

**TRABZON TEREYAĞLARININ BAZI
KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

Halil İbrahim AKGÜL

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL**

2015

Her hakkı saklıdır

**ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**TRABZON TEREYAĞLARININ BAZI KALİTE
PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ**

Halil İbrahim AKGÜL

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**ERZURUM
2015**

Her Hakkı Saklıdır



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



TEZ ONAY FORMU

**TRABZON TEREYAĞLARININ BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN
BELİRLENMESİ**

Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL danışmanlığında, Halil İbrahim AKGÜL tarafından hazırlanan bu çalışma 15/07/2015 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans tezi olarak ~~oybirliği/oy çokluğu~~ (3/3) ile kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mustafa GÜRSER

İmza :

Üye : Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL

İmza :

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hilal YILDIZ

İmza :

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu 23/07/2015 tarih ve 29/10/14 nolu kararı ile onaylanmıştır.

Prof. Dr. Ertan YILDIRIM
Enstitü Müdürü

Bu çalışma BAP projeleri kapsamında desteklenmiştir.
Proje No:2014/217

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

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRABZON TEREYAĞLARININ BAZI KALİTE PARAMETRELERİNİN BELİRLENMESİ

Halil İbrahim AKGÜL

Atatürk Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL

Bu çalışmada kullanılan 30 adet tereyağı örneği Trabzon ili Ortahisar, Akçaabat, Vakfikebir, Tonya, Sürmene ve Yomra ilçelerinden temin edilmiştir. Tereyağı örneklerinin bazı fiziksel, kimyasal özellikleri ile mikrobiyolojik özellikleri araştırılmış ve yağ asitleri kompozisyonu belirlenmiştir. Araştırma sonucunda; örnekler arasında kurumadde ve yağ oranları bakımından büyük farklılıklar tespit edilmiş, pH değerlerinin ise tereyağı üzerine yapılmış daha önceki çalışmalara kıyasla daha düşük olduğu saptanmıştır. Tüm örneklerin erime noktalarının vücut sıcaklığının altında (en düşük 26,50°C, en yüksek ise 33,00°C) olduğu ortaya konulmuştur. Tuz miktarı bakımından tamamının, peroksit sayısı açısından 28 adedinin ve Reichert-Meissl (RM) sayısı bakımından ise 25 adedinin standarda uygunluk gösterdiği ortaya konulmuştur. Aynı zamanda RM sayısı ile polenske sayısı arasında istatistiki olarak $p<0,05$ düzeyinde pozitif bir korelasyon belirlenmiştir. Diğer taraftan Trabzon tereyağlarının b^* değerlerinin literatürdeki değerlerden oldukça yüksek olduğu; dolayısıyla bildirilen tereyağlarından daha sarı renkte olduğu ortaya konulmuştur. Tereyağı örneklerinde bütirik asit ($C_{4:0}$), kaproik asit ($C_{6:0}$), kaprilik asit ($C_{8:0}$) ve kaprik asit ($C_{10:0}$) oranlarının genel olarak düşük olduğu belirlenmiştir. Trabzon tereyağı örneklerinde oleik asit ($C_{18:1}$) miktarı en düşük %21,25, en yüksek %38,97 ve ortalama %28,93 olarak tespit edilmiştir. KLA oranı en düşük %0,15, en yüksek %1,32 ve ortalama %0,75 olarak belirlenmiş olup, tereyağı üzerine yapılmış çalışmalarda elde edilen değerlerden daha yüksek değerler olduğu ortaya konulmuştur. Örneklerde TAMB sayısının yüksek olduğu ve 4,67 log kob/g ile 7,86 log kob/g arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca, 14 adet tereyağı örneğinde koliform grubu bakteri tespit edilmiştir. Araştırma sonucunda; Trabzon tereyağı üretiminde kullanılan hammadde, yardımcı madde, üretim şartları, tereyağının depolanması, pazarlanması ve satış noktalarında hijyenik kurallara uyulmasının büyük önem arz ettiği sonucuna varılmıştır.

2015, 95 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Trabzon tereyağı, fiziksel ve kimyasal özellikler, yağ asitleri kompozisyonu, mikrobiyolojik kalite

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF SOME QUALITY PARAMETERS OF TRABZON BUTTERS

Halil İbrahim AKGÜL

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

Supervisor: Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL

In this study was examined some physical and chemical properties and microbiological properties and fatty acid compositions of 30 samples of Trabzon butter that were collected from Akçaabat, Vakfıkebir, Tonya, Sürmene, Yomra and Ortahisar districts of Trabzon. According to the study results, many differences were found between butter samples in respect to drymatter and fat contents and pH value of samples were found quite low. The melting points of all samples were found lower than body temperature (between 26,50 and 33,00°C). Salt content of all samples, peroxide value of 28 samples and Reichert-Meissl (RM) number of 25 samples were good agreement with the standards. A positive correlation was found between RM number and polenske number. On the other hand, the samples of Trabzon butters were found more yellow compared to previously reported data in literature. Butyric acid (C_{4:0}), caproic acid (C_{6:0}), capric acid (C_{8:0}) and capric acid (C_{10:0}) contents were found lower than those reported in the most common butters. Oleic acid (C_{18:1}) content of the samples were ranged from 21,25% to 38,97% with mean C_{18:1} content of 28,93%. CLA content of the samples were ranged from 0,15% to 1,32% with mean CLA content of 0,75% and these results were higher than the previously studies. Total bacteria counts of the samples were found higher and were between 4,67 log cfu/g and 7,86 log cfu/g. Coliform bacteria was found in 14 butter samples. The results have been shown that observance of hygiene rules on the raw material and auxiliary products in the production, production environment, storage facilities, marketing and sales points are of paramount importance.

2015, 95 pages

Keywords: Trabzon butter, physical and chemical properties, fatty acid composition, microbiological quality

TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın yürütülmesinde ve başarıya ulaşması yolunda desteğini her zaman yanımda hissettiğim hoşgörüsünü esirgemeyen, yol gösteren, üzerimdeki hakkı ve emeği büyük olan kıymetli danışman hocam Sayın Prof. Dr. Mustafa ŞENGÜL'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmalarım esnasında maddi ve manevi yardımlarından ötürü kıymetli arkadaşım Sayın Gıda Yüksek Mühendisi Ferhat DOĞAN'a, örneklerin temininde yardımcı olan kıymetli abim Serdar AKGÜL'e, tecrübe ve bilgilerinden yararlandığım Sayın Öğr. Gör. Bayram ÜRKEK'e, Sayın Yrd. Doç. Dr. Tuba ERKAYA'ya, Sayın Yrd. Doç. Dr. Ayla ARSLANER'e, Sayın Doç. Dr. Elif DAĞDEMİR'e, Sayın Arş. Gör. Kübra AKŞEHİR'e, Sayın Arş. Gör. Aybike KAMILOĞLU'na, Sayın Arş. Gör. Şule BAŞAR'a ve Sayın Arş. Gör. Emin MERCAN'a, renk tayinin gerçekleştirilmesinde emeği geçen Sayın Prof. Dr. Murat KARAOĞLU'na, yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesinde emeği geçen Sayın Prof. Dr. Murat ARSLAN'a ve Şeyda TACER'e, tez istatistik değerlendirmelerinde yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Memiş ÖZDEMİR'e teşekkürü bir borç bilirim.

Sunmuş olduğumuz 2014/217 numaralı bilimsel araştırma projesini destekleyerek bu araştırmanın gerçekleşmesini sağlayan Atatürk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'na destekleri için teşekkür ederim.

