	1519 (1532)	1	3,71 ±4,30	1,35 ±0,49	1,30 ±0,90	1,15 ±0,43	1,00 ±0,26	1,31 ±0,19	0,65 ±0,03	0,73 ±0,00	0,591	0,332	0,014	0,840
			30	0,51 ±0,14	0,41 ±0,31	0,68 ±0,02	0,36 ±0,09	0,27 0±,00	0,36 ±0,09	0,43 ±0,21	0,40 ±0,08				
			60	0,43 ±0,49	0,35 ±0,19	0,29 ±0,11	0,27 ±0,15		1,63 ±1,69	0,67 ±0,10					
26.382	1-Oktanol	1560 (1561)	1	0,35 ±0,00	0,35 ±0,16	0,27 ±0,02	0,23 ±0,14	0,25 ±0,04	0,29 ±0,04	0,24 ±0,15	0,26 ±0,11	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,33 ±0,04	0,42 ±0,16	0,43 ±0,08	0,23 ±0,01	3,41 ±2,03	0,48 ±0,05	1,25 ±0,22	1,07 ±0,67				
			60	0,75 ±0,59	0,59 ±0,18	0,52 ±0,15	0,37 ±0,21	70,45 ±0,40	15,20 ±4,71	4,10 ±2,23	2,06 ±1,01				
26.961	2,3-bütandiol	1581 (1580)	1	1,02 ±0,00	2,21 ±0,00	0,60 ±0,00	0,87 ±0,00				4,05 0,94	0,001	0,000	0,000	0,052
			30	0,36 ±0,39	0,52 ±0,00			17,80 ±0,00	1,20 ±0,00	15,85 ±8,33	25,77 ±5,43				
			60					26,97 ±0,00	12,94 ±0,00	48,22 ±22,65	41,92 ±2,42				
Toplam Alkoller (20)				53,87	46,71	57,37	31,10	1801,85	354,66	381,69	228,26				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.5. Asitler

Ağızda ekşi bir tat oluşturmalarına rağmen, uçucu asitler aromadan sorumlu bileşenler arasındadırlar. Tereyağının arzu edilen aroması bütirik ve kaproik asidin eşik değerlerinin altında bir konsantrasyonda interaksiyona girmesiyle oluşmaktadır. Propiyonik asit Swis peynirlerinin esansiyel aromasından sorumlu iken, isovalerik asit en düşük aroma eşiğine sahip olup Limburger peynirlerinde önemli bir bileşendir (Fisher and Schott 1997).

Pastörize sütteki meyvemsi aroma kusurlarının önemli ölçüde etilbütirat, etil hekzanat, etiloktanat ve etil dekanat esterlerinden kaynaklandığı; ransit, sabunumsu aroma kusurunun ise dekanoik ve dodekanoik asitten oluştuğu bildirilmektedir (McGorin 2007).

Asetik asit, 2-metil-propiyonik asit, 3-metil-bütanoik asit, pentanoik asit, bütanoik asit ve hekzanoik asit olmak üzere toplam 6 adet uçucu asit bileşen tespit edilmiştir (Çizelge 4.31). Varyans analiz sonuçlarından görüldüğü gibi hammadde, kullanılan kültür ve depolama periyodunca belirlenen tüm asitler üzerinde istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunurken, bu üç faktörün interaksiyonu asetik asit ve bütanoik asit hariç diğer tüm asitler üzerinde $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.31). Bunlardan asetik, bütanoik ve hekzanoik asit her iki çeşit tereyağında da tüm depolama periyotlarında tespit edilirken, miktarı en fazla olan hekzanoik asit olmuştur. Depolama süresince tespit edilen toplam asitler dikkate alındığında; Yoğurt tereyağlarında Kontrol örneğinde 687,15 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, B örneğinde 514,30, C örneğinde 436,90 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ve D örneğinde ise 314,65 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak tespit edilmiştir. Kremadan üretilen tereyağlarında ise kontrol örneğinde 4030,32 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, B örneğinde 1655,86 $\mu\text{g}/100\text{ g}$, C örneğinde 744,11 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ ve D örneğinde 1460,97 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak tespit edilmiştir.

Asetik asit, her iki çeşit tereyağı örneğinde de tüm depolama periyotlarında tespit edilmiş ve Yoğurt tereyağlarındaki oranının Krema tereyağlarına oranla çok daha yüksek olduğu saptanmıştır. Yoğurt tereyağlarının tüm örneklerinde 30. günlerde artış

gösterirken 60. günlerde miktarı azalmıştır (D örneği hariç). En yüksek asetik asit miktarı C örneğinin 60. gününde (29,87 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), en düşük değeri ise A örneğinin 1. gününde (13,71 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) belirlenmiştir. Krema tereyağlarında A ve D örneklerinde depolama periyodu boyunca düzenli bir artış B ve C örneklerinde ise 30. günlerde azalma 60. günlerde tekrar artma saptanmıştır. En yüksek asetik asit miktarının D örneğinin 60. gününde (397,07 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), en düşük miktarının ise A örneğinin 1. gününde (11,57 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) belirlendiği görülmektedir (Çizelge 4.31).

Asetik asit; heterofermentatif laktobasil ve koliform grubu bakterilerin metabolizması ya da aminoasitlerin oksidatif deaminasyonu ile oluşurken, bütirik asit lipoliz, bütirik asit fermentasyonu veya amino asitlerin parçalanması ile, diğer uçucu yağ asitlerinin ise laktattan oluştuğu ifade edilmiştir (Fox and Wallace, 1997).

Bütanoik asit (bütirik asit) miktarı üzerinde hammadde, kullanılan kültür ve depolama periyodu $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Bütirik asit miktarı her iki çeşit tereyağında da tüm örneklerde depolama süresince artmıştır. En yüksek bütirik asit miktarı Yoğurt tereyağlarında 60. günlerde A kontrol örneğinde (267,48 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) tespit edilirken bunu sırasıyla B (156,73 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), C (75,07 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) ve D (63,96 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise en yüksek bütirik asit miktarı yine aynı 60. günlerde A kontrol örneğinde 2074,74 $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak tespit edilirken, bunu sırasıyla C (454,56 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), B (296,95 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) ve D (136,16 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) örnekleri izlemiştir. Bütirik asit ve hekzanoik asitin tereyağının tat ve aromasında etkili olmadığı bildirilmiştir (Urbach *et al.* 1972, Stark *et al.* 1976). Couvreur *et al.* (2006), %100 mısır slajı, %30 kuru ot+%70 mısır slajı, %60 ot+%40 mısır slajı ve %100 kuru otla beslenen ineklerden elde edilen süttten ürettikleri tereyağlarında bütirik asit miktarlarını sırasıyla 4,3, 3,8, 3,9 ve 3,9 g/100 g olarak tespit etmişlerdir.

Diğer taraftan fermente ürünlerde ve tereyağında belirli bir düzeyin üzerinde tat bozukluğunun göstergesi olduğu ve serbest yağ asitlerinin büyük bölümünün bütirik asit (89,9) olduğu ifade edilmektedir (Jansen and Sampugna 1964). Ancak lipoliz sonucu hangi serbest yağ asidinin hangi miktarda oluşacağı belirli değildir (Tamime and

Robinson 2000). Şenel (2006), %7 yağlı ve pH 4.0 da ürettiği Yoğurt tereyağında bütirik asit miktarını depolamanın 1, 15, 30, 45 ve 60. günlerinde 23,82; 22,99; 17,12; 22,60 ve 14,61 ppm, Krema tereyağlarında ise 40,49; 41,42; 41,41; 37,71 ve 38,15 ppm olarak tespit etmişlerdir. Bütanoik asit miktarlarındaki farklılığın üründen ürüne değiştiği, örneğin yoğurtlarda 8,9-10,8 ppm (Beskhova *et al.* 1998), lipolizin arzu edildiği Roquefort ve Blue peynirlerinde ise 992-1146 ppm olarak tespit edilmiştir (Woo *et al.* 1984). Atamer vd (2005) Yayık ve Krema tereyağlarının bütirik asit miktarında depolama süresince bir değişim olmadığını belirtmişlerdir. Ayrıca bu bileşen miktarının değişkenliğinde sadece mamül maddenin değil çevresel faktörlerinde önemli olduğu üzerine yapılan çalışmalar ışık tutmaktadır. Örneğin, Asetik, bütanoik, propanoik ve bu asitlerin metil esterlerinin sığır çiftliklerinde hakim organik bileşenler olduğu yapılan bir araştırmada ortaya koyulmuştur (Ciganek and Neca 2008). Taze ve tuzlanmış tereyağında bütirik asit miktarı 192 µg/kg tereyağı olarak tespit edilmiştir (Peterson and Reineccius 2003a). Ayrıca bazı örneklerde serbest yağ asitlerinde görülen azalmanın nedeni olarak serbest yağ asitlerinin mikroorganizmalar tarafından katabolize edildiği düşünülmektedir (Şenel 2006). Ayrıca *Penicillium roqueforti* gibi bazı küflerin serbest yağ asitlerini β-oksidasyonla metil ketonlara ve ileri aşamalarda sekonder alkollere parçaladığı bildirilmiştir (Scott 1981, Fox *et al.* 2000). Yapılan bu çalışmada bütanoik asit miktarının mevcut literatürlere göre yüksek çıkmasında saf kültürün yanısıra kullanılan kullanılan kültürün de etkili olduğu düşünülmektedir.

Hekzanoik asit her iki tereyağında da tespit edilirken Krema tereyağlarında daha yüksek olduğu belirlenmiştir. Yoğurt tereyağının A (100,55 µg/100 g), B (66,77 µg/100 g) ve D (53,00 µg/100 g) örneklerinde en yüksek 60. günde, C örneğinde ise 30. günde (80,22 µg/100 g) tespit edilmiştir. Krema tereyağında A, B ve C örneklerinde en yüksek 60. günde sırasıyla 447,41 µg/100 g, 204,03 µg/100 g ve 57,58 µg/100 g olarak tespit edilirken, D örneğinde ise 30. günde (62,00 µg/100 g) belirlenmiştir. Peterson and Reineccius (2003a) tarafından taze üretilmiş ve tuzlanmış tereyağlarında hekzanoik asit miktarını 732 µg/kg olarak tespit etmişlerdir.

Çizelge 4.31. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60) saptanan asit bileşikleri ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
23.901	Asetik asit	1469 (1461)	1	13,71 ±2,73	30,91 ±34,70	19,58 ±7,93	23,54 ±18,94	11,57 ±11,81	241,69 ±138,26	40,44 ±32,92	169,13 ±95,11	0,000	0,000	0,033	0,379
			30	18,18 ±4,39	34,08 ±22,45	32,29 ±8,86	16,23 ±2,34	107,73 ±8,17	215,82 ±100,81	16,37 ±1,72	396,77 ±25,11				
			60	14,74 ±3,45	23,72 ±22,24	29,87 ±1,95	26,83 ±21,78	137,96 ±50,52	382,40 ±233,53	67,21 ±22,33	397,07 ±78,32				
27.153	2-Metil-propanoik asid	1588 (1587)	1									0,000	0,000	0,000	0,001
			30	0,42 ±0,00	1,63 ±1,71			8,34 ±0,00	3,94 ±4,46						
			60	3,09 ±0,00	0,58 ±0,30	0,86 ±0,00	0,64 ±0,00	10,13 ±0,00							
28.651	Bütanoik asit	1650 (1647)	1	39,27 ±22,608	37,64 ±33,78	26,15 ±10,36	14,14 ±26,17	26,15 ±11,07	100,91 ±53,74	16,95 ±19,47	76,29 ±28,76	0,005	0,001	0,001	0,187
			30	72,36 ±10,34	53,64 ±16,02	65,55 ±9,18	21,00 ±4,21	936,44 ±354,51	129,30 ±8,74	20,68 ±8,80	134,21 ±3,24				
			60	267,48 ±132,37	156,73 ±142,10	75,07 ±23,87	63,96 ±31,15	2074,74 ±666,62	296,95 ±139,92	454,56 ±299,75	136,16 ±21,70				
29.940	3-Metil-bütanoik asit	1700 (1673)	1	1,78 ±1,45	1,39 ±0,80	1,09 ±0,01	1,45 ±0,88					0,000	0,000	0,000	0,000
			30	1,93 ±0,05	1,74 ±0,76	2,49 ±0,33	0,79 ±0,03	8,15 ±3,53	2,40 ±0,15		1,29 ±0,05				
			60	2,86 ±2,08	1,60 ±0,00	1,95 ±0,50	1,34 ±1,04	12,71 ±2,20	6,66 ±4,60	4,09 ±0,00					
31.608	Pentanoik asit	1766 (1743)	1		0,75 ±0,00							0,000	0,000	0,000	0,000
			30					4,13 ±0,00							
			60	0,53 ±0,74				5,71 ±0,72							

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.31. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
34.02 9	Hekzanoik asit	1870 (1861)	1	81,18 ±31,81	43,805 ±21,18	42,49 ±1,32	51,81 ±41,89	33,36 ±4,02	31,08 ±9,82	34,85 ±11,07	47,31 ±6,24	<0,000	0,010	<0,000	0,010
			30	69,072 ±9,31	59,31 ±21,27	80,22 ±13,60	39,92 ±3,24	205,79 ±70,45	40,68 ±5,92	31,38 ±9,60	62,00 ±2,70				
			60	100,55 ±9,13	66,77 ±15,85	59,29 ±11,91	53,00 ±14,31	447,41 ±158,31	204,03 ±162,12	57,58 ±25,53	40,74 ±0,10				
Toplam Asitler (6)				687,15	514,30	436,90	314,65	4030,32	1655,86	744,11	1460,97				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetyllactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.6. Laktonlar

Laktonlar pek çok fermente üründe özellikle alkollü içkiler ve süt ürünlerinde aromaya katkıda bulunan bileşiklerdir. Laktonlar gıdalarda mikrobiyal olarak, lipid oksidasyonu sonucu ya da ısıl işlemle oluşabilmektedir (Reineccius 2006). Oldukça düşük koku eşik değerleri nedeniyle (0,1 ppm) yüksek bir aroma değerine sahip olan laktonlar lipid oksidasyonu 4 ve 5-hidroksi asitlere kadar olduğunda oluşarak hidroksi asitleri stabilize ederler ve böylece bu asitlerin ileri oksidasyona uğramasını önlemiş olurlar. 4-Hidroksi ve 5 hidroksi asitler δ -laktona dönüşen asitler olup pek çok süt ürününe, tatlı krema ve süte karakteristik bir aroma kazandırırılar. Çoğu δ -lakton türlerinin hayvansal ürünlerde bulunurken γ -laktonlarındaha çok bitkilerde bulunduğu ve tereyağı benzeri kokunun δ -dekalaktonlardan ileri geldiği belirtilmektedir (Fisher and Schott 1997). Diğer taraftan laktonların süt ürünlerinde aromaya direkt katkılarının olmadığı ancak destekleyici olarak katkı sağladıkları bildirilmektedir (McGorin 2007).

Bu çalışmada, tek bir lakton (δ -hekzalakton) bileşiği tespit edilmiştir. Edris and Schirle-Keller (2010) tereyağında yaptıkları çalışmada aynı sonucu bulmuşlardır. Bu durumun ya laktonların tespit edilemeyecek kadar az ya da uygulanan yöntemden kaynaklanabileceğini bildirmişlerdir. Yağdaki laktonların tespitinde bazı problemler olabileceği, bu amaçla en uygun yöntemlerin izotop-dilüsyon, silisik asit adsorpsiyon kromatografisi ya da buhar distilasyon metodu olduğu bildirilmiştir (Ellis and Wong 1975). Diğer taraftan Peterson and Reineccius (2003a) taze tereyağlarında δ -hekzanolakton, δ -oktanolakton, δ -dekanolakton and γ -dodekanolakton tespit etmişlerdir. Lakton oluşumu yemleme, mevsim, yetiştirme ve laktasyonun evresine bağlı olduğu bildirilmiştir (Fox *et al.* 2000).