Üzerimdeki emeği çok olan Kamuran ÖZTOP'a, bana her zaman inanan ve güvenen kıymetli aileme sonsuz saygı ve şükranlarımı sunarım.

Halil İbrahim AKGÜL

Temmuz, 2015

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tanım.....	1
1.2. Tarihi Gelişim.....	7
1.3. Ülkemizde ve Dünya’da Tereyağı Üretim ve Tüketim Durumu.....	8
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	12
3. MATERYAL ve METOT	18
3.1. Materyal.....	18
3.2 Metot	18
3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler	18
3.2.1.a. Kurumadde tayini	18
3.2.1.b. Yağ tayini	19
3.2.1.c. Tuz tayini	19
3.2.1.d. pH tayini	19
3.2.1.e. Asitlik (laktik asit cinsinden) tayini.....	20
3.2.1.f. Erime noktası tayini	20
3.2.1.g. Su aktivitesi (a_w) tayini.....	21
3.2.1.h. Peroksit sayısı tayini.....	21
3.2.1.i. İyot sayısı tayini	21
3.2.1.j. Sabunlaşma sayısı tayini	22
3.2.1.k. Reichert-Meissl (RM) sayısı tayini	23
3.2.1.l. Polenske sayısı tayini	23
3.2.1.m. Kırılma indisi tayini	23
3.2.1.n. Renk tayini	24

3.2.2. Kromatografik analizler	24
3.2.2.a. Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi.....	24
3.2.3. Mikrobiyolojik analizler.....	25
3.2.3.a. Toplam aerobik mezofil bakteri sayımı (TAMB).....	25
3.2.3.b. Koliform grubu bakteri sayımı	25
3.2.3.c. MRS Agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı	25
3.2.3.d. M17 Agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı	26
3.2.3.e. Maya ve küf sayımı	26
3.2.4. İstatiksel analizler.....	26
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	27
4.1. Tereyağı Örneklerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Analiz Sonuçları	27
4.1.1. Kurumadde oranı (%)	27
4.1.2. Yağ oranı (%)	31
4.1.3. Tuz oranı (%).....	33
4.1.4. pH değeri	35
4.1.5. %Asitlik (laktik asit cinsinden) oranı	36
4.1.6. Erime noktası.....	38
4.1.7. Su aktivitesi (a_w).....	40
4.1.8. Peroksit sayısı.....	41
4.1.9. İyot sayısı	43
4.1.10. Sabunlaşma sayısı.....	45
4.1.11. Reichert-Meissl sayısı (RM)	47
4.1.12. Polenske sayısı	49
4.1.13. Kırılma indisi.....	50
4.1.14. Renk tayini	51
4.2. Kromatografik Analiz Sonuçları	55
4.2.1. Yağ asitleri kompozisyonu (%).....	55
4.2.1.a. Bütirik asit ($C_{4:0}$).....	57
4.2.1.b. Kaproik asit ($C_{6:0}$).....	58
4.2.1.c. Kaprilik asit ($C_{8:0}$).....	60
4.2.1.d. Kaprik asit ($C_{10:0}$)	61
4.2.1.e. Laurik asit ($C_{12:0}$)	62

4.2.1.f. Miristik asit (C _{14:0})	64
4.2.1.g. Miristoleik asit (C _{14:1}).....	65
4.2.1.h. Palmitik asit (C _{16:0}).....	67
4.2.1.i. Palmitoleik asit (C _{16:1}).....	68
4.2.1.j. Stearik asit (C _{18:0})	69
4.2.1.k. Oleik asit (C _{18:1})	71
4.2.1.l. Linoleik asit (C _{18:2}).....	72
4.2.1.m. Konjuge linoleik asit (KLA)	73
4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları.....	75
4.3.1. Toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısı	77
4.3.2. Koliform sayısı	79
4.3.3. MRS agarda gelişen LAB sayısı	81
4.3.4. M17 agarda gelişen LAB sayısı	82
4.3.5. Maya ve küf sayısı.....	83
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	86
KAYNAKLAR	90
ÖZGEÇMİŞ	96

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

\$	Amerikan Doları
μ	Mikron
a_w	Su Aktivitesi
C	Santigrat
dak.	Dakika
EMS	En Muhtemel Sayı
g	Gram
kg	Kilogram
kob	Koloni Oluşturan Birim
L	Litre
log	Logaritma
M	Molarite
meq	Miliekivalent
mg	Miligram
ml	Mililitre
N	Normalite
°	Derece
s	Saniye
TL	Türk Lirası
α	Alfa

Kısaltmalar

FAME	Yağ Asidi Metil Esteri
GC	Gaz Kromatografisi
KLA	Konjuge Linoleik Asit

LAB	Laktik Asit Bakterisi
M.Ö.	Milattan Önce
M.S.	Milattan Sonra
RM	Reichert-Meissl Sayısı
Spp.	Subspecies
TAMB	Toplam Aerobik Mezofil Bakteri

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Süt tereyağına işlenirken yağ globüllerinin yoğunluk değişimi	3
Şekil 1.2. Tereyağının oda sıcaklığındaki mikro yapısı.....	5
Şekil 1.3. Dünya’da yıllık kişi başına düşen tereyağı tüketim miktarı (kişi/kg/yıl)	9
Şekil 4.1. Trabzon tereyağlarına ait kurumadde ve yağ oranları (%)	31
Şekil 4.2. Trabzon tereyağlarına ait tuz oranları (%).....	34
Şekil 4.3. Trabzon tereyağlarına ait pH değerleri	35
Şekil 4.4. Trabzon tereyağlarına ait asitlik (laktik asit cinsinden) değerleri (%)	37
Şekil 4.5. Trabzon tereyağlarında belirlenen erime noktası değerleri (°C).....	39
Şekil 4.6. Trabzon tereyağlarına ait a_w değerleri	40
Şekil 4.7. Trabzon tereyağlarına ait peroksit sayısı değerleri (meqO ₂ /kg).....	41
Şekil 4.8. Trabzon tereyağlarına ait iyot sayısı değerleri.....	44
Şekil 4.9. Trabzon tereyağlarına ait sabunlaşma sayısı değerleri	46
Şekil 4.10. Trabzon tereyağlarına ait Reichert-Meissl sayısı değerleri	47
Şekil 4.11. Trabzon tereyağlarına ait polenske sayısı değerleri.....	49
Şekil 4.12. Trabzon tereyağlarına ait kırılma indisi değerleri	50
Şekil 4.13. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen bütirik asit (C _{4:0}) oranları (%)	58
Şekil 4.14. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaproik asit (C _{6:0}) oranları (%) ...	59
Şekil 4.15. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaprilik asit (C _{8:0}) oranları (%)...	60
Şekil 4.16. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaprik asit (C _{10:0}) oranları (%)....	61
Şekil 4.17. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen laurik asit (C _{12:0}) oranları (%)	63
Şekil 4.18. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen miristik asit (C _{14:0}) oranları (%) .	64
Şekil 4.19. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen miristoleik asit (C _{14:1}) oranları (%)	66
Şekil 4.20. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen palmitik asit (C _{16:0}) oranları (%)	67
Şekil 4.21. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen palmitoleik asit (C _{16:1}) oranları (%)	68
Şekil 4.22. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen stearik asit (C _{18:0}) oranları (%) ...	70
Şekil 4.23. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen oleik asit (C _{18:1}) oranları (%).....	71