Çizelge 4.32. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan lakton bileşiği ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
30.709	δ-hekzalakton	1728 (1710)	1												
			30												
			60	0,65 ±0,91	0,36 ±0,02	0,36 ±0,00				1,23 ±0,00					
Toplam lakton				0,65	0,36	0,36				1,23					

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.7. Sülfürlü bileşenler

Şarap, bira ve peynir gibi fermente ürünlerini de içine alan pek çok üründe bulunan uçucu sülfürlü bileşenler çok düşük aroma eşik değerlerine sahip olmalarına rağmen gıda aromalarında temel etkiye sahiptirler. Kükürt içeren aminoasitlerden L-metiyonin ile L-sisteinden oluşan metantiyolün peynirlerde bulunduğu ve dimetil sülfid, dimetil disülfid gibi diğer uçucu sülfür bileşenlerine ya da S-metil asetat gibi S-metiltiyoesterlere dönüşebildiği ifade edilmiştir (Berger 2007).

Varyans analiz sonucuna göre karbon disülfid üzerine kullanılan kültür $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunurken diğer faktörlerin önemli olmadığı bulunmuştur (Çizelge 4.33). Bu bileşen her iki tereyağı örneğinde de bulunmuş fakat Yoğurt tereyağı örneklerindeki miktarının daha yüksek olduğu saptanmıştır (Çizelge 4.33). Yoğurt örneklerinde tespit edilen en yüksek karbon disülfid miktarı A örneğinin 1. gününde (176,38 $\mu\text{g}/100\text{ g}$), en düşük değer ise B örneğinin 30. gününde (26,78 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) belirlenmiştir. Krema tereyağlarında en yüksek karbon disülfid miktarı C örneğinin 30. gününde (16,35 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) en düşük ise A örneğinin 30. gününde (0,02 $\mu\text{g}/100\text{ g}$) saptanmıştır. Sülfürlü bileşenlerden özellikle metantiyol, dimetil disülfid ve hidrojen sülfid yumuşak ve yüzey olgunlaştırmalı peynirlerde güçlü bir sarımsak ya da kokmuş aromaya neden olurlar (McGorin 2007).

Reddy *et al.* (1967)'nin bildirildiğine göre, süt aromasıyla ilişkili olduğu ileri sürülen dimetil sülfidin yem kaynaklı aroma kusuruna neden olduğu ilk defa Patton *et al.* (1956) açıklanmıştır. Bir gıdanın karakteristik aroma bileşeni düşük miktarlarda aromaya olumlu katkıda bulunurken yüksek konsantrasyonda olumsuz tat ve aromaya neden olabilmektedir. (Scarlata and Ebeler 1999). Örneğin az miktarda dimetil sülfid patlamış mısır aromasıyla biranın aroma karakteristiğine katkıda bulunurken yüksek miktarda iken istenmeyen lahanamsı veya haşlanmış sebze aromasına neden olurken peynirlerde ise çürümüş sebze aromasına neden olur (Zehentbauer and Reineccius 2002).

Çizelge 4.33’de varyans analiz sonuçlarından görüldüğü gibi dimetil sülfid üzerine hammadde, kullanılan kültür, depolama periyodu ve bu üç faktörün interaksyonu istatistiksel olarak önemli bulunmuştur ($p<0,01$). Dimetilsülfid sadece Krema tereyağlarında A örneğinde 1. günde (0,31) tespit edilmiş olup diğer örneklerin hiçbirinde tespit edilememiştir. Diğer taraftan dimetil sülfid tereyağı kültürü, kültürlü krema, kültürle üretilen Krema tereyağı, tatlı Krema tereyağı ve yayıklama ekipmanlarından izole edildiği ve tereyağının tipik aromasından sorumlu olduğu rapor edilmiştir (Day *et al.* 1964). Bu bileşenin tereyağındaki asidik maddelerin ve diasetilin keskin aromasını baskıladığını (Kinsella 1975), bu nedenle dimetil sülfidin sütün önemli aroma bileşeni olduğu bildirilmiştir (Day *et al.* 1964).

Bu araştırmada, dimetil disülfid üzerinde sadece kullanılan kültürün önemli olduğu Çizelge 4.33’de görülmektedir. Bu bileşen Krema tereyağlarında C örneğinde 1. gün ve A örneğinin 60. günü hariç tüm örneklerde tespit edilmiş ve Krema tereyağlarındaki miktarı Yoğurt tereyağlarındaki miktarına oranla daha yüksek bulunmuştur. Yoğurt tereyağlarındaki en yüksek disülfid, dimetil miktarı A örneğinin 1. gününde ($7,5 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) Krema tereyağlarında ise B örneğinin 1. gününde ($1,13 \mu\text{g}/100 \text{ g}$) tespit edilmiştir. Dimetil disülfidin hem ışık hemde mikrobiyal kaynaklı bir ürün olduğu belirtilmiştir (Jung *et al.* 1998).

Çizelge 4.33. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60 gün) saptanan sülfür bileşikleri ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğut tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
5.431	Karbon disülfid	762 (791)	1	176,38 ±182,43	71,91 ±16,82	47,56 ±37,12	78,97 ±61,52	0,12 ±0,00	2,77 ±2,63	15,46 ±6,14	0,21 ±0,12	0,636	0,000	0,419	0,755
			30	59,09 ±17,21	26,78 ±1,37	61,26 ±15,47	63,05 ±51,88	0,02 ±0,00	0,95 ±0,47	16,35 ±4,88	0,60 ±0,30				
			60	79,11 ±15,54	78,70 ±53,88	63,37 ±6,11	76,73 ±11,98	0,04 ±0,00	0,26 ±0,03	12,45 ±7,85	0,41 ±0,04				
5.591	Dimetil sülfid	771 (777)	1					0,31 ±0,08				0,000	0,000	0,000	0,000
			30												
			60												
12.105	Disülfid dimetil	1076 (1078)	1	7,50 ±6,81	0,59 ±0,19	3,88 ±4,16	0,54 ±0,04	0,11 ±0,00	1,13 ±0,00		0,63 ±0,00	0,449	0,020	0,050	0,202
			30	0,72 ±0,34	0,43 ±0,40	0,69 ±0,01	0,53 ±0,02	0,16 ±0,06	0,39 ±0,25	0,24 ±0,00	0,26 ±0,00				
			60	0,77 ±0,24	0,80 ±0,11	0,82 ±0,53	0,96 ±0,66		0,48 ±0,08	0,26 ±0,00	0,33 ±0,04				
Toplam Sülfürlü Bileşenler (3)				323,57	179,21	177,58	220,78	0,76	5,98	44,76	2,44				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kullanılan kültür, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.8. Terpenler

Terpenler yaygın olarak baharat, turunçgiller ve otlarda bulunan, 5 karbonlu izoprene bağlı açık, kapalı, doymuş, doymamış, oksijen, azot ve kükürt gibi yapılar içerebilen hidrokarbonlar olarak tanımlanabilmektedirler (Reineccius 2006). Terpen hidrokarbonlarının aroma ve koku üzerinde çok az etkileri olup, hoş olmayan aroma bozukluklarına neden olmaları nedeniyle doğal bileşenleri olan esansiyel yağlardan bu özellikleri ile ayrılırlar (Berger 2007).

Terpen bileşikler bitki esaslı uçucu maddeler olup süt ve süt ürünlerinde bulunan bu bileşenler hayvanın beslenme şekline ve rasyona bağlı olarak değişiklik göstermektedir (Curioni and Bosset 2002).

α -Thujen, sadece Yoğurt tereyağı örneklerinde depolamanın başlangıcında saptanmıştır. Krema tereyağlarında ise α -thujene rastlanmamıştır. α -thujen üzerine sadece kullanılan kültür $p<0,01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34).

Terpen bileşiklerinden α -pinen ve β -pinen her iki çeşit tereyağında da tüm depolama süresince tespit edilmiş ve terpenler içerisinde miktarı en yüksek bileşikler olarak görülmüştür. α -Pinen üzerine sadece kullanılan kültür $p<0,01$ düzeyinde önemli iken, β -pinen üzerinde kullanılan kültür $p<0,01$, hammadde ise $p<0,05$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34).

D-limonen üzerine bütün faktörler istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.34). D-limonen, Yoğurt tereyağı örneklerinde tespit edilemezken, Krema tereyağlarının B ve D örneklerinde 1. ve 30., A örneğinde 30., C örneğinde ise 1. günde tespit edilmiş diğer periyotlarda belirlenmemiştir. Terpen bileşiklerinin ot kaynaklı olduğu düşünüldüğünde, Krema tereyağı üretiminde kullanılan kremanın ticari bir işletmeden temin edilmiş olması kremanın farklı yemlerle beslenmiş

inek sütlerinden elde edilmiş olması bu bileşenin sadece Krema tereyağlarında tespit edilmiş olmasının nedeni olarak düşünülmektedir.

Limonen ve β -pinen turunęgil ve terebentinin ana bileşenleri olup portakal yağında %90 dan fazla bulunmaktadır (Berger 2007).

Yapılan varyans analiz sonucuna göre champen üzerine hammadde ve kullanılan kültür istatistiksel olarak $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Her iki çeşit tereyağında da depolamaya bağlı olarak artış ve azalış gösteren champen, Krema tereyağlarının A ve C örneklerinde sadece 1. ve 30. günlerde, B rneğinde sadece 1. günde tespit edilmiş diğer örneklerde ise tespit edilememiştir. Yoğurt tereyağlarında ise kontrol örneğinde depolamaya bağlı olarak azalış gösterirken, kültür kullanılarak üretilen B, C ve D örneklerinde depolamayla birlikte miktarları artmıştır (izelge 4.34).

Çizelge 4.34. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan terpen bileşikleri ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
10.236	α-thujen	1011 (1017)	1	0,55 ±0,04	0,30 ±0,04	0,55 ±0,38	0,28 ±0,09					0,457	0,000	0,135	0,825
			30												
			60												
10.635	α-pinen	1025 (1026)	1	8,56 ±3,32	4,08 ±0,51	4,70 ±0,16	3,77 ±0,86	1,36 ±0,08	2,03 ±0,50	1,58 ±0,32	1,47 ±0,24	0,441	0,000	0,510	0,650
			30	5,07 ±2,81	4,12 ±1,60	6,10 ±0,54	3,85 ±0,09	1,12 ±0,62	2,18 ±0,24	1,89 ±0,66	1,64 ±0,47				
			60	6,19 ±1,79	5,40 ±0,77	6,65 ±3,47	6,57 ±4,49	1,39 ±0,15	1,53 ±0,05	2,41 ±1,67	1,09 ±0,10				
11.886	Champene	1068 (1065)	1	7,48 ±3,27	3,72 ±0,30	4,12 ±0,37	3,46 ±1,32	0,07 ±0,00	0,11 ±0,00	0,07 ±0,05	0,08 ±0,04	0,005	0,000	0,155	0,107
			30	4,86 ±1,91	3,36 ±1,23	5,89 ±0,28	4,00 ±0,37	0,76 ±0,16		8,62 ±3,59	0,09 ±0,05				
			60	6,14 ±0,47	4,23 ±3,29	6,07 ±2,24	5,68 ±2,76				0,02 ±0,00				
13.202	β-pinen	1113 (1108)	1	1,69 ±1,20	0,78 ±0,04	0,89 ±0,02	0,70 ±0,26	0,16 ±0,00	0,37 ±0,21	0,26 ±0,00	0,32 ±0,32	0,043	0,000	0,529	0,636
			30	1,21 ±0,56	0,57 ±0,00	1,33 ±0,04	0,62 ±0,22	0,63 ±0,34	0,54 ±0,04	0,42 ±0,04	0,38 ±0,09				
			60	1,55 ±0,47	1,12 ±0,13	1,23 ±0,59	1,03 ±0,55	0,52 ±0,00	0,40 ±0,09	0,27 ±0,11	0,20 ±0,05				
16.030	D-Limonen	1205 (1200)	1						0,57 ±0,00	0,39 ±0,14	0,21 ±0,17	0,000	0,000	0,000	0,000
			30					0,57 ±0,00	0,52 ±0,00		0,33 ±0,02				
			60												
Toplam Terpenler (5)				43,30	27,68	37,53	29,96	6,58	8,25	15,91	5,83				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kültür çeşidi, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.4.9. Diğer bileşikler

Hidrokarbonlar lipid oksidasyonu sonucu oluşan ikincil bileşenlerdir. Aroma üzerine büyük bir etkileri olmamasına rağmen diğer aroma bileşenlerinin oluşumunda öncül bileşen olabilecekleri bildirilmiştir (Ortigosa *et al.* 2001).

Bu araştırmada, diğer bileşenler olarak sınıflandırılan benzen, toluen, stiren ve kloroform her iki tereyağında tespit edilen ve miktar olarak fazla olan bileşenlerdir (Çizelge 4.35). Cihaz tarafından herhangi bir nedenle (koku değerinin düşük olması vs.) tanılaması yapılmayan bileşenler bilinmeyen olarak adlandırılmıştır. Ciganek and Neca (2008) tarafından domuz ve sığır çiftliklerinde ahır iç ortamı, ahır dış ortamında havada bulunan toz, çiftlik yolu üzerindeki toz ve çiftlik toprağından alınan örneklerde SPME/GC-MS analizi ile uçucu organik bileşenleri tespit etmişlerdir. Toluene, benzen ve stiren aromatik hidrokarbonlar olarak sınıflandırılırken, kloroform klorlu bileşikler grubunda değerlendirilmiştir. Çalışmada toluen ve benzen gibi bileşiklerin araçlardan yayıldığını bu nedenle yoldaki ve toprak örneklerinde baskın organik bileşikler olduğu tespit edilmiştir. Lozano *et al.* (2007), mumlu kağıt ve alüminyum folyo ile paketledikleri tereyağlarının uçucu aroma bileşenlerini tespit ettikleri çalışmalarında ambalaj materyalinin stiren üzerinde etkili olduğunu ve alüminyum folyonun stirenin son ürüne geçişini önlemede en iyi ambalaj materyali olduğunu ifade etmişlerdir.

Toluene diğer kaynakların yanısıra β -karotenin parçalanmasından kloroformun ise sağım öncesi süt sağım alet ve ekipmanlarının temizliğinde kullanılan sanitasyon malzemesinden kaynaklanabileceği ifade edilirken (Marsili and Miller 1998).

Çizelge 4.35. Tereyağı örneklerinde depolama süresince (1, 30 ve 60. gün) saptanan diğer bileşikler ortalamaları (µg/100 g)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
4.44	Karbondiyoksit	697	1		2,79 ±0,00				8,75 ±0,00	6,21 ±2,18	2,69 ±1,67	<0,000	<0,000	<0,000	0,057
			30						5,53 ±0,00	1,66 0,00	5,54 ±0,00				
			60	12,99 ±0,00	6,60 ±0,00				9,08 ±4,14	5,45 ±1,67	3,54 ±0,00				
4.849	Etil eter	723	1	39,76 ±37,60	4,61 ±0,00	21,19 ±20,40	12,46 ±11,60		36,78 ±0,00		18,60 ±0,00	0,766	0,315	<0,000	0,005
			30					10,15 ±0,00	6,84 ±0,60	7,37 ±1,64	7,53 ±2,14				
			60					3,65 ±0,00	7,26 ±2,14	4,22 ±1,68	5,69 ±0,99				
4.888	Bilinmeyen1	726	1		20,35 ±0,00							0,054	<0,000	<0,000	0,003
			30	21,72 ±10,49	14,36 ±11,40	21,29 ±3,55	11,06 ±1,96								
			60												
6.932	Bilinmeyen2	857	1			0,15 ±0,00		0,73 ±0,19	0,99 ±0,23	1,85 ±0,74	0,92 ±0,02	0,005	<0,000	0,399	0,451
			30	0,10 ±0,00				1,21 ±0,50	1,03 ±0,26	2,13 ±0,92	1,11 ±0,26				
			60				0,16 ±0,07	1,47 ±0,01	1,51 ±0,31	1,56 ±0,12	0,96 ±0,07				
8.580	Benzen	942 (938)	1			0,17 ±0,00		2,61 ±0,00	1,97 ±0,00			<0,000	<0,000	0,570	0,063
			30					1,74 ±0,00	2,51 ±0,00	1,22 ±0,00					
			60					3,27 ±1,23		2,07 ±0,02					

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kültür çeşidi, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.35. (devam)

				Yoğurt tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
8.822	Furan,2-etil	952 (957)	1		0,12 ±0,04		0,12 ±0,00		0,33 ±0,10		0,11 ±0,00	0,000	0,366	0,000	0,018
			30	0,30 ±0,02	0,14 ±0,00	0,16 ±0,00	0,10 ±0,05		0,41 ±0,26		0,78 ±0,03				
			60	0,46 ±0,22	0,27 ±0,02	0,53 ±0,31	0,25 ±0,20		0,68 ±0,30		0,57 ±0,26				
8.954	Octane,2,2,6-trimetil	958	1	1,03 ±0,26				1,01 ±0,27	4,80 ±5,50	0,84 ±0,01	0,80 ±0,26	0,564	0,000	0,000	0,789
			30	2,78 ±0,77		3,13 ±0,23	2,07 ±0,10	139,67 ±85,29	113,82 ±54,80	145,38 ±21,84	117,37 ±18,24				
			60	6,23 ±4,62	5,31 ±2,07	3,91 ±1,50	2,55 ±1,86	166,64 ±40,18	151,04 ±105,98	105,65 ±0,63	83,71 ±9,50				
9.943	Bilinmeyen 3	1000	1			1,33 ±0,00	0,13 ±0,01	0,45 ±0,15	0,43 ±0,07	0,53 ±0,27	0,43 ±0,05	0,207	0,000	0,007	0,460
			30	0,24 ±0,00	0,22 ±0,06	0,57 ±0,0	0,26 ±0,00	1,87 ±1,22	1,56 ±0,11	2,43 ±1,05	1,31 ±0,82				
			60	0,07 ±0,00		0,24 ±0,16	0,55 ±0,00	1,98 ±0,39	0,79 ±0,65	0,67 ±0,25	1,39 ±1,56				
10.352	Bilinmeyen 4	1015	1						0,34 ±0,0			0,286	0,000	0,000	0,933
			30		0,11 ±0,00			9,26 ±7,93	6,85 ±4,81	5,72 ±0,25	5,48 ±0,24				
			60	0,71 ±0,00	0,24 ±0,00			8,34 ±2,23	7,73 ±3,67	4,95 ±0,60	3,72 ±0,15				
10.458	Kloroform	1019 (1013)	1	24,24 ±30,90	1,36 ±0,92	11,91 ±15,45	1,25 ±0,78	1,93 ±1,30	8,07 ±9,05	1,83 ±0,79	3,63 ±4,89	0,581	0,861	0,541	0,423
			30	2,60 ±1,54	1,71 ±1,41	0,29 ±1,93	1,76 ±0,24	7,92 ±5,98	5,73 ±3,07	6,47 ±0,25	5,77 ±1,18				
			60	2,49 ±0,83	1,91 ±0,87	3,45 ±1,67	3,07 ±2,53	5,06 ±1,19	5,95 ±0,92	6,37 ±2,21	4,22 ±0,13				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kültür çeşidi, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği
D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.35. (devam)

				Yoğurt Tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
11.115	Toluene	1042 (1038)	1	15,20 ±1,98	7,32 ±2,16	10,39 ±3,01	7,79 ±4,30	5,86 ±2,98	11,33 8,18	7,17 ±3,22	7,92 ±2,98	0,021	0,007	0,099	0,003
			30	9,17 ±1,27	6,27 ±2,05	11,36 ±1,84	7,02 ±1,96	14,01 ±5,63	3,48 ±0,36		3,22 ±0,31				
			60	15,68 ±7,27	9,85 ±1,33	9,35 ±1,34	8,41 ±2,81	4,60 ±1,77	9,13 ±5,44	14,10 ±0,00	2,27 ±0,12				
13.512	Bilinmeyen5	1123	1	5,63 ±5,03	3,35 ±0,15	3,67 ±1,17	3,55 ±1,19	0,03 ±0,00				0,329	<0,000	0,005	0,037
			30	4,28 ±1,00	3,47 ±1,68	5,63 ±0,63	3,63 ±0,42	0,46 ±0,22	0,63 ±0,00						
			60				4,14 ±1,54	2,28 ±0,0							
17.815	Stiren	1263 (1264)	1	6,21 ±0,00	0,39 ±0,45	4,36 ±0,00	0,37 ±0,00	0,21 ±0,00	0,42 ±0,13	0,18 ±0,06	0,25 ±0,00	0,080	0,016	0,060	<0,000
			30	0,39 ±0,16	0,82 ±0,73	0,96 ±0,60	0,55 ±0,36	1,68 ±1,34	1,29 ±0,28	1,13 ±0,15	0,74 ±0,25				
			60	0,88 ±0,79	0,82 ±0,29	0,63 ±0,56	3,15 ±0,00	1,41 ±0,19	3,66 ±3,14	1,03 ±0,25	0,63 ±0,19				
18.273	Bilinmeyen 6	1278	1				0,08 ±0,00	0,21 ±0,0	0,54 ±0,01	0,26 ±0,01	0,26 ±0,18	0,060	0,492	0,009	0,158
			30	0,39 ±0,40	0,54 ±0,31	0,49 ±0,33	0,30 ±0,20	0,38 ±0,23	0,43 ±0,14	0,44 ±0,00	0,38 ±0,08				
			60	0,39 ±0,30	0,39 ±0,05	0,45 ±0,17	0,81 ±0,93		1,17 ±0,00		0,39 ±0,26				
19.851	Bilinmeyen 7	1330	1		0,17 ±0,00	0,21 ±0,07	0,21 ±0,14	0,14 ±0,01	0,73 ±0,45		0,53 ±0,00	0,000	0,000	0,000	0,000
			30	0,20 ±0,14	0,18 ±0,13	0,52 ±0,00	0,19 ±0,08		0,69 ±0,06		0,62 ±0,04				
			60				0,14 ±0,00								

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kültür çeşidi, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

Çizelge 4.35. (devam)

				Yoğurt Tereyağı				Krema tereyağı				Varyasyon kaynakları (p<0,05)			
RT	Uçucu Bileşikler	RI	Gün	A	B	C	D	A	B	C	D	K	L	M	K×L×M
20.924	Bilinmeyen 8	1366	1	1,75 ±0,73	1,02 ±0,03	1,46 ±0,03	1,07 ±0,37	0,58 ±0,06	0,42 ±0,09		0,29 ±0,09	0,04	0,00	0,00	0,000
			30	1,53 ±0,15	1,25 ±0,87	2,38 ±0,31	0,99 ±0,20	1,84 ±0,26	0,27 ±0,02	0,29 ±0,09					
			60	2,17 ±0,15	1,51 ±0,29	2,22 ±0,79	3,29 ±3,66	7,70 ±0,00	0,09 ±0,00	0,41 ±0,11					
21.384	Bilinmeyen 9	1381	1					0,07 ±0,00	0,80 ±0,26		0,52 ±0,00	0,000	0,07	0,00	0,059
			30					0,24 ±0,06	1,67 ±1,46	2,32 ±1,12	0,66 ±0,05				
			60							0,31 ±0,00	0,29 ±0,00				
Toplam Diğer Bileşikler (17)				179,60	97,45	121,64	81,48	410,66	427,53	341,52	294,46				

RI: Alıkonma indeksi, RT: Alıkonma zamanı, K: Hammadde (yoğurt ve krema); L: Kültür çeşidi, M: Depolama periyodu

A: Kontrol, B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2) ile üretilen tereyağı örneği, C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ile üretilen tereyağı örneği

D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) ile üretilen tereyağı örneği

4.5. Tereyağı Örneklerinin Duyusal Analiz Sonuçları

Yoğurt ve kremadan kültür ilavesiz (A: kontrol), farklı iki kültür (B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%2), C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%2) ve bu iki kültür kombinasyonu (D: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1) kullanılarak üretilen tereyağı örneklerine ait duyusal analiz sonuçları Çizelge 4.36'da, varyans analiz sonuçları Çizelge 4.37'de ve önemli çıkan ortalamalar arasındaki farkı belirlemek üzere yapılan Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları ise Çizelge 4.38'de verilmiştir.

Çizelge 4.36. Tereyağı örneklerine ait duyuusal analiz sonuçları ortalamaları (En yüksek 9, en düşük 1)

Kullanılan kültür	Tereyağı çeşidi	Depolama süresi	Renk	Tekstür	Koku	Lezzet	Yabancı tat ve aroma	Acılık	Genel kabul edilebilirlik
A	Yoğurt tereyağı	1	8,13	7,96	7,15	7,04	7,00	7,21	7,25
		15	8,13	8,17	7,33	6,85	7,50	7,17	7,25
		30	7,87	7,12	6,94	6,62	7,17	7,33	6,73
		45	7,79	7,08	6,75	6,62	6,58	6,92	6,71
		60	7,62	7,21	6,40	6,44	6,50	6,42	6,17
	Krema tereyağı	1	7,94	7,85	7,46	7,44	7,46	7,52	7,65
		15	8,04	8,25	7,50	7,59	7,71	7,67	7,71
		30	8,21	8,33	7,67	7,67	7,83	7,79	7,79
		45	8,04	7,87	6,37	5,88	6,46	5,79	6,17
		60	7,96	7,46	6,00	5,62	6,00	5,62	5,92
B	Yoğurt tereyağı	1	8,29	7,98	8,08	7,99	8,08	8,25	8,29
		15	8,25	8,04	7,87	7,42	8,25	8,10	8,00
		30	7,81	7,31	7,42	7,52	7,67	7,08	7,10
		45	7,75	7,12	7,00	6,67	6,83	6,75	6,71
		60	7,25	6,46	6,35	6,67	6,25	6,33	6,23
	Krema tereyağı	1	7,75	7,60	7,08	6,77	7,62	7,75	7,10
		15	7,96	8,02	7,77	7,69	7,92	7,92	7,73
		30	8,08	8,21	7,67	7,42	7,75	7,87	7,71
		45	8,25	8,08	7,42	6,54	7,17	6,37	6,92
		60	7,79	7,29	6,37	6,35	6,65	6,33	6,55
C	Yoğurt tereyağı	1	8,17	7,83	7,33	7,17	7,33	7,33	7,50
		15	7,98	7,62	7,65	7,67	8,08	7,75	7,94
		30	7,96	7,85	7,50	7,25	7,50	7,25	7,27
		45	7,81	7,37	7,19	6,79	7,04	6,67	6,58
		60	7,62	7,21	6,67	6,50	6,67	6,17	6,33
	Krema tereyağı	1	7,75	7,54	7,08	6,77	7,21	7,37	7,02
		15	8,04	7,75	7,29	7,12	7,58	8,08	7,48
		30	8,12	8,25	7,25	6,67	7,17	7,71	7,21
		45	8,21	7,92	7,42	7,08	7,00	7,04	7,33
		60	7,90	7,58	6,62	6,08	6,92	6,83	6,54
D	Yoğurt tereyağı	1	7,92	7,71	7,50	7,33	7,25	7,67	7,33
		15	8,10	8,00	7,73	7,33	7,83	7,75	7,71
		30	8,25	8,17	7,50	6,94	7,37	7,44	7,42
		45	7,60	7,54	7,19	6,83	7,17	6,81	7,12
		60	7,67	7,50	6,87	6,62	6,92	6,75	6,85
	Krema tereyağı	1	7,75	7,37	7,37	7,21	7,50	7,67	7,42
		15	7,83	7,79	7,60	7,37	7,56	7,96	7,62
		30	8,12	8,12	7,54	7,42	7,67	7,75	7,81
		45	8,12	7,92	7,25	7,17	7,21	7,25	7,50
		60	7,96	8,04	7,50	7,17	7,69	7,75	7,33
En düşük			7,25	6,46	6,35	5,62	6,25	5,62	5,92
En yüksek			8,29	8,33	8,08	7,99	8,25	8,25	8,29
Ortalama			7,94	7,71	7,22	6,98	7,28	7,23	7,18

A: Kontrol (kültür ilavesiz)

B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen tereyağı örnekleri

C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

D: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* + *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

Çizelge 4.37. Tereyağı örneklerinin duyu analizi sonuçlarına ait varyans analiz sonuçları

Varyasyon kaynakları	SD	Renk	Tekstür	Koku	Lezzet	Yabancı tat ve aroma	Acılık	Genel kabul edilebilirlik
Kullanılan kültür (K)	3	0,315	1,658	4,753**	222,2	3,841*	3,908*	4,356*
Hammadde (H)	1	4,695*	20,876**	0,009	0,300	0,307	1,704	1,087
Depolama periyodu (Gün) (D)	4	7,767**	11,545**	15,828**	9,862**	17,697**	21,227**	19,969**
K×H	3	0,144	2,047	0,439	1,674	0,709	1,526	0,692
K×D	12	1,152	2,617*	1,243	0,783	1,456	1,143	1,141
H×D	4	11,292**	8,081**	0,816	0,840	0,672	1,096	1,995
K×H×D	12	0,868	0,851	1,179	1,325	0,850	1,029	1,511
Hata	40							
Genel	80							

*p<0,05 düzeyinde önemli **p<0,01 düzeyinde önemli

Çizelge 4.38. Tereyağı örneklerinin duyu analizi test sonuçlarına ait Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları

		Renk	Tekstür	Koku	Lezzet	Yabancı tat ve aroma	Acılık	Genel kabul edilebilirlik
Kültür çeşidi	A	7,97±0,20 ^a	7,73±0,49 ^a	6,96±0,57 ^b	6,78±0,76 ^b	7,02±0,64 ^b	6,94±0,81 ^b	6,93±0,76 ^c
	B	7,92±0,33 ^a	7,61±0,62 ^a	7,30±0,71 ^a	7,10±0,67 ^{ab}	7,42±0,73 ^a	7,28±0,93 ^{ab}	7,23±0,76 ^{ab}
	C	7,96±0,26 ^a	7,69±0,34 ^a	7,20±0,48 ^{ab}	6,91±0,65 ^{ab}	7,25±0,60 ^{ab}	7,22±0,66 ^{ab}	7,12±0,59 ^{bc}
	D	7,93±0,26 ^a	7,82±0,33 ^a	7,41±0,27 ^a	7,14±0,29 ^a	7,42±0,30 ^a	7,48±0,41 ^a	7,41±0,30 ^a
Depolama süresi	1	7,96±0,22 ^a	7,73±0,29 ^{bc}	7,38±0,33 ^a	7,21±0,40 ^a	7,43±0,32 ^b	7,60±0,33 ^a	7,45±0,40 ^a
	15	8,04±0,18 ^a	7,96±0,25 ^a	7,59±0,26 ^a	7,38±0,35 ^a	7,80±0,34 ^a	7,80±0,34 ^a	7,68±0,32 ^a
	30	8,06±0,19 ^a	7,92±0,45 ^{ab}	7,43±0,27 ^a	7,19±0,41 ^a	7,52±0,26 ^{ab}	7,53±0,30 ^a	7,38±0,37 ^a
	45	7,95±0,30 ^a	7,61±0,41 ^c	7,07±0,43 ^b	6,70±0,55 ^b	6,93±0,37 ^c	6,70±0,61 ^b	6,88±0,56 ^b
	60	7,72±0,28 ^b	7,34±0,56 ^d	6,60±0,69 ^c	6,43±0,80 ^b	6,70±0,78 ^c	6,53±0,88 ^b	6,49±0,68 ^c