Şekil 4.24. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen linoleik asit (C _{18:2}) oranları (%).....	72
Şekil 4.25. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen konjuge linoleik asit (KLA) oranları (%)	74
Şekil 4.26. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen toplam aerobik mezofil bakteri sayıları (log kob/g).....	77
Şekil 4.27. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen koliform grubu bakteri sayıları (log kob/g)	79
Şekil 4.28. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen MRS ve M17 agarda gelişen LAB sayıları (log kob/g)	82
Şekil 4.29. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen maya ve küf sayıları (log kob/g).....	83

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1. Tereyağının bileşimi	4
Çizelge 1.2. Bazı ülkelerde tereyağı ve sadeyağ üretimi	10
Çizelge 1.3. Ülkemizin tereyağı dış ticareti	10
Çizelge 4.1. Trabzon tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları	27
Çizelge 4.2. Trabzon tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları	29
Çizelge 4.3. Örneklerin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait korelasyon analizi sonuçları	32
Çizelge 4.4. Trabzon tereyağlarına ait renk değerleri	52
Çizelge 4.5. Trabzon tereyağı örneklerine ait renk değerlerinin tanımlayıcı istatistik analizi	53
Çizelge 4.6. Örneklerin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri arasında yapılan korelasyon analizinde elde edilen bazı sonuçlar	54
Çizelge 4.7. Trabzon tereyağının yağ asitleri kompozisyonu (%)	56
Çizelge 4.8. Trabzon tereyağı örneklerin yağ asitleri kompozisyonuna ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (%)	57
Çizelge 4.9. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)	76
Çizelge 4.10. Örneklerin mikrobiyoloji içeriklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (log kob/g)	77

1. GİRİŞ

1.1. Tanım

Tereyağı, yayıklama ve malakse işlemi ile kremadan üretilen bir süt ürünüdür. Yapısında kısmen kristalize olmuş %80'i aşkın süt yağı içermektedir. Yayıklama işlemi için en uygun sıcaklık aralığı 15-20°C olduğundan dolayı, tereyağının orijini ılıman iklime sahip bölgelerdir. Mevcut bilgilere ilave olarak, son yapılan bilimsel araştırmalar tereyağının raf ömrünün artırılması ve kalitenin geliştirilmesi üzerine yoğunlaşmıştır (Walstra *et al.* 2006).

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde "tereyağı, ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kurumaddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip olan ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde izin verilen katkı maddelerinin kullanılabildiği bir süt ürünüdür" şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 2005).

Üretiminde yararlanılan kremanın olgunlaştırılıp olgunlaştırılmadığına, tuzlu, tuzsuz oluşuna bağlı olarak çeşitli sınıflara ve TS 1331 (Anonim 1995) Tereyağı Standardı'na göre de farklı tiplere ayrılmaktadır. Ayrıca Türk Gıda Kodeksi-Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde de farklı tereyağı tiplerinden bahsedilmektedir. Gerek Tebliğ ve Standartta gerekse çeşitli literatürlerde geçen tereyağı tanımlarına ilişkin bilgiler aşağıda verilmiştir.

Kahvaltılık tereyağı: Pastörize edilmiş kremadan tekniğine uygun olarak elde edilmiş, tereyağı kültürü katılarak özel tat ve koku kazandırılmış ve ağırlıkça en az %82 süt yağı içeren tereyağıdır.

Mutfaklık tereyağı: Krema veya yoğurttan tekniğine uygun olarak elde edilmiş, gerektiğinde tereyağı kültürü katılarak özel tat ve koku kazandırılmış, tuzsuzlarda en az %82, tuzlularda en az %80 süt yağı içeren tereyağıdır.

Sadeyağ (Eritilmiş tereyağı): 60°C'yi geçmeyen bir sıcaklıkta eritildikten sonra köpük, tortu ve suyundan mümkün olduğunca ayrılmış ve ağırlıkça en az %99 oranında süt yağı içeriğine sahip olan tereyağıdır. Diğer bir ifadeyle süt yağsız kurumaddesini oluşturan bileşenler ve serum fazının tamamına yakın bir bölümünün tereyağından uzaklaştırılmasıyla üretilen bir yağ çeşididir. Üretiminde hammadde kaynağı olarak süt, krema ve tereyağından yararlanılmaktadır.

Yayık tereyağı: Üretiminde hammadde olarak yoğurt kullanılarak elde edilen tereyağıdır. Son üründe süt yağ oranı ağırlıkça %80-%90 arasındadır.

Çeşnili tereyağı: Tereyağına çeşitli baharat, meyve ve sebzeler, bal ve/veya diğer gıda maddeleri katılarak çeşnilendirilmesi ile elde edilen, tat ve koku dışındaki diğer özellikleri tereyağı için verilen özellikleri taşıyan ve son üründe süt yağı oranı ağırlıkça en az %75 olan bir üründür.

Tuz oranına göre;

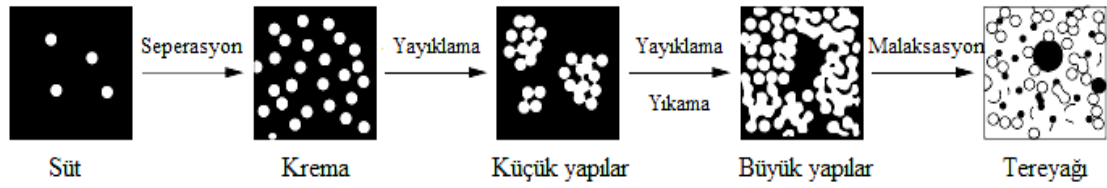
- Az tuzlu %0,5-0,6
- Standart tuzlu %0,8-1,0
- Ekstra tuzlu %2 (en fazla)

Olgunlaştırma durumuna göre;

- **Tatlı krema tereyağları:** Kremaya olgunlaştırma işlemi uygulanmadan elde edilmiş tereyağlarıdır. Bu tip tereyağı üretiminde yayıklama asitliği >6,0 pH'dır.

- **Ekşi krema tereyağları:** Kremanın olgunlaştırılmasıyla elde edilen tereyağlarıdır. Bu tip tereyağı üretiminde ise yayıklama asitliği hafif olgunlaştırılanlarda 5,0-5,4 pH daha fazla olgunlaştırılanlarda 4,5-4,7 pH arasındadır (Anonim 2013).

Tereyağının özelliği, işlendiği hammaddeye ve özellikle süte benzememektedir. Üretim esnasında uygulanan işlemler, bu arada yağsız sütün ayrılması, nötralizasyon, pastörizasyon, starter kültür ilavesi, yayıklama ve tuzlama ürüne ayrı bir özellik kazandırmaktadır (Yöney 1974). Tereyağı, temel olarak süt yağının konsantre hale getirilmesiyle oluşur ve bu nedenle sütteki tüm bileşenleri içerir. Süt tereyağına işlenirken yağ globüllerinin yoğunluk değişimi Şekil 1.1’de verilmiştir.