*Farklı harflerle gösterilen ortalamalar istatistiksel olarak birbirinden farklıdır (p<0,01)

A: Kontrol (kültür ilavesiz)

B: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ile üretilen tereyağı örnekleri

C: *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

D: *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* + *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri

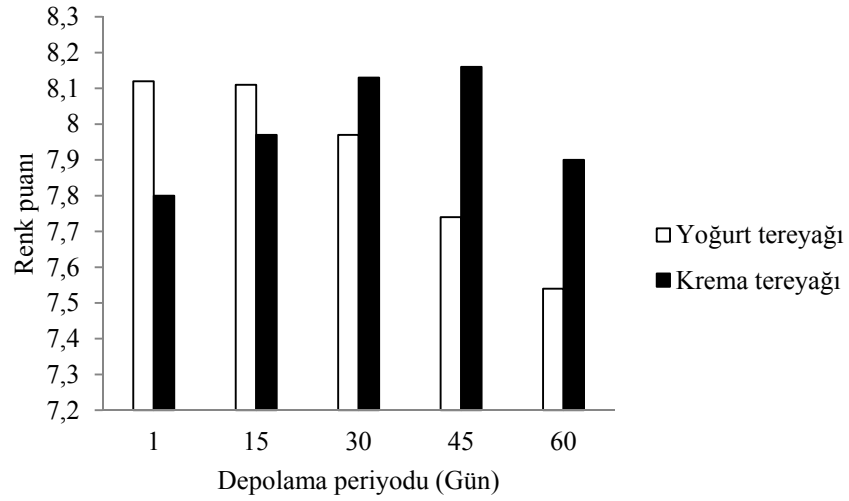
4.5.1. Renk

Tereyağı örneklerine panelistler tarafından verilen renk puanları Çizelge 4.36'da verilmiştir. Yoğurt tereyağı örneklerinde en düşük renk puanı (7,25) B örneğinde depolamanın 60. gününde, en yüksek renk puanı ise (8,29) yine aynı örnekte 1. günde belirlenmiştir. Krema tereyağı örneklerinde en düşük renk puanı (7,75) B, C ve D örneklerinde depolamanın 1. günlerinde belirlenirken en yüksek renk puanı ise (8,25) B örneklerinin 45. gününde tespit edilmiştir.

Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin renk puanları üzerinde hammaddenin etkisi istatistiksel olarak $p<0,05$ düzeyinde, depolama periyodunun etkisi ise $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37). Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür farklılığına ait renk puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Çizelgeden görüldüğü gibi en yüksek renk puanı A kontrol örneğinde belirlenirken bunu sırasıyla C, D ve B örnekleri takip etmiş ancak örneklerin renk puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli ($p>0.05$) bulunmamıştır.

Tereyağı örneklerinde depolama sürelerine ait renk puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38'de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama renk puanları depolamanın 30. gününde, en düşük ortalama renk puanları ise depolamanın 60. gününde belirlenirken 45. güne kadar istatistiksel olarak farklılık bulunmamıştır. 60. günde oksidasyona bağlı olarak renkte meydana gelen değişiklik, renk puanının düşmesinin nedeni olarak düşünülmüştür.

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun renk puanlarına etkisi Şekil 4.20'de görülmektedir.



Şekil 4.20. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun renk puanlarına etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.20’de görüldüğü gibi Yoğurt tereyağlarında renk puanları depolama süresine bağlı olarak gittikçe azalmış, Krema tereyağlarında ise 45. güne kadar artarken 60. günde azalmıştır. Hayaloğlu (1999) tarafından yapılan bir araştırmada, panelistlerce yoğurttan yapılan tereyağlarında renk yoğunluğunun yetersiz olduğu ve rengin üniform olmadığı ifade edilmiştir. Bulgularımız bu yönde paralellik göstermektedir.

Tereyağı; açık renk, krem beyazdan koyu beyaza kadar değişen bir renk ile kremimsi sarıdan portakal sarısına kadar değişen bir renk aralığında karakterize edilmektedir. Bu renk değişimi hayvan beslenmesi, mevsim, yağ globül büyüklüğü, tereyağının tuzlu ve tuzsuz oluşu, üretim şartları ile doğal olarak renklendirici ilave edilme durumuna göre değişiklik arz etmektedir (Hettinga 2005).

4.5.2. Tekstür

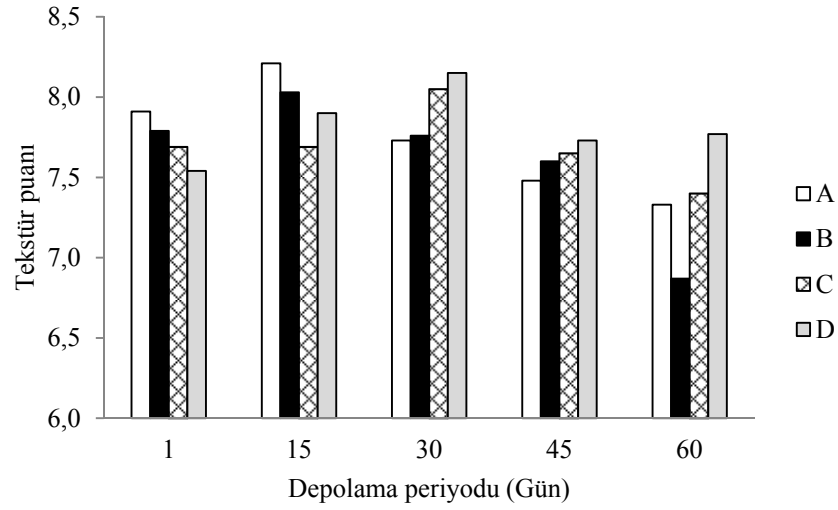
Yoğurt tereyağlarının tekstür puanlarının 7,08 ile 8,17, Krema tereyağlarında ise 7,29 ile 8.33 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin tekstür puanları üzerinde hammadde, depolama periyodu ve hammadde×depolama periyodu interaksiyonunun $p<0,01$ düzeyinde, kullanılan

kültür×depolama periyodu interaksiyonunu ise $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait tekstür puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi en yüksek ortalama tekstür puanı D örneğinde, en düşük ortalama tekstür puanı ise B örneğinde belirlenmiştir. Örneklerin tekstür puanları arasındaki fark istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır.

Tereyağı örneklerinde depolama süresine bağlı tekstür puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Buna göre, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama tekstür puanları depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama tekstür puanları ise depolamanın 60. gününde belirlenmiştir. Kesler (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, 60 gün depolanan ve depolamanın 10, 20, 40 ve 60. günlerinde analiz edilen tereyağı örneklerinin tekstür puanlarının 20. günde arttığı diğer günlerde gittikçe azaldığı belirlenmiştir. Bulgularımız bu yönde paralellik göstermektedir. Krause *et al.* (2007) buzdolabı ($5\pm1^{\circ}\text{C}$) ve derin dondurucu ($-18\pm1^{\circ}\text{C}$) da 0, 6, 12, 18 ve 24 ay depolanan örneklerde her iki çeşit depolamada da zamana bağlı olarak rengin açıldığını, dondurulmuş örneklerin 12 aylık depolama sonunda buzdolabında depolanan örneklere nazaran daha sarımsı olduğunu ifade etmişlerdir. Yine aynı araştırmada tereyağları arasında depolama sürecinde duyuşal olarak algılanabilecek görsel bir farklılığın saptanmadığını belirtmişlerdir.

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi Şekil 4.21’de görülmektedir.

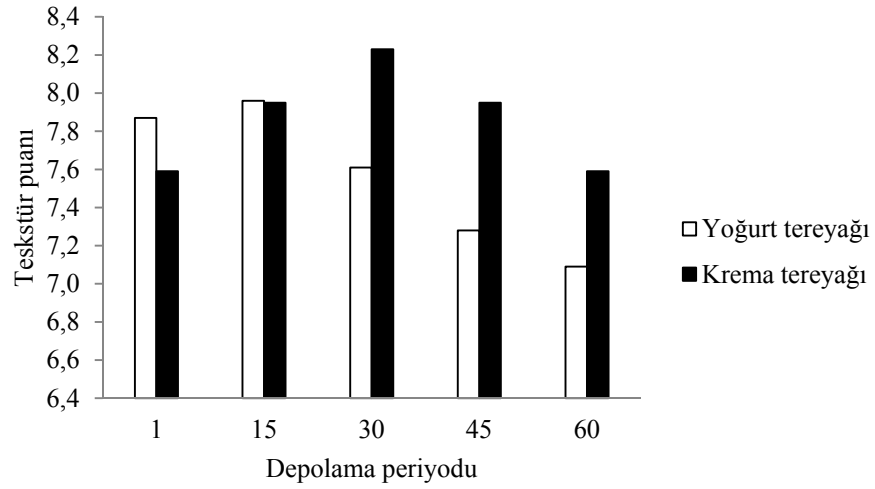


Şekil 4.21. Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi (kültür×depolama periyodu)

Şekil 4.21’de görüldüğü gibi A ve B kültürleri ile üretilen örneklerde tekstür puanlarının depolamanın 15. gününde arttığı diğer günlerde ise gittikçe azaldığı belirlenmiştir. C kültürü ile üretilen örneklerde ise tekstür puanları 15. güne kadar sabit kalmış, 30. günde artmış diğer günler yeniden azalmıştır. D kültürü ile üretilen örneklerde tekstür puanları 30. güne kadar artarken 45. günde azalmış ve 60. günde tekrar artış göstermiştir.

Tereyağının tekstürel özelliklerinde yağ asidi kompozisyonu ve üretim metodunun önemli olduğu belirtilirken, stabil reolojik özellikte tereyağı elde etmede mevsime bağlı olarak ortaya çıkan kimyasal bileşimdeki farklılığın dikkate alınması gerektiği ve uygun üretim metodunun seçiminde bu kimyasal bileşiminin bilinmesinin önemli olduğu ifade edilmiştir (Hettinga 2005).

Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi Şekil 4.22’de görülmektedir.



Şekil 4.22. Tereyağı örneklerinde hammadde ve depolama periyodunun tekstür puanlarına etkisi (hammadde×depolama periyodu)

Şekil 4.22’de görüldüğü gibi tekstür puanları Yoğurt tereyağlarında depolamanın 15. gününde artmış, diğer günler gittikçe azalmıştır. Krema tereyağlarında ise tekstür puanlarının 30. güne kadar arttığı diğer günlerde azaldığı belirlenmiştir. Genel olarak kremadan üretilen tereyağlarının tekstürü yoğurttan üretilenlerden daha yüksek bulunmuştur. Bulgularımız Hayaloğlu (1999) tarafından yapılan bir araştırma ile de benzerlik göstermektedir. Walstra (1995) yağ globül membranı ve membranda yer alan ve emülsifiyer özelliği olan lesitinin ürün içinde kalarak tereyağının sürülebilme yeteneği üzerinde önemli rol oynadığını bildirmiştir (Şenel 2006). Diğer taraftan Şenel (2006) tarafından yapılan bir çalışmada %7 ve %14 yağlı yoğurttan elde edilen tereyağlarının Krema tereyağlarına nazaran daha yüksek puanlar aldığı, bunun nedeninin ise yoğurt jelindeki ağ yapısına yağ globüllerinin dahil olması ve yayıklama sırasında yağ globül membran materyali ve yüzey aktif maddelerin Yoğurt tereyağlarında daha fazla tutulmasından ileri geldiği ifade edilmiştir. Kulkarni and Ramamurthy (1985) tekstür üzerinde sıcaklık/depolamanın etkisinin trigliseridlerin depolama sırasındaki katılaşmasındaki değişimden kaynaklanabileceğini bildirmiştir (Krause *et al.* 2007).

4.5.3. Koku

Yoğurt tereyağlarının koku puanlarının 6,35-8,08 arasında, Krema tereyağlarının ise 6,00 ile 7,77 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin koku puanları üzerinde kullanılan kültür ve depolama periyodunun $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir. Yoğurt ve kremadan yapılan tereyağlarının koku özellikleri bakımından farkını belirlemek amacıyla yapılan istatistiksel analizde, hammadde farklılığının (krema ve yoğurt) tereyağlarının koku özelliği üzerinde istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılığa neden olmadığı görülmüştür (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültür farklılığına ait koku puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi, koku bakımından en yüksek ortalama değer D örneğinde, en düşük ortalama değer ise A kontrol örneğinde belirlenmiştir. Buna göre karışık kültürle üretilen tereyağları en yüksek ortalama puanı almakla birlikte B örneğinden istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır. Tereyağı için önemli bir duyusal kriter olan koku üzerine farklı kültür kullanımının olumlu bir etki yapmış ve kontrole göre kültür kullanılan tüm tereyağlarında koku puanları yüksek bulunmuştur.

Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait koku puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama koku puanlarının depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama koku puanlarının ise depolamanın 60. gününde belirlendiği görülmektedir. Koku puanları 30. gün dahil 7 nin üzerinde (iyi) ve istatistiksel olarak farksız bulunurken 45 ve 60. günlerde puanların düştüğü görülmüştür. Ancak yine de kabul edilebilir sınırdaki değerler almıştır. Şimşek (2010) tarafından yapılan bir araştırmada tereyağlarında koku puanlarının depolamaya bağlı olarak gittikçe olumsuz yönde etkilendiği belirlenmiştir.

4.5.4. Lezzet

Yoğurt tereyağlarının lezzet puanlarının 6,44 ile 7,99 arasında, Krema tereyağlarında ise bu değerlerin 5,62 ile 7,69 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin lezzet puanları üzerinde depolama periyodunun $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait lezzet puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü gibi lezzet bakımından en yüksek ortalama değer D tereyağı örneklerinde, en düşük ortalama değer ise A kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Sagdic *et al.* (2002) en yüksek lezzet puanını yoğurt kültürü ile ürettikleri Krema tereyağlarının aldığını ifade etmişlerdir.

Tereyağı örneklerinde depolama süresine bağlı olarak lezzet puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama lezzet puanlarının depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama lezzet puanlarının ise depolamanın 60. gününde belirlendiği görülmektedir. 30. gün dahil lezzet puanlarının 7’nin üzerinde ve istatistiksel olarak farklı olmadığı, 45. ve 60. günlerinde kendi aralarında istatistiksel olarak önemli bulunmamıştır. Ancak ilk bir aydan düşük olması tereyağı tüketim tarihi için bir kriter olabileceğinin de gösterebilir. Bulgularımız Şimşek (2010) tarafından elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

4.5.5. Yabancı tat ve aroma

Yoğurt tereyağlarının yabancı tat ve aroma puanlarının 6,25 ile 8,25 arasında, Krema tereyağlarında ise bu değerlerin 6,00 ile 7,92 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin yabancı tat ve aroma puanları

üzerinde kullanılan kültür $p<0,05$ ve depolama periyodu $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait yabancı tat ve aroma puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Yabancı tat ve aroma hissetmeme bakımından en iyi değer B ve D tereyağı örneklerinde, en düşük ortalama değer ise A kontrol örneklerinde belirlenmiştir.