Şekil 1.1. Süt tereyağına işlenirken yağ globüllerinin yoğunluk değişimi (Mulder and Walstra 1974; Walstra *et al.* 2006)

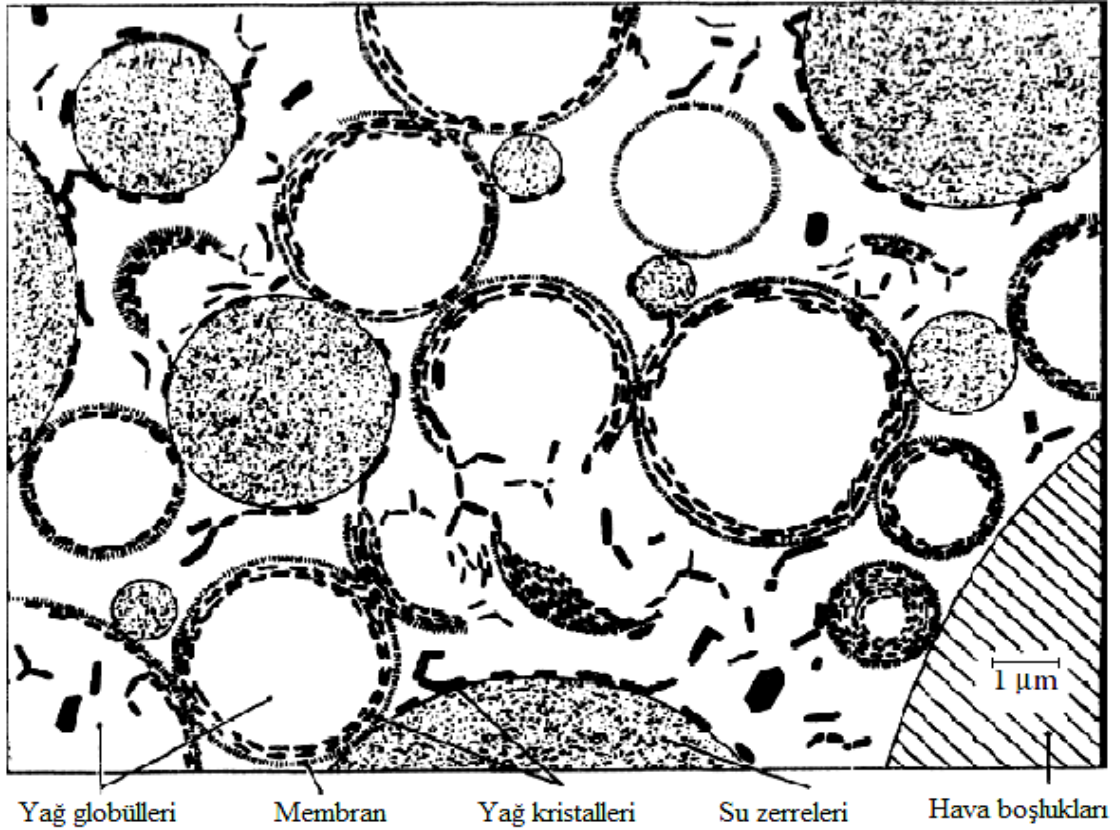
Fakat bu bileşenlerin oranları, tereyağı üretiminde kullanılan hammadde ve tereyağı üretim tekniğine göre süte oranla yaklaşık 20 kat artmasına karşılık su, protein, laktoz ve tuz gibi diğer bileşenlerin oranı büyük ölçüde azalmaktadır (Atamer 1993; Demirci 1997; Hocalar 2003, Kesler 2008). Çizelge 1.1’de tereyağının genel bileşimi verilmiştir.

Çizelge 1.1. Tereyağının bileşimi (Hocalar 2005)

Ortalama Bileşen (%)	Süt	Tereyağı
Yağ	4,2	82,1
Protein	3,4*	1,4
Laktoz	4,6*	
Tuzlar	0,8*	
Sitrik asit vb.	0,2*	
Su	86,8	15,6
Tuz (NaCl)	-	0,9

*Yağsız kurumaddede

Fiziksel olarak tereyağı, yağ içerisinde su (S/Y) emülsiyonu şeklindedir. Tereyağında sürekli fazı oluşturan yağ içerisinde su damlacıkları ve hava kabarcıkları yer alır. Küçük su damlacıkları çoğunlukla krema plazmasını, büyük su damlacıkları ise tat bileşiklerini ve yayık ayranını, bazen tuzu ve tereyağına kontamine olmuş mikroorganizmaları içerir. Süt yağı gerek yağ globülleri içerisinde ve gerekse sürekli süt yağı fazı içerisinde, kısmen sıvı ve kısmen de kristaller halinde bulunur (Şekil 1.2). Serbest yağ, globüllerdeki yağın belli kısmının yoğurma ve yayıklama işlemleri esnasında sıkılması ile meydana gelir. Globüllerdeki yağın %50'si iyice soğutulmuş bir kremada kristaller halinde bulunmaktadır. Serbest yağdaki kristaller 0,1 µm kadar küçük boyutlarda olabilir. Sürekli yağ fazındaki katı yağın sıvı yağa oranı yağın yapısı bakımından önemli olup, çok sıvı yağ içeren tereyağları yumuşak ve yağlı bir yapıya sahip iken, az miktarda sıvı yağ içerenler gevrek ve kırıntılı bir yapı gösterirler (Tekinşen 1996; Kesler 2008).



Şekil 1.2. Tereyağının oda sıcaklığındaki mikro yapısı (Mulder and Walstra 1976; Walstra *et al.* 2006)

Gıda bileşenleri arasında en yüksek enerji değerine sahip öge yağlardır. Metabolizmanın günlük enerji ihtiyacının karşılanmasında yağlar önemli bir yere sahiptir. Bu yönüyle bünyesinde en az %80 oranında süt yağı içeren tereyağının beslenmedeki önemi çok büyüktür (Koyuncu 2010). Tereyağının sadece kalori kaynağı olmadığı, sağlığın korunması, vücudun dış etkenlere karşı direncinin artırılması ve organizmanın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için mutlaka alınması gerekli bir gıda maddesi olduğu bilinmektedir. Bu durum, toplum sağlığı ve beslenmesi açısından olduğu kadar, tereyağı teknolojisinin gelişmesi bakımından da büyük önem arz etmektedir. Tereyağı diğer hayvansal ve bitkisel yağlardan farklı olarak, düşük ve yüksek molekül ağırlıklı yağ asitlerinin yanı sıra monoen, dien ve polien doymamış yağ asitlerini ve çok sayıda izomeri bünyesinde bulundurmaktadır. Bu nedenle diğer yağlara oranla sindirimi daha kolay ve fizyolojik değeri daha üstündür. Vücut tarafından sentezlenemeyen bazı esansiyel yağ asitlerini (linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit gibi) bünyesinde

bulundurması, tereyağının değerini daha da arttırmaktadır. Bu arada yağda eriyen vitaminler de (A, D, E, K) tereyağında bulunmakta ve canlının gelişimi ile kemiklerin sağlamlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır (Metin ve Sezgin 1976).

Tereyağı A vitamini yönünden önemli doğal bir kaynaktır. Tokoferollerden yalnız α - tokoferol bulunmakta olup, antioksidan etkisinden dolayı A vitamini ve karoteni otooksidasyondan korumaktadır. Ayrıca kültür ilave edilerek biyolojik olgunlaştırılmış kremadan yapılan tereyağlarında; süt şekeri ve sitrik asit fermentasyonu sonucunda meydana gelen süt asidi yanında CO₂, alkoller, asetik asit, diasetil, asetoin, asetaldehit, aseton ve etanolden oluşan aroma maddeleri bulunmaktadır. Ayrıca ketonlar, lakton, ester, dimetil sülfid, serbest uçucu yağ asitleri aroma maddeleri gibi diğer bir dizi komponenti de içermektedir. Kolesterol miktarı ise yaklaşık 240mg/ 100g düzeyindedir (Oysun 1999).

Tereyağı en iyi nitelikte yapılmış olsa bile, dayanıklılığı sınırlıdır. Bu durum, ekşi ya da tatlı krema tereyağlarında, yıkanmış veya yıkanmamış, tuzlanmış ya da tuzlanmamış tüm tereyağları için geçerlidir. Tereyağının bozulmasında çoğunlukla mikrobiyolojik, enzimatik ve kimyasal reaksiyonlar bir arada rol oynadığı için, olumsuz tat değişikliğinin, bu nedenlerden hangisinin etkisiyle ortaya çıktığını tespit etmek oldukça zordur. Yağın enzimatik, mikrobiyolojik ve kimyasal etkilerle bozulması sırasında hem gliseridlerin kısmen hidrolizi ve otooksidasyonu hem de bu arada ortaya çıkan ürünlerin polimerizasyonu, oksidasyonu ve redüksiyonu da gerçekleşmektedir (Ergin 1978).

Diğer gıda maddelerinin birçoğunda olduğu gibi, süt ve süt ürünlerinde de depolama süresince bazı değişiklikler meydana gelmektedir. Dondurma, süt, krema, tereyağı, peynir, süttozu ve yoğurtta depolama süresince birçok fiziksel, kimyasal ve mikrobiyolojik kalite kayıpları söz konusudur. Bütün süt ürünlerinde görülen ortak kalite kaybı etkeni ise oksidasyondur (Kilcast and Subramaniam 2000; Muir and Banks 2000). Tereyağının oksidatif bozulması üzerinde; tereyağını oluşturan süt yağının bileşimi, ışık, havadaki oksijen, tereyağının su fazının pH değeri, yemek tuzu, bakır başta olmak üzere ağır metal iyonlarıyla bulaşma ile depolama sıcaklığı ve antioksidan

ve prooksidanların önemli etkileri olmaktadır (Saldamlı 1985; Celestino *et al.* 1997; Nawar 1998). Ortamdaki oksijen varlığının yüksek düzeyde olması, oksijene maruz kalan yüzeyin büyük olması ve yüksek sıcaklık oksidasyonu arttırmaktadır. Nem içeriğinin yüksek olması ise oksijen hareketliliğini engellediğinden oksidasyonu azaltmaktadır (Nawar 1998).

Gıda maddelerindeki doymuş yağ asitleri de bazen oksidasyona maruz kalırken, daha çok doymamış yağ asitleri veya yağ asidi rezidülerinin çift bağları oksidasyona uğramaktadır (Nawar 1998). Daha sonraki aşamalarda bu oksidasyon ürünlerinden çok sayıda farklı bileşikler oluşabilmektedir. Bu bileşiklerden bazıları çok düşük konsantrasyonlarda bile gıdanın donyağımsı, balığımsı, metalik veya yapay-yabancı tat ve aromaya sahipmiş gibi algılanmasına yol açmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde $C_{18:2}$ ve $C_{18:3}$ yağ asitlerinin nispeten yüksek oranda bulunması, tüketicide kan kolesterol seviyesini düşürme açısından arzulanmaktadır. Ancak bu yağ asitlerinin yüksek düzeyde bulunması ürünün oksidatif stabilitesini düşürmektedir. Süt yağında bulunan az miktardaki antioksidan maddeler oksidasyonu önlemede yeterli olmamakta ve dışarıdan antioksidan ilavesi yoluna gidilmektedir (Reklewska *et al.* 2002).

Süt yağında bulunan düşük moleküllü yağ asitlerinin gliseridleri çok üstün bir aromaya sahiptirler. Fakat bunların parçalanması sonucu ortaya çıkan yağ asitleri, büyük moleküllü yağ asitlerine nazaran çok kötü bir koku ile keskin ve acı bir tat oluşmasına yol açmaktadır. Diğer bir ifadeyle; iyi olan tat ve aroma, süt yağının hidrolize olmasıyla kısa zincirli yağ asitlerinin birikmesi sonucu kötü tat ve aromaya dönüşmektedir. Halbuki yüksek moleküllü yağ asitlerinin hidrolize olmasıyla ortaya çıkan yağ asitleri, bariz bir tat ve kokuya sahip değildirler (Yöney 1974).

1.2. Tarihi Gelişim

Tereyağının tarihi süreç içinde üretimine ilişkin ilk kaynaklara M.Ö. 8000 yıllarında Doğu Anadolu'da hüküm sürmüş olan Urartular'a ait kaynaklarda rastlanılmıştır. M.Ö. 2000'li yıllarda beslenme amaçlı olarak tereyağının kullanıldığı, daha sonraki yıllarda

Trakyalıların da tereyağı yapmayı öğrendikleri ve M.Ö. 300'lü yıllarda tereyağı, doğuda yiyecek maddesi olarak kullanılırken Elenler ve Romalılarda merhem olarak ve saç yağlamada kullanmıştır. M.S. 5.yy.'da, Hindistan'dan Trakya'ya kadar uzanan bölgede tereyağının yapıldığı anlaşılmaktadır. Aynı yıllarda, Avrupa'da da tereyağı üretiminin yaygınlaşmaya başladığı ve M.S. 8.yy.'da Norveç'te ticari anlamda tereyağı yapımının endüstri içinde yer aldığı belirtilmiştir. İskandinav ülkeleri Batı Avrupa'da tereyağı üretiminin yaygınlaşmasında öncülük etmiştir (Atamer 1993; Oysun 1999).

Gerçek anlamda tereyağı üretim endüstrisi, 1850 yıllarından sonra mekanik krema ayırıcılarının devreye girmesi ile gelişmiştir. Bununla birlikte üretim yapılan ülkelerde özellikle tereyağının margarinle hilelendirilmesini önlemek amacı ile bu ürünlerin kanunlarla tanımlamaları yapılmıştır. 1890'lı yıllarda ise tereyağı yapımında krema pastörizasyonu ve saf kültür kullanımı ile kalitenin korunmasına ilişkin elde edilen başarı son gelişmeler bakımından etkili olmuştur (Hocalar 2005).

1.3. Ülkemizde ve Dünya'da Tereyağı Üretim ve Tüketim Durumu

Avrupa Birliği ve Okyanusya ülkelerindeki tereyağı tüketimi Güney Amerika ve Afrika kıtasındaki ortalama tüketim miktarından daha yüksektir. Fransa, Lüksemburg, Almanya, Avusturya, İsviçre gibi Batı Avrupa ülkeleri, Çek Cumhuriyeti gibi Orta Avrupa ülkesi ile Okyanusya'da kişi başına düşen yıllık tereyağı tüketimi 4 kg'dan fazladır. Özellikle Fransa'da kişi başına düşen tereyağı tüketimi (7,5 kg/yıl), AB ortalama kişi başı tüketim miktarının iki katıdır. Kolombiya, Güney Afrika ve Brezilya başta olmak üzere Afrika ve Güney Amerika ülkeleriyle, süt tüketiminin de az olduğu Çin'de ise tereyağı tüketimi oldukça düşük seviyelerdedir (Şekil 1.3) (Anonim 2013).



Şekil 1.3. Dünya’da yıllık kişi başına düşen tereyağı tüketim miktarı (kişi/kg/yıl) (Anonim 2014)

Ülkemizde tereyağı tüketimi oldukça yaygındır. Üretimi her ne kadar yıllar itibari ile artış gösterse de en yüksek ithalat miktarına sahip süt ürünü niteliği taşıması itibariyle tüketimi oldukça yüksektir. Ülkemizde 2013 yılına ilişkin kişi başı yıllık tereyağı tüketimi 1,42 kg’dır.