Tereyağı örneklerinde depolama sürelerine ait yabancı tat ve aroma puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama yabancı tat ve aroma puanlarının depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama yabancı tat ve aroma puanlarının ise depolamanın 60. gününde belirlendiği görülmektedir. Tereyağına probiyotik kültür ve lif ilavesi ile fonksiyonel özellik kazandırılması amacıyla yapılan bir araştırmada, üretilen tereyağları 60 gün depolanmış ve örneklerle 10, 20, 40 ve 60. günlerde yapılan analizlerde yabancı tat ve koku puanlarının 20. günde arttığı sonraki depolama günlerinde gittikçe azaldığı belirlenmiştir (Kesler 2008). Bulgularımız bu araştırma sonuçları ile paralellik göstermektedir.

4.5.6. Acılık

Yoğurt tereyağlarının acılık puanlarının 6,17 ile 8,25 arasında, Krema tereyağlarında ise bu değerlerin 5,62 ile 8,08 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin acılık puanları üzerinde kullanılan kültür $p<0,05$ ve depolama periyodu $p<0,01$ düzeyinde istatistiksel olarak önemli farklılık bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kültüre ait acılık puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de görüldüğü

gibi acılık bakımından en yüksek ortalama değer D tereyağı örneklerinde, en düşük ortalama değer ise A kontrol örneklerinde belirlenmiştir. Buna göre en az acılık D örneğinde hissedilmiştir.

Tereyağı örneklerinde depolama sürelerine ait acılık puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama acılık puanlarının depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama acılık puanlarının ise depolamanın 60. gününde belirlendiği görölmektedir. İlk 30 gündeki ortalama değerler istatistiksel olarak birbirinden farksız bulunmuştur. 45. ve 60. gündeki değerler ise yine istatistiksel olarak birbirinden farksız ancak 30 günlük değerlerden düşük puanlar almıştır. Bununla birlikte hepsi kabul edilebilir değerler arasındadır. Panelistlerce tereyağlarının acılık derecesi aısından yenilmeyecek düzeye gelmediği belirtilmiştir. Kesler (2008) tarafından yapılan bir araştırmada, farklı kùltür kombinasyonları kullanılarak üretilen tereyağlarının acılık derecelerinin depolamaya bağlı olarak artış veya azalış gösterdiği belirtilmiştir.

4.5.7. Genel kabul edilebilirlik

Yoğurt tereyağlarının genel kabul edilebilirlik puanlarının 6,17 ile 8,29 arasında, Krema tereyağlarında ise bu değerlerin 5,92 ile 7,81 arasında değiştiği belirlenmiştir (Çizelge 4.36). Varyans analiz sonuçlarından tereyağı örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde kullanılan kùltür istatistiksel olarak $p < 0,05$ ve depolama periyodu ise $p < 0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur (Çizelge 4.37).

Tereyağı örneklerinde kullanılan kùltüre ait genel kabul edilebilirlik puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Çizelge 4.38’de göröldüğü gibi genel kabul edilebilirlik bakımından en yüksek ortalama değer D örneğinde, en düşük ortalama değer ise A kontrol örneklerinde belirlenmiştir. B ve C örneklerinin genel kabul edilebilirlik puanları ise birbirlerine benzerlik göstermektedir.

Tereyağı örneklerinin depolama sürelerine ait genel kabul edilebilirlik puanları ortalamalarının Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçları Çizelge 4.38’de verilmiştir. Duncan çoklu karşılaştırma test sonuçlarından, tereyağı örneklerine ait en yüksek ortalama genel kabul edilebilirlik puanlarının depolamanın 15. gününde, en düşük ortalama genel kabul edilebilirlik puanlarının ise depolamanın 60. gününde belirlendiği görülmektedir. İlk 30 günde genel kabul edilebilirlik değerleri daha yüksek ve istatistiksel olarak farksız bulunurken 45 ve 60. gündeki genel kabul edilebilirlik puanları düşmüş ve istatistiksel olarak farklı bulunmuştur. Bununla birlikte depolama süresince bulunan tüm değerler kabul edilen sınırlar içerisinde (>6).

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada; kontrol (kültür ilave edilmeksizin üretilen tereyağı, A), *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* ilavesi ile üretilen tereyağı (B), *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ilavesi ile üretilen tereyağı (C) ve bu iki kültür kombinasyonu kullanılarak üretilen Yoğurt ve Krema tereyağlarında (D), depolamanın 1., 15., 30., 45. ve 60. günlerinde mikrobiyolojik, kimyasal ve duyuşal özellikler ile 1, 30 ve 60. günlerde aroma bileşenleri ve kullanılan kültürlerin bu bileşenler üzerine etkileri incelenmiştir.

Araştırma sonuçları toplu olarak incelendiğinde aşağıda başlıklar halinde verilen sonuçlar elde edilmiştir.

Mikrobiyolojik analizler

1. Tereyağlarının toplam bakteri sayısı üzerine kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu ve hammadde×depolama periyodunun etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Yoğurt tereyağında depolama süresince toplam bakteri sayısında azalma olurken krema tereyağlarında artış ve azalışlar görülmüştür.

2. Tereyağlarının maya ve küf sayısı üzerine kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu ve kullanılan kültür×hammaddenin etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Maya ve küf sayısı Krema tereyağı D örneğinde 60 günlük depolama süresince <2 log kob/g düzeyinde bulunurken diğer örneklerde depolama süresince artmıştır. Yoğurt tereyağlarında ise en yüksek kontrol örneğinde, en az C örneğinde tespit edilmiştir. Ayrıca, maya ve küf sayısının Krema tereyağlarında Yoğurt tereyağlarından çok daha yüksek olduğu dikkat çekmiştir. Maya ve küf sayısı üzerinde kullanılan kültürün etkili olduğu ve özellikle krema tereyağlarında maya ve küf sayısını azaltma veya önlemede D örneğindeki kombinasyonun [*Leu. mesenteroides* subsp.

cremoris (%1)+*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* (%1)] etkili olduğu sonucuna varılmıştır.

3. Ne Yoğurt ne de Krema tereyağı örneklerinde 60 günlük depolama süresince koliform grubu bakteri bulunmamıştır (<1 log kob/g).

4. *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı üzerinde hammadde, depolama periyodu ve hammadde×depolama periyodunun etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* kültürünü sadece B ve D örnekleri içerdiğinden kontrol ve C örneklerinde *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayımı yapılmamıştır. *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısı her iki çeşit tereyağı örneğinde de genel olarak depolama süresince azalmıştır. Ancak bu azalış Yoğurt tereyağlarında 45., ve 60. Günlerde hemen hemen aynıyken, Krema tereyağlarında ise 15. güne kadar sabite yakinken 30. günden itibaren azalma daha belirgindir. Üretimde kullanılan yoğurtların pH değerlerinin kremadan daha düşük olması, ayrıca Krema tereyağlarında başlangıçtaki *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* sayısının Yoğurt tereyağlarına göre daha yüksek sayıda bulunması, bu durumun sebebi olarak düşünülmektedir.

5. Kullanılan kültür, hammadde, depolama periyodu ile bunların interaksyonu *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* üzerinde $p<0,01$ düzeyinde etkili bulunmuştur. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sadece C ve D örneklerinin üretiminde kullanıldığından bu iki örnek değerlendirmeye alınmıştır. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı her iki çeşit tereyağında da C örneğinde daha yüksek bulunmuştur. *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* sayısı yoğurttan üretilen tereyağlarında depolama süresince düzenli bir azalış gösterirken, Krema tereyağı örneklerinde ise fazla bir değişim gözlenmemiştir. Bu sonuçların, Yoğurt ve Krema tereyağlarının pH ve % asitlik değerlerinin farklılığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

6. *S. thermophilus* yoğurt üretiminde kullanıldığı için sadece Yoğurt tereyağlarında sayım yapılmıştır. *S. thermophilus* sayısı depolama süresince artış ve azalışlar göstermiş

45. güne kadar olan bu değişimler istatistiksel olarak önemli iken 45. ve 60. günler önemli bulunmamıştır.

7. *Lb. delbrueckii* subsp. *bulgaricus* sayısı depolama süresince genel olarak azalma göstermiş ancak bu azalma 30. günden sonra istatistiksel olarak farklı bulunmamıştır.

Kimyasal analizler:

1. Tereyağı örneklerinde kurumadde, yağ ve yağsız kurumadde miktarları üzerinde kullanılan kültür, hammadde ve kullanılan kültür×hammadde $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Krema tereyağı örneklerinin kurumadde miktarlarının Yoğurt tereyağı örneklerinden daha yüksek olduğu ve en yüksek kurumadde miktarının her iki çeşit tereyağında da kontrol örneğinde bulunduğu tespit edilmiştir.

2. Krema tereyağı örneklerinin yağ miktarlarının Yoğurt tereyağı örneklerinden önemli düzeyde yüksek olduğu görülmüştür. Yoğurt tereyağları arasında en yüksek yağ miktarı kontrol örneğinde, Krema tereyağları arasında ise C örneğinde saptanmıştır. Bu sonuçlara tereyağı üretiminde kullanılan hammaddenin yağ miktarı veya asitlik değerlerinin farklılığı neden olarak gösterilebilir.

3. Krema tereyağlarının yağsız kurumadde miktarı Yoğurt tereyağlarına göre daha yüksek bulunmuştur. En düşük yağsız kurumadde miktarı yoğurt tereyağında B ve D örneklerinde saptanmıştır, krema tereyağlarında ise D örneğinde belirlenmiştir. Yağsız kurumaddenin tereyağından uzaklaştırılması bazı nedenlerden dolayı zor olduğundan (aroma kaybı, standardizasyon problemi vb), tereyağının raf ömrü ve dayanımı düşünüldüğünde özellikle D kültürünün avantajlı olduğu söylenebilir. Yağsız kurumadde miktarı depolama süresince her iki çeşit tereyağında da artış ve azalışlar göstermiştir.

4. Tereyağlarının pH değerleri üzerine incelenen bütün faktörler ve bunların interaksiyonları $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Krema tereyağı örneklerinin

pH'sının Yoğurt tereyağı örneklerine göre yüksek olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeninin Yoğurt tereyağı üretiminde kullanılan yoğurdun son pH'sının 4,2, Krema tereyağı yapımında kullanılan kremanın son pH'nın ise 5,2-5,6 olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Yoğurt tereyağlarında pH değerleri bütün örneklerde aynıyken, krema tereyağlarında ise en düşük pH değerleri B ve D örneklerinde tespit edilmiştir.

5. Tereyağlarının % asitlik değerleri üzerine kullanılan kültür ve depolama periyodu $p<0,05$ düzeyinde, hammadde ve hammadde×depolama periyodu ise istatistiksel olarak $p<0,01$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Tereyağı örneklerine ait en yüksek asitlik değeri B kültürü ile üretilen örneklerde en düşük ise C kültürü ile üretilen örneklerde tespit edilmiştir. Diğer taraftan Krema tereyağı örneklerinde depolama süresince % asitlik değerlerinde artış, Yoğurt tereyağı örneklerinde ise azalış görülmüştür. Bu durum *L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis* suşunun asit üretim kapasitesinin *Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* suşundan daha yüksek olmasından kaynaklanmaktadır.

6. Hammadde ve depolama periyodu ile hammadde×depolama periyodunun tereyağlarının SYA değeri üzerindeki etkisi istatistiksel olarak önemli ($p<0,05$) bulunmuştur. Krema tereyağlarında SYA miktarında depolama süresince düzenli bir artış görülürken Yoğurt tereyağlarında 45. güne kadar sabit kalmış 60. günde azalma göstermiştir. Yoğurt tereyağı örneklerinin SYA değerleri Krema tereyağı örneklerinden daha yüksek bulunmuştur. SYA ile % asitlik değerleri arasında pozitif bir korelasyon ($r=0,412$, $p<0,01$) olduğu görülmüştür.

7. Peroksit değeri üzerinde hammadde ve depolama ile kullanılan kültür×hammadde ve hammadde×depolama periyodu interaksiyonları istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) bulunmuştur. Yoğurt tereyağı örneklerinden en düşük peroksit değeri D örneğinde tespit edilirken, bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağı örneklerinde ise C ve A örneklerinde peroksit değerleri eşit olup, bunları B ve D örnekleri izlemiştir. Peroksit değerleri bakımından dikkat çeken bir sonuç; Yoğurt tereyağı örneklerinde depolamanın 1. gününde peroksit değeri tespit edilemezken daha sonraki dönemlerde

artış göstermesidir. Yoğurt tereyağı örneklerinde 45. günde bir azalma, 60. günde tekrar artış görülmüştür. Krema tereyağı örneklerinde ise 45. günde artmış, 60. günde sabit kalmıştır. Her iki tereyağında dikkati çeken bir diğer husus ise Krema tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin Yoğurt tereyağlarından daha düşük olmasıdır. Bu durum Krema tereyağı örneklerinin yağ içeriklerinin Yoğurt tereyağı örneklerinden fazla oluşuyla ilişkilendirilmiştir. Nitekim, yağ miktarı yüksek ürünlerde peroksit değerinin azaldığı yönünde literatürler mevcuttur. Sonuç olarak hammadde ve kullanılan kültüre bağlı olarak depolama süresince peroksit değerinin değiştiği açıkça görülmüştür. Birincil oksidasyon ürünlerinin tat ve aroma üzerinde negatif bir etkilerinin olmaması, Yoğurt tereyağlarında peroksit değerinin yüksek çıkması açısından olumsuz bir durum teşkil etmemektedir.

8. TBA değerleri üzerinde hammadde ve depolama periyodu ile kullanılan kültür×hammadde ve hammadde×depolama interaksiyonları $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Yoğurt tereyağı A, B ve D örnekleri TBA değeri bakımından hemen hemen eşitken C örneğinde bunlardan yüksek bulunmuştur. Kremadan üretilen tereyağlarında ise B ve D örnekleri hemen hemen aynı iken en düşük A örneğinde tespit edilmiştir. Krema tereyağı örneklerinde TBA değerleri depolama süresince artmış, Yoğurt tereyağı örneklerinde ise artış ve azalışlar görülmüştür. Tat ve aroma üzerindeki olumsuz etkileri nedeniyle arzu edilmeyen ikincil oksidasyon ürünlerinin ölçütü olan TBA değerinin Yoğurt tereyağlarında depolamayla birlikte artmasına rağmen depolama sonunda Krema tereyağından düşük olması Yoğurt tereyağlarının oksidasyona karşı daha stabil olduğu sonucunu ortaya çıkarmıştır.

Duyusal analizler:

1. Renk, tekstür, koku, lezzet, yabancı tat ve aroma, acılık ve genel kabul edilebilirliğin duyusal kriter olarak değerlendirildiği bu çalışmada; depolama periyodunun etkisi bu özellikler üzerine istatistiksel olarak önemli ($p<0,01$) derecede etkili bulunmuştur.

2. Hammadde, renk ve tekstür puanları üzerine üzerine $p<0,01$ düzeyinde etkili bulunurken, kullanılan kültür ise yabancı tat ve aroma, acılık ve genel kabul edilebilirlik puanları üzerinde yine $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Söz konusu özellikler dikkate alındığında, genel olarak Yoğurt tereyağlarının Krema tereyağlarından daha yüksek puanlar aldığı görülmüştür. Ayrıca, depolama süresince verilen puanlar düşse de genel olarak tüm örnekler “iyi” olarak değerlendirilen puanlar almıştır.

Uçucu aroma bileşenleri:

Yoğurt ve Krema tereyağı örneklerinde belirlenen uçucu aroma bileşiklerinin tespiti SPME-GC-MS yöntemiyle depolamanın 1, 30 ve 60. günlerinde saptanmıştır. Her bir bileşenin ortalama pik alanlarına ait veriler gruplara (ester, aldehit, keton, alkol, asit, sülfürlü bileşen, terpen, lakton ve diğer bileşenler) ayrılarak sonuçlar $\mu\text{g}/100\text{ g}$ olarak ifade edilmiştir.

1. Bu araştırmada tereyağı örneklerinde 24 ester, 20 alkol, 12 keton, 8 aldehit, 6 asit, 5 terpen, 3 sülfürlü bileşen, 1 lakton ve 17 diğer bileşikler olmak üzere toplam 96 adet aroma bileşiği tespit edilmiştir. Diğer bileşikler grubunda 8 aroma maddesi çeşitli hidrokarbon bileşiklerinden oluşurken, 9 bileşenin tanısı yapılamadığı için bilinmeyen olarak adlandırılmıştır.

2. Asetik asit tiyo S-metil ester, izopentil hekzonat, 2-metil-bütanal, α -thujen sadece Yoğurt tereyağı örneklerinde, propiyonik asit 2-metil-etil ester, bütanoik asit 2-metil ester, asetik asit bütül ester, 2-bütanoik asit etil ester, bütanoik asit bütül ester, bütanoik asit 3-metil bütül ester, asetik asit hekzil ester, propiyonik asit 2-hidroksi metil ester, bütanoik asit hekzil ester, 2-hekzenal E, 4 metil-1-pentanol, 3-hekzen 1-ol Z, dimetil sülfid, d-limonen sadece Krema tereyağlarında tespit edilirken, genel olarak diğer bütün aroma maddeleri her iki tip tereyağında da belirlenmiş, ancak miktar bakımından farklılıklar bulunmuştur. Asetik asit pentil ester, asetik asit heptil ester, 3-metil-bütanal, 3-metil-2-bütanal, 2-hekzanon, 1-penten 3-ol, 2-metil-propiyonik asit depolamayla

birlikte ortaya çıkarken, dekanolik asit etil ester depolamanın başlangıcında tespit edilirken, depolama süresince tespit edilememiştir.

3. Toplam ester bileşikleri (24) dikkate alındığında Krema tereyağlarındaki ester bileşikleri miktarı Yoğurt tereyağlarından daha fazla bulunmuştur. Yoğurt tereyağlarında ester bileşikleri miktar olarak en fazla kontrol örneğinde tespit edilirken bunu sırasıyla C, B ve D örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise C örneği başta olmak üzere bunu A (kontrol), D ve B örnekleri izlemiştir. SYA Krema tereyağlarında depolama süresince artış sergilerken Yoğurt tereyağlarında ise depolama süresince pek fazla artmamış ve sabite yakın bir durum sergilemiştir. Bu durum Yoğurt tereyağlarında daha az ester bileşiğinin oluşmasına neden olmuş olabilir.

4. Asetik asit, bütanoik asit, oktanoik asit etil ester, dekanolik, dodekanoik asit metil ester tüm depolama boyunca her iki çeşit tereyağında da tespit edilen ester bileşikleridir.

5. Ester bileşikleri içerisinde asetik asit tiyo S-metil ester sadece Yoğurt tereyağlarında tespit edilmiştir. Asetik asit tiyo S-metil ester miktarı D örneğinde 30. günde azalış 60. günde artış gösterirken diğer tüm örneklerde depolama süresince azalmıştır. Tiyoesterler SYA ve serbest sülfidril grupları arasında termal yolla oluşan bileşiklerdir. Yoğurt tereyağının hammaddesi olan yoğurdun protein oranının kremadan yüksek olması ve yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlem görmesi bu bileşiğin sadece Yoğurt tereyağlarında oluşmasının nedeni olabilir.

6. Toplam aldehit miktarı Yoğurt tereyağları arasında en az B örneğinde bulunmuş ve bunu sırasıyla D, C ve A örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise en az aldehit miktarı C örneğinde tespit edilirken bunu sırasıyla D, B ve A örnekleri izlemiştir.

7. Asetaldehit, bütanal, 3-metil-bütanal, hekzanal, 3-metil-2-bütanal, ve benzaldehit her iki çeşit tereyağında da tespit edilen aldehit bileşikleridir. 2-hekzanal E, Yoğurt tereyağında, 2-metil-bütanal, ise Krema tereyağında tespit edilmeyen bileşiklerdir.

3-Metil-bütanal, Yoğurt tereyağında sadece 60. günlerde, Krema tereyağlarında ise C kültürü kullanılarak üretilen örnekler hariç diğer tüm örneklerde ve tüm depolama süresince tespit edilmiştir. Ayrıca, asetaldehit ve bezaldehit her iki çeşit tereyağında da tüm depolama boyunca bulunan aldehit bileşikler olup diğerleri farklı periyotlarda belirlenmiştir.

8. Asetaldehit miktarı üzerinde sadece kullanılan kültür $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmasına rağmen miktar olarak Yoğurt tereyağlarında daha fazla bulunmuştur. Yoğurt tereyağlarında A ve B örneklerinde depolama süresince azalma, C örneğinde 30. günde artma 60. günde azalma, D örneğinde ise tam tersi durum görülmüştür. Krema tereyağlarında ise depolama süresince artmış ve en yüksek miktar B örneğinde $4,33 \mu\text{g}/100 \text{ g}$ olarak belirlenmiştir. Bu durumun pH ve su içeriğine bağlı olabileceği sonucuna varılmıştır.

9. Aseton (2-propanon), 2-bütanon, diasetil (2,3-bütandion), 2-pentanon, 2,3-pentandion, 2-hekzanon, 2-heptanon, asetoin (3-hidroksi-2-bütanon), 2-nonanon, 8-nonen-2-one, 2-dekanon ve 2-undekanon tespit edilen keton bileşikleridir. Toplam keton miktarı açısından değerlendirildiğinde; Yoğurt tereyağlarında en az D örneğinde tespit edilmiş bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise en az keton miktarı C örneğinde tespit edilmiş bunu D, A ve B örnekleri izlemiştir. Kültür kullanımının diasetil miktarını artırdığı sonucuna varılmıştır.

10. Diasetil ve 2-bütanon üzerinde hammadde, kullanılan kültür ve depolama süresi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diasetil Yoğurt tereyağlarında A, B ve C örneklerinde depolamayla azalırken D örneğinde artmıştır. Krema tereyağlarında ise A ve C örneklerinde depolamayla azalmış ve 60. günde tespit edilememiştir. B ve D örneklerinde ise depolamayla artmıştır. Yoğurt tereyağlarında diasetil miktarının az olması suda çözünürlüğü nedeniyle yayıkaltına geçmiş olmasıyla ilişkilendirilmiştir. Ancak kontrol örneğine oranla kültür kullanılarak üretilen örneklerde daha yüksek bulunmuştur.

11. 2,3 Pentandion üzerine kullanılan kültür ve depolama süresi $p<0,01$ düzeyinde, hammadde ise $p<0,05$ seviyesinde önemli bulunmuştur. Yoğurt tereyağı örneklerinde en düşük 2,3 pentandion miktarı B örneğinde 60. günde, en yüksek miktar ise C örneğinde 30. günde tespit edilmiştir.

12. Yoğurt ve Krema tereyağlarından elde edilen alkol bileşikleri; 2-propanol, etanol, 2-metil-1-propanol, 2-pentanol, 1-bütanol, 1-penten-3-ol, 3-metil-1-bütanol, 2-hekzanol, 1-pentanol, 4-metil-1-pentanol, 2-heptanol, 3-metil-2-büten-1-ol, 1-hekzanol, 3-hekzen-1-ol (Z), 2-bütoksi-etanol, 1-heptanol, 2-etil-1-hekzanol, 2-nonanol, 1-oktanol ve 2,3-bütandiol olarak tespit edilmiştir. Bunlar içerisinde etanol ve 1-bütanol, 3 metil-1-bütanol ve 1-pentanol miktar olarak en fazla tespit edilen alkol bileşikleri olup bütün değişkenler açısından $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Diğer taraftan 1-heptanol ve 2-propanol Yoğurt tereyağlarında tüm depolama periyotlarında tespit edilirken, Krema tereyağlarında bazı periyotlarda tespit edilmiştir. 1-hekzanol ise Krema tereyağlarında tüm periyotlarda Yoğurt tereyağlarında ise bazı periyotlarda tespit edilen açucu alkol bileşikleridir.

13. Yoğurt tereyağlarına oranla kremadan üretilen tereyağlarında toplam alkol miktarının daha fazla olduğu belirlenmiştir. Yoğurt ve Krema tereyağlarında en düşük toplam alkol miktarı D örneğinde, en yüksek alkol bileşikleri Yoğurt tereyağlarından C örneğinde, kremadan üretilen tereyağlarında ise A örneğinde bulunmuştur. Buna göre D karışık kültürlü örneğin alkol oluşumunu engellediği söylenebilir. Ayrıca Yoğurt tereyağı üretiminde de kültür kullanımının faydalı olacağı sonucuna varılmıştır.

14. Asetik asit, 2-metil-propanoik asit, bütanoik asit, 3-metil-bütanoik asit, pentanoik asit ve hekzanoik asit tespit edilen asitlerdir. Toplam asit miktarı Yoğurt tereyağlarında en az D örneğinde bulunmuş, bunu sırasıyla C, B ve A örnekleri takip etmiştir. Krema tereyağlarında ise en az C örneğinde tespit edilirken bunu sırasıyla D, B ve A örnekleri takip etmiştir. Tespit edilen tüm asitler üzerinde hammadde, kullanılan kültür ve depolama süresi $p<0,01$ düzeyinde önemli bulunmuştur. Asetik asit, bütanoik asit ve

hekzanoik asit her iki çeşit tereyağında da tüm depolama süresince bulunan ve miktar bakımından fazla olan asitlerdir.

15. Tereyağlarında kimyasal formülü 2 (3H)-Furanon,5-etildihidro olan δ -hekzalakton olmak üzere tek bir çeşit lakton bileşeni tespit edilmiştir. Bu bileşen Yoğurt tereyağlarında D örneğinde bulunmazken diğer örneklerde 60. günde belirlenmiş, Krema tereyağlarında ise sadece C örneğinde 60. günde tespit edilmiştir. Bu durum için ya bu bileşenin tespit edilemeyecek düzeyde olması ya da uygulanan yöntemin yeterli olmadığı sonucu çıkarılmıştır.

16. Tereyağlarında tespit edilen sülfürlü bileşenler karbon disülfid, dimetil sülfid ve dimetil disülfiddir. Bunlardan dimetil sülfid Yoğurt tereyağlarında tespit edilemezken Krema tereyağlarında da sadece kontrol örneğinde 1. günde tespit edilmiştir. Karbondisülfid ve dimetildisülfid Yoğurt tereyağlarında Krema tereyağlarına nazaran daha fazladır. Yoğurt tereyağı hammaddesi olan yoğurtların protein miktarının fazla olması ve yüksek sıcaklıkta ısıtılma işlem görmesi bu bileşiklerin yoğurttan üretilen tereyağlarında bulunmasının nedeni olarak öne sürülmüştür.

17. α -Thujen, α -pinen, camphen, β -pinen ve d-limonen tereyağı örneklerinde tespit edilen terpen bileşikleridir. Toplam terpen bileşikleri Yoğurt tereyağında Krema tereyağına nazaran daha yüksek bulunmuştur. α -Thujen sadece Yoğurt tereyağlarında depolamanın başlangıcında bulunmuş, Krema tereyağlarında ise saptanmamıştır. D-limonen ise Yoğurt tereyağlarında tespit edilememiştir.

18. Karbondioksit, etil eter, benzen, furan, 2-etil, oktan, 2,2,6-trimetil, kloroform, toluen ve stiren “diğer bileşikler” grubu içerisinde değerlendirilmiştir. Bu bileşiklerden kloroform, toluen ve stiren her iki çeşit tereyağında da tüm depolama periyotlarında tespit edilen ve miktar olarak fazla olan bileşiklerdir. Bu bileşiklerin ambalaj materyali başta olmak üzere ortam ya da alet ve ekipman kaynaklı olduğu düşünülmüştür. 9 adet tanısı yapılamayan bileşik ise “bilinmeyen” olarak ifade edilmiştir.

Bu araştırma sonuçlarına göre, kültür kullanımının Yoğurt tereyağının kimyasal ve duyuşsal özellikleri açısından büyük bir fark oluşturmadığı, ancak mikrobiyolojik özelliklerden maya-küf gelişimini azalttığı tespit edilmiştir. Geleneksel bir ürün olarak üretilen Yoğurt tereyağlarında ürün çeşitliliği sağlama açısından kültür kullanılabileceği görülmüştür. Ayrıca, kültür kullanımının uçucu aroma bileşenleri üzerinde farklılıklar arzettiği; en az ester, alkol, asit ve keton bileşiminin D örneğinde (*L. lactis* subsp. *lactis* biovar. *diacetylactis*+*Leu. mesenteroides* subsp. *cremoris* ile üretilen tereyağı örnekleri) oluştuğu görülmüştür. Yoğurt tereyağı üretiminin ekonomik olmaması ve zahmetli olması nedeniyle üretiminin unutulması/azalması yerine; geleneksel bir ürünümüzün üretiminin devamlılığı, dünya literatürüne daha çok girmesi ve daha güvenilir olması nedeniyle üretimine devam edilmesi gerektiği kanaatine varılmıştır.

KAYNAKLAR

- Abdel-Mageed, M.A., 1997. Volatile compounds of Domiati cheese made from buffaloe's milk with different fat content. *Grasas y Aceites*, 48 (6), 391-396.
- Abdel-Mageed, M.A. and Fadel, H.H.M., 1994. Effect of freeze storage on the volatiles of butter. *Journal of Islamic Academy of Sciences*, 7(3), 185-188.
- Adahchour, M., Vreuls, R.J.J., van der Heijden, A. and Brinkman, U.A.T., 1999. Trace-level determination of polar flavour compounds in butter by solid-phase extraction and gas chromatography-mass spectrometry. *Journal of Chromatography A*, 844, 295-305.
- Adams, M.R. and Moss, M.O., 2008. *Food Microbiology*, 3 rd ed. The Royal Society of Chemistry, 463 p, Cambridge, UK.
- Allen, J.C. 1994. Rancidity in Dairy Products. In Allen, J.C., Hamilton, R.J. (Eds), *Rancidity in Foods* (pp. 179-189). London: Blackie Academic & Professional.
- Anonim, 1995. T.S. 1331. Tereyağı Standardı. Türk standartları Enstitüsü, Ankara.
- Anonim, 2000. Committee for Veterinary Medicinal Products. <http://www.emea.europa.eu/pdfs/vet/swp/027699en.pdf>.
- Anonim, 2007. Tereyağının Kimyasal Kompozisyonu. www.eatwisconcheese.com/wisconsin/other_dairy/butter/butter_basic/composition_of_butter.aspx
- Atamer, M., 1993a. Tereyağı Teknolojisi, Ders Kitabı, Ankara.
- Atamer, M., 1993b. Tereyağı Teknolojisi Uygulama Klavuzu. Ankara Üniv. Ziraat Fak. Yay. No: 1314, Ankara.
- Atamer, M., Şenel, E. ve Öztekin, Ş., 2005. Yoğurttan Üretilen Tereyağlarının (Yayık Tereyağı) Bazı Niteliklerinin Belirlenmesi. TÜBİTAK, TOVAG-3035, Ankara.
- Ayar, A., Sert, D., Arslan, D. and Özcan, M.M., 2010. The effect of some spice extracts on storage stability of "Yayık Butter". *World Applied Sciences Journal*, 11(9), 1114-1123.
- Azadnia, P., Babaki, A.K., Ghasemi, M.S.A., Jashni, M.K., Zamani, M.H. and Taarof, N., 2011. Isolation and identification of *Leuconostoc* from traditional yoghurt in tribes of Kazerun. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10 (4), 552-554.
- Azzara C.D. and Campbell, L.B., 1992. Off-flavour of Dairy Products. In: Charalambous G (ed): *Off-flavors in Foods and Beverages*. Elsevier Science publishers BV, Amsterdam, 329-374.
- Badings, H.T. and Neeter, R., 1980. Recent advances in the study of aroma compounds of milk and dairy products. *The Netherlands Milk and Dairy Journal*, 34, 9-30.
- Bakırcı, İ., Çelik, Ş. and Özdemir, C., 2002. The effects of commercial starter culture and storage temperature on the oxidative stability and diacetyl production in butter. *International Journal of Dairy Technology*, 55 (4), 177-181.
- Bakırcı, İ., Çelik, Ş. ve Coşkun, H., 2004. Mezofilik liyofilize starter kültür kullanılarak üretilen tereyağının bazı özellikleri. *Gıda*, 29 (1), 57-62.
- Bandler, D.K., Barnard, S.E. and Kleyn, D.H., 1976. *Milk Flavour Hand Book* (pp.20-29). New York: Cooperative Extension Services of New Jersey.
- Belitz, H.D., Grosch, W., Schieberle, P. 2004. *Food Chemistry*, Berlin: Springer, p 201.