Dünya tereyağı ve diğer süt yağları toplam üretim miktarının 2012 yılında bir önceki yıla göre %3,3 artarak 10 milyon tona ulaştığı tahmin edilmektedir. Dünya toplam tereyağı ve diğer süt yağları üretiminin %40’ı Hindistan’da gerçekleşirken, son 10 yıldaki düşüşün ardından AB’de 2012 yılında tereyağı üretimi artmıştır (Çizelge 1.2).

Çizelge 1.2. Bazı ülkelerde tereyağı ve sadeyağ üretimi (Anonim 2014)

	2012 (milyon ton)
Hindistan	4,5
AB-27	2,0
ABD	0,8
Pakistan	0,7
Yeni Zelanda	0,5
Rusya	0,2

2011 yılında 35.000 ton civarında olduğu tahmin edilen tereyağı üretimimiz, TÜİK verilerine göre 2012 yılında yaklaşık %15 artış göstererek 40.139 ton olarak hesaplanmış, 2013 yılında ise toplam üretim 41.515 tona ulaşmıştır (Anonim 2014).

Ülkemizde tereyağı üretiminin yeterli olduğuna dair yaygın bir kanı olmasına rağmen aslında durum bu şekilde değildir. Çizelge 1.3’de ülkemizin tereyağı dış ticareti yer almaktadır. Buna göre, ülkemizin yurtdışından ihraç ettiğinden çok daha fazla miktarda tereyağı ithal ettiği ve ülkemizin tereyağında dış ticaret açığı verdiği görülmektedir.

Çizelge 1.3. Ülkemizin tereyağı dış ticareti (Anonim 2014)

	İthalat (kg)	İhracat (kg)	İthalat (\$)	İhracat (\$)
2012	15 136 292	297 852	60 765 776	1 805 741
2013	19 612 775	393 657	86 862 222	2 364 065

Tereyağı, ülkemizin her yerinde yapılmakla birlikte en fazla Trabzon, Kars, Erzurum, Urfa, Diyarbakır ve çevrelerinde üretilmektedir. Her bölgenin çayır ve mera florasının farklı oluşu; sütlerin ve dolayısıyla bu sütlerden üretilen tereyağlarının tat, aroma, renk, kalite ve bileşim bakımından farklı olmasına neden olmaktadır. Ayrıca bölgenin iklimi

ve tereyağı üretim yerinin sıcaklığı da tat ve aroma üzerinde etkili olmaktadır. Bu nedenlerle ülkemizde üretilen tereyağları üretildikleri bölgelere özgü çeşitli isimlerle anılmaktadır (Şengül vd 1998).

Trabzon tereyağı çoğunlukla tuzlu bir yağ olup aslında Trabzon çevresinde bulunan Ordu, Giresun, Rize ve Gümüşhane illerinden toplanan tereyağlarının karışımıdır. Bu yağın özelliği, bu bölgenin çayır ve mera florasından kaynaklanmaktadır. Tadı ve kokusu oldukça hoştur (Adam 1954; Eralp 1969). Bu bölgedeki köy işletmelerinde yoğurt ve kremadan ve bazen de sütü kendi haline bıraktıktan sonra yüzeyde toplanan kaymaktan, çeşitli basit usullerle elde edilen tereyağlarının, çoğunlukla Trabzon'da bulunan toplayıcılar tarafından toplanıp (Trabzon yağı adı verilmesinin esas nedeninin de tüketim merkezlerine bu yağların Trabzon'dan gönderilmesi olduğu belirtilmektedir); kaliteleri iyi olanların basit usullerle harman edilerek ve genellikle biraz tuzlandıktan sonra tenekeler veya fiçiler içerisinde tüketim merkezlerindeki piyasalara gönderildiği belirtilmektedir (Eralp 1969).

Trabzon tereyağlarında hammadde çoğunlukla inek sütüdür. Ancak bazen koyun ve keçi sütünden elde edilen tereyağları da karıştırılmaktadır. Daha çok yemeklik olarak kullanılmaktadır (Adam 1954; Eralp 1969; Şengül vd 1998). İnek sütü yağı oranı yükseldikçe kalitesi ve değerinin arttığı, renginin de sarılaştığı, aksine koyun ve keçi sütü yağı karıştırılanların açık renkli olduğu, piyasada tutulmadığı ve daha düşük fiyatla satıldığı ifade edilmektedir (Adam 1954; Şengül vd 1998).

Ülkemizde tereyağı denildiğine akla gelen ilk yer olan Trabzon, gerek doğasının sahip olduğu zenginliğin gerekse yöre insanının sahip olduğu kültürün sonucu olarak ülkemizde asırlardır yüksek kaliteli tereyağı üretiminin merkezi olmuştur. Bu çalışma, yörede üretilen tereyağlarının bazı kalite parametrelerinin belirlenmesi amacıyla planlanmış ve yürütülmüştür.

2. LİTERATÜR ÖZETİ

Ülkemizin değişik yörelerinde üretilen tereyağlarının bazı kimyasal, fiziksel ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine farklı çalışmalar mevcuttur.

Bu çalışmalardan birinde Metin (1979), kahvaltılık pastörize tereyağlarında, su miktarını %9,41-18,11, yağ miktarını %75–86,3, yağsız kuru madde miktarını %1,64–7,53 ve asitlik değerini de (laktik asit cinsinden) %0,108-0,414 arasında bulmuştur.

Egan (1981), tereyağlarının yağ asidi içeriklerinin belirlenmesine ilişkin yaptığı bir çalışmada bütirik asit miktarını ($C_{4:0}$) %3,2, palmitik asit miktarını ($C_{16:0}$) %26,0, stearik asit miktarını ($C_{18:0}$) %11,2, oleik asit miktarını ($C_{18:1}$) %27,8, linoleik asit miktarını ($C_{18:2}$) %1,4, linolenik asit miktarını ise ($C_{18:3}$) %1,5 olarak bulmuştur.

Atamer ve Kaptan (1982), Ankara ilinde satışa sunulan kahvaltılık tereyağlarının özelliklerinin belirlenmesine yönelik yaptıkları bir çalışmada; en düşük ve en yüksek değerler olarak örneklerin yağ miktarlarını %79,5–81,5, asitliklerini (laktik asit cinsinden) %0,0433–0,1638, peroksit değerlerini 0,98-1,20 mmol O_2 /kg, asit değerlerini ise 0,26–2,43 mg KOH/1g yağ olarak tespit etmişlerdir.

Tereyağlarında lipolitik ve oksidadif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri ile aroma arasındaki ilişkinin incelendiği bir araştırmada 56 adet kahvaltılık tereyağı analize alınmış ve sonuç olarak tereyağı asitlik değeri 1,8 mg KOH/g'a ulaştığında aroma bozukluğunun belirgin olarak algılandığı, peroksit değeri ile aroma arasında kesin bir ilişki olmadığı saptanmıştır. Bu durumun; hidroperoksitlerin, oksidasyonun ileri aşamalarında parçalanmasından ileri geldiği sonucuna varılmıştır (Atamer ve Sezgin 1984).