- Benkerroum, N., Misbah, M., Sandine, W.E. and Elaraki, A.T., 1993. Development and use of a selective medium for isolation of *Leuconostoc* spp. from vegetables and dairy products. *Applied and Environmental Microbiology*, 59(2), 607-609.
- Berger, R.G., 2007. *Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*. Springer Berlin Heidelberg, New York
- Beshkova, D., Simova, E., Frengova, G., and Simov, Z., 1998. Production of flavour compounds by yoghurt starter cultures. *Journal of Industrial and Biotechnology*, 20, 180-186.
- 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, 529-535.
- Bilgin, B., 1996. Tatlı ve Dört Farklı Kültür Kombinasyonu İle Ekşitilen Kremalardan Elde Edilen Tereyağların, Depolama Süresince, Bazı Duyusal, Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Doktora Tezi, Trakya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trakya.
- Bodyfelt, F.W., Tobias, J. and Trout, G.M., 1988. *The Sensory Evaluation of Dairy Products*. Van Nostrand Reinhold, New York, NY, USA .
- Bosset, J.O., Gallmann, P.U. and Sieber, R., 1993. Influence of light transmittance of packaging materials on the shelf-life of milk and dairy products - a review. *Lait*, 73, 3-49.
- Boumerdassi, H., Desmazeaud, C., Monnet, C., Boquien, C.Y. and Corrieu, G., 1996. Improvement of diacetyl production by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* CNRZ 483 through oxygen control. *Journal of Dairy Science*, 79, 775-781.
- Cavaillé-Lefebvre, D., Combes, D., Rehbock, B. and Berger, R.G., 1998. A chromatographic and mass-spectrometric approach for the analysis of lipase-produced thioester derivatives. *Applied Microbiol Biotechnology*, 49, 136-140.
- Centeno, A., Fernández-García, E., Gaya, P., Tomillo, J., Medina, M. and Nuñez, M., 2004. Volatile compounds in cheeses made from raw ewes' milk ripened with a lactic culture. *Journal of Dairy Research*, 71, 380-384.
- Chaves, A.C.S.D., Fernandez, M., Lerayer, A.L.S., Mierau, I., Kleerebezem, M. and Hugenholtz, J., 2002. Metabolic engineering of acetaldehyde production by *S. thermophilus*. *Applied Environmental Microbiology*, 68 (11), 5656-5662.
- Cheng, Y.J., 1988. Comparison of Dairy Yogurt with Imitation Yogurt Fermented by Different Lactic Culture From Soybean Milk. Master Thesis, Graduate Faculty of Texas Tech University.
- Christensen T.C. and Holmer, G., 1996. GS/MS analysis of volatile aroma components in butter during storage in different catering packaging. *Milchwissenschaft*, 51, 134-139.
- Ciganek, M. and Neca, J. 2008. Chemical characterization of volatile organic compounds on animal farms. *Veterinari Medicina*, 53(12), 641-651.
- Contarini, G., Povolò, M., Leardi, R. and Toppino, P.M., 1997. Influence of heat treatment on the volatile compounds of milk. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 45, 3171-3177.
- Couvreux, S., Hurtaud, C., Lopez, C., Delaby, L. and Peyraud, J.L., 2006. The linear relationship between the proportion of fresh grass in the cow diet, milk fatty acid composition, and butter properties. *Journal of Dairy Science*, 89, 1956-1969.

- Curioni, P.M.G. and Bosset, J.O., 2002. Key odorants in various cheese types as determined by gas chromatography-olfactometry. *International Dairy Journal*, 12, 959-984.
- Dagdemir, E., Cakmakci, S. and Gundogdu, E., 2009. Effect of *Thymus haussknechtii* and *Origanum acutidens* essential oils on the stability of cow milk butter. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 111, 1-6.
- Day, E.A., Lindsay, R.C. and Forss, D.A., 1964. Dimethyl sulfide and the flavor of butter. *Journal of Dairy Science*, 47 (2), 197-199.
- Demirtaş, N. Oktay, D. and Tosun, D., 2006. AB sürecindeki Türkiye’de gıda güvenliği açısından geleneksel gıdaların üretim ve pazarlaması. *Harran Üniversitesi Ziraat Fak. Dergisi*, 10 (3/4), 47-55.
- Edris, A.E. and Schirle-Keller, J., 2010. Composition and aroma impact description of volatile components of farmer’s sour cream butter using GC-MS-olfactometry. *Arab Universities Journal of Agricultural Sciences*, 18(1), 165-170.
- Ellis, R. and Wong, N.P., 1975. Lactones in butter, butteroil and margarine. *Journal of American Oil Chemical Society*, 52, 252-255.
- Fisher, C., and Scott, T.R., 1997. Food flavours: Biology and chemistry. Introduction-problems in flavour research. Chapter 1. 1-14. Published by The Royal Society of Chemistry, Thomas Graham House, Science Park, Milton Road, Cambridge CB4 4WF, UK.
- Forss, D.A., 1971. The flavors of dairy fats: A review. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 48, 702-710.
- Fox, P.F. and Wallace J.M., 1997. Formation of flavor compounds in cheese. *Advances in Applied Microbiology*, 45, 17-85.
- Fox, P.F., Guinee, T.P., Cogan, T.M. and McSweeney, P.L.H. 2000. *Fundamentals of Cheese Chemistry*, Aspen Publishers, Gaithersburg, Maryland 236 – 281.
- Scott, R. (1981). *Cheesemaking Practise*. Applied Science Publishers Ltd. London, PAGE .
- Fox, P.F. and Kelly, A.L., 2006. *Chemistry and Biochemistry of Milk Constituents, Part IV, Food Biochemistry and Food Processing*, 1sted., Ed:Y. H. Hui. Blackwell Publishing, 425-452.
- Gadaga, T.H., Viljoen, B.C. and Narvhus, J.A., 2007. Volatile organic compounds in naturally fermented milk and milk fermented using yeasts, lactic acid bacteria and their combinations as starter cultures. *Food Technology and Biotechnology*, 45 (2), 195-200.
- Gallois, A. and Langlois, D., 1990. New results in the volatile odorous compounds of French cheeses. *Lait*, 70, 89-106.
- Garde, S., Avila, M., Medina, M. and Nunez, M., 2005. Influence of a bacteriocinproducing lactic culture on the volatile compounds, odour and aroma of Hispánico cheese. *International Dairy Journal*, 15, 1034-1043.
- Garvie, E. I., 1984. Separation of Species of the Genus *Leuconostoc* and Differentiation of the *Leuconostocs* from Other Lactic Acid Bacteria. In T. Bergan (Ed.), *Methods in Microbiology*, Vol. 16 (pp. 147-178). London, UK.
- Georgala, A.I.K., Tsakalidou, E., Kandarakis, I. and Kalantzopoulos, G. 1995. Flavour production in ewe's milk and ewe's milk yoghurt, by single strains and combinations of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp *bulgaricus*, isolated from traditional Greek yoghurt. *Lait*, 75, 271-283.

- Gonzales-Cordova, A.F. and Vallejo-Cordoba, B., 2003. Detection and prediction of hydrolytic rancidity in milk by multiple regression analysis of short-chain free fatty acids determined by solid phase microextraction gas chromatography and quantitative flavor intensity assessment. *Journal Agricultural Food Chemistry*, 51, 7127-7131.
- Gordon, M.H., 2004. Factors Affecting Lipid Oxidation, Chapter 7, 1st ed, Ed: R. Steele. *Understanding And Measuring Self-Life of Food*, 128-140. Published By Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Guyot, C., Bonnafont, C., Lesschaeve, I., Issanchou, S., Voilley, A. and Spinnler, H.E., 1996. Effect of fat content on odor intensity of three aroma compounds in model emulsions: δ -decalactone, diacetyl, and butyric acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44, 2341–2348.
- Gürsoy, O., Kesenkaş, H., Kınık, Ö., 2008. Avrupa Birliğine giriş sürecinde geleneksel gıdalarımızın bilimsel, sosyolojik ve ekonomik açıdan değerlendirilmesi. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*, 21-23 Mayıs, Erzurum.
- Hallberg, M.L. and Lingnert, H., 1991. Lipid oxidation in potato slices under condition simulating the production of potato granules. *JAOCs* 68(3), 167-170.
- Harrigan, W. F., 1998. *Laboratory methods in food microbiology*, 3rd ed., San Diego, California, USA.
- Hashim, L., Hudiyono, S. and Chaveron, H., 1997. Volatile compounds of oxidized cocoa butter. *Food Research International*, 30 (314), 163-169.
- Hettinga, D., 2005. *Butter, Part 1, Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, 6th ed., Ed: F Shahidi. John Wiley & Sons, Inc.
- Hayaloğlu, A.A., 1999. *Malatya Yöresinde Krema ve Yoğurttan Elde Edilen Çeşitli Tereyağlarının Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma*. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Hayaloğlu, A.A. and Konar, A., 2001. Comparative study on physicochemical and sensorial properties of butter made from yoghurt and cream. *Milchwissenschaft*, 56 (12), 675 – 677.
- Hemme, D. and Foucaud-Scheunemann, C., 2004. *Leuconostoc*, characteristics, use in dairy technology and prospects in functional foods. *International Dairy Journal*, 14, 467–494.
- Henriksen, C.M., Nilsson, D., Hansen, S. and Johansen, E., 1999. Industrial applications of genetically modified microorganisms: Genetic Technology at Chr. Hansen A/S. *International Dairy Journal*, 9, 17–23.
- Herreros, M.A., Fresno, J.M., González-Prieto, M.J. and Tornadijo, M.E., 2003. Technological characterization of lactic acid bacteria isolated from Armada cheese (a Spanish goats' milk cheese). *International Dairy Journal*, 13, 469–479.
- Hutkins, R.W., 2006. *Microbiology and Technology of Fermented Foods*. Blackwell Publishing Professional, 473 p, Iowa, USA.
- Idoui, T., Benhamada, N. and Leghouchi, E., 2010. Microbial quality, physicochemical characteristics and fatty acid composition of a traditional butter produced from cows' milk in East Algeria. *Grasas y Aceites*, 61 (3), 232-236.
- Jansen, R.S. and Sampugna, J. 1964. Lipolysis of synthetic and milk triglycerides by pregastric esterase. *Journal of Dairy Science*, 47, 664.

- Jinjarak, S., Olabi, A., Jiménez-Flores, R. and Walker, J.H., 2006. Sensory, functional, and analytical comparisons of whey butter with other butters. *Journal of Dairy Science*, 89 (7), 2428-2440.
- Jung, M. Y., Yoon, S. H., Lee, H. O. and Min, D. B., 1998. Singlet oxygen and ascorbic acid effects on dimethyl disulfide and off-flavour in skim milk exposed to light. *Journal of Food Science*, 63, 408-412.
- Kaminarides, S., Stamou, P. and Massouras, T., 2007. Comparison of the characteristics of set type yoghurt made from ovine milk of different fat content. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1019-1028.
- Karatapanis, A.E., Badeka, A.V., Riganakos, K.A., Savvaidis, I.N. and Kontominas, M.G., 2006. Changes in flavour volatiles of whole pasteurized milk as affected by packaging material and storage time. *International Dairy Journal* 16, 750-761.
- Kaya, A., 2000. Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt. *Nahrung*, 44, 126-129.
- Kaypak, D., 2007. Hatay İlinde Geleneksel Olarak Üretilen Tuzlu Yoğurtların Aroma Profillerinin Tentatif Olarak Belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Antakya.
- Keenan, T.W., Lindsay, R.C. and Day, E. A., 1966. Acetaldehyde utilization by *Leuconostoc* species. *Applied Microbiology*, 14(5), 802-806.
- Kesler, Y., 2008. Tereyağına Probiyotik Kültür ve Lif İlavesiyle Fonksiyonel Özellik Kazandırılması. Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kayseri.
- Kılıç, S., 2001. Süt Endüstrisinde Laktik Asit Bakterileri. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 542, 451 s, İzmir.
- Kinsella, J. E. 1975. Butter flavor. *Food Technology*, 5, 82-98.
- Koczoń, P., Gruczyńska, E. and Kowalski, B., 2008. Changes in the acid value of butter during storage at different temperature as assessed by Standard methods or by FT-IR spectroscopy. *American Journal of Food Technology*, 3 (3), 154-163.
- Konar, A. ve Hayaloğlu, A., 1998. Tereyağı üretim yöntemleri, krema ve yoğurttan elde edilen tereyağların fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal nitelikleri, 38 (448), 53-58.
- Krause, A.J., Miracle, R.E., Sanders, T.H., Dean, L.L. and Drake, M.A., 2007. The effect of refrigerated and frozen storage on butter flavor and texture. *Journal of Dairy Science*, 91, 455-465.
- Kulkarni, S. and Ramamurthy, M., 1985. Studies on changes in rheological characteristics of butter stored at different temperature for different periods. *Indian Journal of Dairy Science*, 38, 111-114.
- Kurt, A., Çakmakçı, S. ve Çağlar, A., 2007. Süt ve Mamülleri Muayene Analiz Metotları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 257, 284 s, Erzurum.
- Lamberet, G., Auburger, B. and Bergere, J.L., 1997. Aptitude of cheese bacteria for volatile S-methyl thioester synthesis. II. Comparison coryneform bacteria, Micrococcaceae, and some lactic acid bacteria starters. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 48, 393-397.
- Lee, S-R., Macku, C. and Shibamoto, T., 1991. Isolation and identification of headspace volatiles formed in heated butter. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 39, 1972-1975

- Lees, G. and Jago, G.R., 1976. Acetaldehyde: an intermediate in the formation of ethanol from glucose by lactic acid bacteria. *Journal of Dairy Research*, 43, 63-73.
- Levata-Jovanovic, M. and Sandine, W.E., 1996. Citrate utilization and diacetyl production by various strains of *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris*. *Journal of Dairy Science*, 79, 1928-1935.
- Ling, M.L., 1992. Leuconostoc Bacteraemia. *Singapore Medical Journal*, 33, 241-243.
- Liu, S.-Q., Asmundson, R.V., Holland, R. and Crow, V.L., 1997. Acetaldehyde metabolism by *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *cremoris* under stress conditions. *International Dairy Journal*, 7, 175-183.
- Liu, S.Q., Holland, R., and Crow, V. L., 1998. Ethyl butanoate formation by dairy lactic acid bacteria. *International Dairy Journal* 8, 651-657.
- Liu, S.Q., Holland, R. and Crow, V.L., 2004. Esters and their biosynthesis in fermented dairy products: a review. *International Dairy Journal*, 14, 923-945.
- Lozano, R.P., Miracle, E.R., Krause, A.J., Drake, M. and Cadwallader K.R., 2007. Effect of cold storage packaging material on the major aroma components of sweet cream butter. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55, 7840-7846.
- Macciola, V., Candela, G. and De Leonardis, A., 2008. Rapid gas-chromatographic method for the determination of diacetyl in milk, fermented milk and butter. *Food Control*, 19, 873-878.
- MacGibbon, A.K.H. and Taylor M.W., 2006. Composition and Structure of Bovine Milk Lipids, part 1, Lipids, 2nd ed., Ed: P.F. Fox. *Advanced Dairy Chemistry*. London, 37-77.
- Macy, H. and Steele, G.H., 1934. Butter as a substrate for mold growth. *Journal of Dairy Science*, 175, 397-407.
- Mallia, S., Fernández-García, E. and Bosset, J. O., 2005. Comparison of purge and trap and solid phase microextraction techniques for studying the volatile aroma compounds of three European PDO hard cheeses. *International Dairy Journal*, 15, 741-758.
- Mallia S, Escher F., Rehberger B. and Schlichtherle-Cerny, H., 2007. Aroma-active secondary oxidation products of butter 3rd, QLIF Congress, Hohenheim, Germany.
- Mallia, S., 2008. Oxidative stability and aroma of ufa/cia (unsaturated fatty acids/conjugated linoleic acid) enriched butter. Phd Thesis, Swiss Federal Institute of Technology Zurich, Zurich.
- Mallia, S., Escher, F. and Schlichtherle-Cerny, H., 2008a. Aroma – active compounds of butter: A Review. *European Food Research and Technology*, 226, 315-325.
- Marchal, R., Blanchet, D. and Vandecasteele, J., 1985. Industrial optimization of acetone-butanol fermentation: a study of the utilization of Jerusalem artichokes. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 232, 92-98.
- Marilley L., Ampuero, S., Zesiger, T. and Caseya, M.G., 2004. Screening of aroma-producing lactic acid bacteria with an electronic nose. *International Dairy Journal* 14, 849-856.
- Marsili, R.T. and Miller, N., 1998. Determination of the Cause of Off- Flavours in Milk by Dynamic Headspace GC/MS and Multivariate Data Analysis. *Food Flavour Formation, Analysis, and Packaging Influences*, Ed: C. Mussinan, E. Contis, C.