Kurdal ve Koca (1987) Erzurum ilinde tüketime sunulan 40 tereyağı örneğinde yaptıkları çalışmada süt yağı oranını %75,50-%84,00 arasında, su oranlarını %14,00–

22,58 arasında, tuz oranlarını %0,02–1,83 arasında, %süt asidi cinsinden asitlik oranlarını %0,390–0,740 arasında, Reichert-Meissl sayı değerlerini 26,58–28,55 arasında, Polenske sayılarını 1,93–2,72 arasında, iyot sayılarını 31,42–46,64 arasında, peroksit sayılarını 0,98–1,75 değerleri arasında, koliform mikroorganizma sayısının 0–2400 kob/g arasında, maya ve küf sayısının ise $0-112 \times 10^5$ kob/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Çon (1990) Samsun’da yaptığı bir çalışmada piyasada satışa sunulan tereyağlarının süt yağı düzeylerinin ortalama olarak %75,74 olduğunu bildirmiştir.

Samsun ilinde tüketime sunulan 70 adet tereyağı örneği üzerinde yapılan bir çalışmada örneklerin tamamında, maya ve küf sayısının standartların üzerinde olduğu bulunmuştur. Yine örneklerin çoğunda koliform grubu ve proteolitik mikroorganizmaya rastlanılmıştır (Çon ve Oysun 1990).

Yalçın vd (1993) Konya ilinde satışa sunulan 15 tereyağı örneği üzerinde yaptıkları çalışmada su oranını %11,30–19,36 arasında, süt yağı oranlarını %72,22–84,16 arasında, %süt asidi cinsinden asitliği %0,24–0,58 arasında, tuz oranlarını %0,21–0,94 arasında, Peroksit sayılarını 0,25–1,95 arasında, İyot sayılarını 21,94–45,68 arasında, Reichert-Meissl sayılarını 22,65–28,40 arasında ve Polenske sayılarını 1,65–2,35 arasında bulmuşlardır. Aynı çalışmada yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda toplam canlı sayısının $2,7 \times 10^5$ – $4,7 \times 10^7$ kob/g arasında, koliform grubu bakteri sayısının $0-7,4 \times 10^5$ kob/g arasında, maya ve küf sayısının $0-2,3 \times 10^5$ kob/g arasında olduğunu tespit etmişlerdir.

Patır vd (1995), Elazığ ilinde piyasaya sunulan kahvaltılık tereyağlarının kalitelerini belirlemek amacıyla 35 tereyağı örneği üzerinde yaptıkları bir çalışmada örneklerin koliform bakteri sayılarını $4,1 \times 10^4$ kob/g, maya- küf sayılarını ise $9,0 \times 10^6$ kob/g olarak bulmuşlardır.

Tekirdağ il merkezinde tüketime sunulan kahvaltılık tereyağları üzerinde Şimşek vd (1995) yaptıkları çalışmada örneklerin yağ oranlarının %74,0–86,0, su oranlarının %8,0–17,0, asitliklerinin ise %0,05–0,99 arasında değiştiğini bildirmişlerdir.

Ağrı ilinde tüketime sunulan tereyağları üzerinde Esis (1997) 20 adet örnekle çalışmış ve örneklerin ortalama olarak koliform bakteri ve maya-küf sayılarını sırasıyla $9,61 \times 10^5$ kob/g ve $2,6 \times 10^3$ kob/g olarak bulmuştur.

Çelik ve Bakırcı (2000), Erzurum ilinde aile işletmeleri ve mandıralardan temin ettiği 33 adet mutfak tipi tereyağı üzerinde yapmış oldukları çalışmada, aile işletmelerinden ve mandıralardan temin edilen tereyağlarının ortalama değerlerini sırası ile kurumadde oranını %82,93 ve %80,97, yağ oranını %79,73 ve %78,46, tuz oranını %0,48 ve %0,33, asitliğini (laktik asit cinsinden) %0,22 ve %0,33, erime noktasını 32,61°C ve 32,18°C, sabunlaşma sayısını 218,91 ve 211,55, Reichert-Meissl sayısını 26,86 ve 22,97, polenske sayısını 2,90 ve 2,27, peroksit sayısını 3,10 ve 2,79 meqO₂/kg olarak bulmuşlardır.

Kaya (2000) yaptığı bir çalışmada, inek sütünden ve yoğurttan elde edilmiş tereyağı örneklerine ait peroksit değerlerini ise 0,25 ve 0,21 meq O₂/kg olarak tespit etmiştir.

Malatya ilinde yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağlarının mikrobiyolojik kaliteleri üzerine karşılaştırmalı bir çalışma yapan Hayaloğlu ve Konar (2001), krema tereyağlarında toplam bakteri sayısını $7,7 \times 10^6$ kob/g, maya ve küf sayısını ise $7,3 \times 10^6$ kob/g olarak bulmuşlar, ayrıca kremadan yapılan tereyağı örneklerinin hiçbirinde koliform bakteriye rastlanmadığını bildirmişlerdir.

Sağun vd (2001) ise Van'da yaptıkları bir çalışmada kahvaltı salonlarında tüketilen 10 adet tereyağı örneklerinin ortalama olarak su oranını %17,87, süt yağı miktarını %79,05, yağsız kurumadde miktarını %3,08, tuz oranını %0,65, pH değerini 5,00, %süt asidi cinsinden asitlik miktarını %0,61 olarak tespit etmişlerdir.

Trabzon tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun tespiti konulu bir araştırmada; 10 adet taze tereyağı örneğinin yağ asidi kompozisyonu belirlenmiş ve örneklerde %1,86-3,10 oranında butirik asit ($C_{4:0}$), %2,21-3,37 oranında kaproik asit ($C_{6:0}$), %5,70-8,81 oranında kaprilik asit ($C_{8:0}$), %12,45-17,62 oranında kaprik asit ($C_{10:0}$), %2,81-8,87 oranında laurik asit ($C_{12:0}$), %9,26-14,55 oranında miristik asit ($C_{14:0}$), %19,74-32,98 oranında palmitik asit ($C_{16:0}$), %0,86-7,42 oranında palmitoleik asit ($C_{16:1}$), %2,68-12,16 oranında stearik asit ($C_{18:0}$), %3,42-15,85 oranında oleik asit ($C_{18:1}$) ile iz düzeylerde linoleik asit ($C_{18:2}$) ve linolenik asit ($C_{18:3}$) olduğu saptanmıştır (Şengül vd 2003).

Sağdıç vd (2004) koyun, keçi ve inek sütünden imal edilmiş tereyağı örneklerinin asitlik değerini sırasıyla 0,65, 0,72 ve 0,67 olarak tespit etmiş, aynı çalışmada nem, yağ ve yağsız kuru madde miktarlarını ise sırasıyla %15,20, %82,90, %1,40; %14,40, %83,80, %1,25 ve %15,65, %82,15 ve %1,90 olarak bulmuşlardır.

İzmir piyasasından elde edilen 8 adet tereyağı örneğine ait yağ miktarları yaklaşık %82-83 olarak bulunmuştur (Seçkin vd 2005).

Seçkin vd (2005) çalışmalarında tereyağlarının da içinde bulunduğu bazı süt ürünlerini incelemişler ve 8 adet tereyağı örneğine ait yağ asitleri bileşimini en az ve en fazla değerler olarak butirik asitte ($C_{4:0}$) 2,15-2,65 (g/100g), palmitik asitte ($C_{16:0}$) 33,38-35,68 (g/100g), oleik asitte ($C_{18:1}$, cis-9,12) 24,67-27,75 (g/100g), linoleik asitte ($C_{18:2}$ trans-9,12) 0,09-0,17 (g/100g), linoleik asitte ($C_{18:2}$ cis-9,12) 0,12-0,17 (g/100g), linolenik asitte ($C_{18:3}$ cis-9,12) ise 0,03-0,08 (g/100g) arasında bulmuşlardır. Bu çalışmada linolenik asit ($C_{18:3}$ trans-9,12) yalnızca bir örnekte 0,17 (g/100g) olarak tespit edilebilmiştir. Ayrıca aynı çalışmada ortalama olarak örneklerin doymuş yağ asitleri (SFA) miktarı (yüzde yağ asitleri cinsinden) %71,253+-1,493, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) miktarı %27,701+-1,394, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) miktarları %0,377+-0,076, toplam doymamış yağ asitleri (TUFA) miktarı ise %28,078+-1,390 olarak bulunmuştur.