- T. Ho, T. Parliament, A. Spanier and F. Shaidi. The Netherlands: Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 159–171.
- McGorin, R.J., 2007. Character-impact Flavor Compounds. Sensory-Directed Flavor Analysis, Ed: Marsili, R. Taylor. Francis Group, Boca Raton London, New York, 223-269.
- Medina, R., Katz, M., Gonzalez, S. and Oliver, G., 2001. Characterization of the lactic acid bacteria in ewe's milk and cheese from northwest Argentina. Journal of Food Protection, 64 (4), 559-563.
- Metin, M., 2005. Süt Teknolojisi. Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No: 33, 802 s, İzmir.
- Mills, O.E, 1993. Flavour of WC. In Food Flavours, Ingredients and Composition, Ed: G. Chralambous, Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 139-149..
- Molimard, P. and Spinnler, H.E., 1996. Review: Compounds Involved in the Flavor of Surface Mold-Ripened Cheeses: Origins and Properties. Journal of Dairy Science, 79, 169-184.
- Morgan, M.E. and Periera, R.L., 1962. Volatile constituents of grass and corn silage. II. Gas-entrained aroma. Journal of Dairy Science, 45, 467-471.
- Morgan, M. E., 1970. Microbial flavor defects in dairy products and methods for their simulation. Fruity flavor. Journal of Dairy Science, 53 (3), 273-275.
- Najgebauer-Lejko, D., Grega, T., Sady, M. and Domagala, J., 2009. The quality and storage stability of butter made from sour cream with addition of dried sage and rosemary. Biotechnology in Animal Husbandry, 25 (5-6), 753-761.
- Nursten, H.E., 1997. The flavour of milk and dairy products: I. Milk of different kinds, milk powder, butter and cream. International Journal of Dairy Technology, 50 (2), 48-56.
- O'Conner, T.P. and O'Brien N.M., 2006. Lipid oxidation: Advanced Dairy Chemistry. Lipids, 3rd ed., Ed: P.F. Fox and P.L.H. McSweeney. Chapman & Hall, UK, 557-585.
- Ortigosa, M., Torre, P. and Izco, J. M., 2001. Effect of pasteurization of ewe's milk and use of a native starter culture on the volatile components and sensory characteristic of Roncal cheese. Journal of Dairy Science, 84, 1320-1330.
- Ott, A., Germond, J.E., Fay, L.B. and Chaintreau, A., 1997. Determination and origin of the aroma compounds of yogurt flavor. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 45, 850-858.
- Ott, A., Hugi, A., Baumgartner, M. and Chaintreau, A., 2000. Sensory investigation of yogurt flavor perception: Mutual influence of volatiles and acidity. Journal of Agricultural Food Chemistry, 48, 441–450.
- Oysun, G., 1999. Tereyağı Teknolojisi. E.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları, Teksir No: 38/3, 86 s, İzmir.
- Ozkan, G., Simsek, B. and Kuleasan, H., 2007. Antioxidant activities of *Satureja cilicia* essential oil in butter and in vitro. Journal of Food Engineering, 79, 1391-1396.
- Özcan, M. and Ayar, A., 2003. Effect of propolis extracts on butter stability. Journal of Food Quality, 26, 65-73.
- Öztürk, S. and Çakmakçı, S., 2006. The effect of antioxidants on butter in relation to storage temperature and duration. European Journal of Lipid Science and Technology, 108, 951–959.

- Panseri, S., Soncin, S., Chiesa, L.M. and Biond, P.A., 2011. A headspace solid-phase microextraction gas-chromatographic mass-spectrometric method (HS-SPME-GC/MS) to quantify hexanal in butter during storage as marker of lipid oxidation. *Food Chemistry*, 127, 886-889.
- Patton, S., Forss, D. A. and Day, E.A., 1956. Methyl sulfide and the flavor of milk. *Journal of Dairy Science*, 39, 1469-1470.
- Peterson, D.G. and Reineccius, G.A., 2003a. Characterization of the volatile compounds that constitute fresh sweet cream butter aroma. *Flavour and Fragrance Journal*, 18 (3), 215-220.
- Peterson, D.G. and Reineccius, G.A., 2003b. Determination of the aroma impact compounds in heated sweet cream butter. *Flavour and Fragrance Journal*, 18 (3), 320-324.
- Pionnier, E. and Hugelshofer, D., 2006. Characterisation of Key Odorant Compounds in Creams From Different Origins with Distinct Flavours. *Flavour Science: Recent Advances and Trends*, Ed: Bredie, W. L. P., Petersen, M.A. Elsevier Science, Amsterdam, 233-236.
- Quach, M.L., Chen, X.D. and Stevenson, R.J., 1999. Headspace sampling of whey protein concentrate solutions using solid-phase microextraction. *Food Research International*, 31 (5), 371-379.
- Quintans, N.G., Blancato, V., Repizo, G., Magni, C. and López, P., 2008. Citrate metabolism and aroma compound production in lactic acid bacteria. In *Molecular Aspects of Lactic Acid Bacteria for Traditional and New Applications*, Ed: B. Mayo., P. López and G. Pérez-Martínez, ISBN: 978-81-308-0250-3, 65-88.
- Rady, A.H. and Badr, H.M., 2003. Keeping the quality of cows' butter by γ -irradiation. *Grasas y Aceites*, 54 (4), 410-418.
- Ramaswamy, N., Baer, R.J. and Schingoethe, A.R., 2001. Composition and flavor of milk and butter from fed fish oil, extruded soybeans or their combination. *Journal of Dairy Science*, 84, 2144-2151.
- Reddy, M.C., Bassette, R., Ward, G. and Dunham, J. R., 1967. Relationship of methyl sulfide and flavor of milk. *Journal of Dairy Science*, 50 (2), 147-150.
- Reineccius, G., 2006. *Flavor Chemistry And Technology*, 2nd ed., CRC Press Taylor & Francis Group.
- Robinson, R.K., 2002. "Yoghurt, Role of Starter Cultures", in *Encyclopedia of Dairy Science*. Ed: H. Roginski, J. Fuquay, P. Fox. Academic Press, 1059-1063, United Kingdom.
- Sagdic, O., Arici, M. and Simsek, O., 2002. Selection of starters for a traditional Turkish Yayik butter made from yoghurt. *Food Microbiology*, 19, 303-312.
- Sagdic, O., Donmez, M. and Demirci, M. 2004. Comparison of characteristic and fatty acid profiles of Traditional Turkish Yayik butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15, 485 - 490.
- Samet-Bali, O., Ayadi, M.A. and Attia, H., 2009. Traditional Tunisian butter: Physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction. *Food Science and Technology*, 42, 899-905.
- Sarıçoban, C. ve Karakaya, M. 2004. Geleneksel gıdalardan köpük helvanın endüstriyel ölçekte üretimi. *Geleneksel Gıdalar Sempozyumu*, Van.

- Sauter, F., Puchinger, L. and Schoop, U., 2003. Studies in organic archaeometry VI. Fat analysis sheds light on everyday life in prehistoric Anatolia: traces of lipids identified in chalcolithic potsherds excavated near Boğazkale, Central Turkey. *ARKIVOC* (xv), 15-21.
- Scarlata, C.J. and Ebeler, S.E., 1999. Headspace solid phase microextraction for the analysis of dimethyl sulfide in beer. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 2505-2508.
- Schieberle, P., Gassenmeier, H.G., Sen, A. and Grosch, W., 1993. Character impact odour compounds of different kinds of butter. *Food Science and Technology*, 26 (4), 347-356.
- Schrader, J., 2007. *Microbial Flavour Production. Flavours and Fragrances Chemistry, Bioprocessing and Sustainability*, Ed: R.G., Berger. Springer Berlin Heidelberg, New York, 507-566.
- Scott, R. 1981. *Cheesemaking Practice*. Applied Science Publishers Ltd, London.
- Server-Busson, By C., Foucaud, C. and Leveau, J.Y., 1999. Selection of dairy *Leuconostoc* isolated for important technological properties. *Journal of Dairy Research*, 66, 245-256.
- Seuvre, A.M., Turci, C., Voilley, A., 2008. Effect of the temperature on the release of aroma compounds and on the rheological behaviour of model dairy custard. *Food Chemistry*, 108, 1176-1182.
- Shipe, W. F. 1980. *The Analysis and Control of Less Desirable Flavors in Foods and Beverages*. New York Academic Press, 201-239 p, UK.
- Shipe, W.F., Senyk, G.F. and Fountain, K.B., 1980. Modified copper soap solvent extraction method for measuring free fatty acids in milk. *Journal Dairy Science*, 63, 193-198.
- Simsek, B., 2010. Studies on the storage stability of yayık butter. *Journal für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit*, 6, 175-181.
- Soulti, K. and Roussis, I.G., 2007. Inhibition of butter oxidation by some phenolics. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109, 706-709.
- Speck, M.L., 1984. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. American Public Health Association, Washington, USA.
- SPSS Inc. (1999). *Statistical package for the social sciences SPSS ver. 13.0 for Windows*. Chicago, IL.
- Stark, W., Urbach, G. and Hamilton, J.S., 1976. Volatile compounds in butter oil. IV. Quantitative estimation of free fatty acids and free δ -lactones in butter oil by cold finger molecular distillation. *Journal of Dairy Research*, 43, 469-477.
- Stegeman, G.A., Baer, R.J., Schingoethe, D.J. and Casper, D.P., 1992. Composition of flavor of milk and butter from cows fed unsaturated dietary fat and receiving bovine somatotropin. *Journal of Dairy Science*, 75, 962-970.
- Şenel, E., 2006. Bazı Üretim Parametrelerinin Yoğurttan Üretilen Yayık Tereyağının Nitelikleri Üzerine Etkisi. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Şenel, E., Atamer, M. and Öztekin, F.S., 2011. The oxidative and lipolytic stability of Yayık butter produced from different species of mammals milk (cow, sheep, goat) yoghurt. *Food Chemistry*, 127, 333-339.
- Tamime, A.Y. and Deeth, H.C., 1980. Yoghurt: Technology and Biochemistry. *Journal of Food Protection*, 43, 939-976.

- Tamime, A.Y. and Robinson, R.K., 2000. *Yoghurt Science and Technology*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge England.
- Tekinşen, O.C. ve Tekinşen K.K., 2005. *Süt ve Süt Ürünleri: Temel Bilgiler Teknoloji Kalite Kontrolü*, Selçuk Üniversitesi Basımevi, 349 s, Konya.
- Teuber, M. and Geis, A., 1981. The family Streptococcaceae (Non-Medical Aspect). In: *The Prokaryotes: A Handbook on Habitats, Isolation and Identification of Bacteria*, Ed: Starr, M.P., Stolp, H.G. Trueper, A. Balows and H.G. Schlegel. Springer-Verlag, 1614-1630, Berlin.
- Togo, C.A., Feresu, S.B. and Mutukumira, A.N., 2002. Identification of Lactic acid bacteria isolated from Opaquebeer (Chibuku) for potential use as a starter culture. *The Journal of Food Technology in Africa*, 7 (3), 93-97.
- Tuğcu, M., 2005. *Tereyağı Kalitesi Üzerine Farklı Kültür Kullanımının Etkileri*. Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- Tuncer, Y., 2005. *Laktokok Suşları Tarafından Üretilen Bakteriyosinlerin Tanısı ve Bu Özelliğin Genetik Doğasının Belirlenmesi*. Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Urbach, G., Stark, W. and Forss D.A., 1972. Volatile compounds in butter oil. *Journal of Dairy Research*, 39, 35-47.
- Van Kranenburg, R., Kleerebezem, M., van Hylckama Vlieg, J., Ursing, B.M., Boekhorst, J., Smit, B.A., Ayada, E.H.E., Smit, G. and Siezen, R. J., 2002. Flavour formation from amino acids by lactic acid bacteria: predictions from genome sequence analysis. *International Dairy Journal*, 12, 111-121.
- Walstra, P., 1995. *Physical Chemistry of Milk Fat Globules: Advanced Dairy Chemistry. Lipids*, Ed: P. F., Fox. Chapman Hall, England, 131-178.
- Woo, A.H., Kollodge, S. and Lindsay, R.C., 1984. Quantification of major free fatty acids in several cheese varieties. *Journal of Dairy Science*, 67, 877 - 878.
- Yaygın, H. ve Kılıç, S., 1993. *Süt Endüstrisinde Saf Kültürler*. Altındağ matbaacılık, 108 s, İzmir.
- Yu, T.-H. and Ho, C.-T., 1995. Volatile compounds generated from thermal reaction of methionine and methionine sulfoxide with or without glucose. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 43, 1641 - 1646.
- Zehentbauer, G. and Reineccius, G.A., 2002. Determination of key aroma components of Cheddar cheese using dynamic headspace dilution assay. *Flavour and Fragrance Journal*, 17(4), 300-305.

ÖZGEÇMİŞ

Erzurum’da 1976 yılında doğdu. İlk, orta, lise öğrenimini Erzurum’da tamamladı. 1994 yılında girdiği Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 1998 yılında mezun oldu. 2001-2005 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda yüksek lisans öğrenimini tamamladı. 2006 yılında aynı Ana Bilim Dalı’nda Doktora öğrenimine başladı. Aynı yıl Erzurum Ticaret Borsası tarafından yürütülen AB destekli “Erzurum İlinde Tritikale Tarımının Tanıtımı ve Yaygınlaştırılması Projesi”nde koordinatör yardımcısı olarak görev yaptı. 2007 yılında aynı kurumda Gıda Yüksek Mühendisi olarak göreve başladı. Tescil İşleri Şube Müdürü olarak görevine devam etmektedir.