Öztürk ve Çakmakçı (2006) yaptıkları bir çalışmada; inek sütünden imal edilmiş tereyağında, peroksit değerinin 0,78 meq O₂/kg olduğunu tespit etmişlerdir.

Özkanlı ve Kaya (2007), çiğ ve pastörize edilmiş koyun sütünden elde edilen tereyağları üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada, tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin 1,21 ve 0,98 meq O₂/kg olduğu ve muhafaza süresi ve sıcaklık arttıkça bu değerlerin yükseldiği belirtilmiştir.

Kesler (2008), tereyağına probiyotik kültür ve lif ilavesiyle fonksiyonel özellik kazandırılması konulu tez çalışmasında; tereyağı örneklerinin kurumadde oranını %69–97, %asitlik (laktik asit cinsinden) değerini %0,11–1,47, peroksit değerini 0,8-2,45 meqO₂/kg, erime noktasını 30,7-36,5°C, refraktif indeks değerini 1,46170–1,46455, renk değerlerini *L**; 71-74, *a**; 1,68-2,36 ve *b** 15,15-17,87 arasında bulmuştur. Aynı çalışmada yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda laktik asit bakteri sayısının 4x10⁴-7x10⁷ kob/g arasında değiştiği bildirilmiştir.

Altun vd (2011), Van piyasasında satışa sunulan 20 tereyağı örneği üzerinde yaptıkları çalışmada yağsız kurumadde oranlarını %0,74-13,01, su oranlarını %13,02–41,36, yağ oranlarını %51,5-83,2, *a_w* değerlerini 0,866-0,999 arasında bulmuşlardır. Aynı çalışmada doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asidi oranlarının sırasıyla %56,22-79,33, %17,88-28,09 ve %1,97-20,43 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Fındık (2011), Van piyasasına sunulan tereyağları ve bu tereyağlarından üretilen sadeyağlar üzerine yapmış olduğu tez çalışmasında 10 adet tereyağı örneğinde yağ oranını %76,0-83,0 arasında, asitlik (laktik asit cinsinden) değerlerini %0,17-2,18 arasında, su aktivitesi (*a_w*) değerini 0,96-1,00 arasında, 1,19-7,37 meqO₂/ kg arasında bulmuştur. Aynı çalışmada yapılan mikrobiyolojik analizler sonucunda tereyağı örneklerinde koliform grubu bakterilerinin sadece 1 örnekte bulunduğunu tespit etmiştir. Diğer taraftan, maya ve küf sayısının 2,79-7,40 log kob/g, MRS agarda gelişen laktik asit bakteri sayısının 4,00-6,99 log kob/g, M17 agarda gelişen laktik asit bakteri sayısının ise 5,58-7,01 log kob/g değerleri arasında değiştiğini belirlemiştir.

Karatepe ve Patır (2012), eugenol ve thymolün pastörize tereyağının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşal özellikleri üzerine etkisini araştırmışlardır. 4°C’de muhafaza edilen kontrol tereyağı örneğinde depolama süresince pH değerini 5,41-6,44, peroksit sayısını depolama boyunca (180 gün) 0 meqO₂/kg olarak belirlemişlerdir. Diğer taraftan, -20°C’de muhafaza edilen örnekte ise pH değerini 6,20-6,44, peroksit sayısını depolama boyunca (180 gün) 0 meqO₂/kg olarak tespit etmişlerdir. Mikrobiyolojik analizler sonucunda ise 4°C’de muhafaza edilen örnekte depolama süresince koliform bakteri sayısını 37,14 - >110 (EMS/g), toplam aerobik mezofil bakteri sayısını ise 7,47-7,87 log kob/g olarak tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL ve METOT

3.1. Materyal

Çalışmada kullanılan 30 adet tereyağı örneği Trabzon ili Ortahisar, Akçaabat, Vakfikebir, Tonya, Sürmene ve Yomra ilçelerinden temin edilmiştir. Tereyağı örnekleri 500'er gram olarak steril poşetlere konularak soğutuculu dolap içerisinde hızlı bir şekilde Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Süt ve Süt Ürünleri Araştırma Laboratuvarı 4'e getirilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1. Fiziksel ve kimyasal analizler

3.2.1.a. Kurumadde tayini

Tereyağı örneklerinde kurumadde analizi için nikel kaplar kullanılmıştır. Kurutma dolabında 100°C'de 15 dakika tutulan nikel kaplar soğuması için desikatöre alınmış ve darası alınan nikel kaplara 2,5 - 3 g örnek tartılmıştır. Nikel kaplar değişmeyen ağırlığa gelinceye kadar kurutma dolabında bekletilmiş (100-102°C'de 3-4 saat) ve desikatörde soğutulduktan sonra son tartımlar yapılarak örneklerdeki % kurumadde oranı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır (Anonim 1995).

$$\text{Kurumadde (\%)} = \frac{A - C}{B - C} \times 100$$

A = Kap ile birlikte örnek kurumaddezinin ağırlığı (g)

B = Kap ile birlikte örnek numunesinin ağırlığı (g)

C = Kap ağırlığı (dara) (g)

3.2.1.b. Yağ tayini

Örneklerin yağ tayini Gerber metodu ile yapılmış ve tayinde özel butirometreler kullanılmıştır. 5 g tereyağı butirometrenin özel beherciğine tartılıp behercik butirometreye yerleştirilmiştir. Butirometrenin üst boşluğundan 40°C'de 6 ml su ve daha sonra 1,820 özgül ağırlıklı 10 ml sülfürik asit ve 1 ml amil alkol konulduktan sonra 5 dakika santrifüj işlemine tabi tutulmuştur. İşlem sonunda butirometrelerin taksimatlı kısmından tereyağı örneklerinin yağ miktarları yüzde olarak okunmuştur (Kurt vd 1993).

3.2.1.c. Tuz tayini

10 g tereyağı örneği hunide tartılarak üzerine erimesi amacıyla 20 ml sıcak saf su ilave edilmiştir. Yağın tamamen erimesi amacıyla bir miktar daha sıcak su ilave edildikten sonra iyice çalkalanarak huninin musluğu açılmış ve hunideki su balona aktarılmıştır. Bu işlem 4 kere tekrar edildikten sonra balonda biriken su, saf su ile 1000 ml'ye tamamlanmıştır. Buradan 100 ml alınarak potasyum kromat indikatörü eşliğinde 0,1 N AgNO₃ ile titre edilmiştir. Örneklerdeki tuz miktarı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Kurt vd 1993).

$$\text{Tuz (\%)} = \frac{A \times 0,00585}{1 \text{ g (yağ)}} \times 100$$

A = Titrasyonda harcanan 0,1 N AgNO₃ miktarı (ml)

3.2.1.d. pH tayini

Örneklerin pH değerleri pH metre (Hanna Instruments, pH 211, Romanya) kullanılarak ölçülmüştür (Kosikowski 1982).

3.2.1.e. Asitlik (laktik asit cinsinden) tayini

Tereyağı örneklerinin laktik asit cinsinden %asitlik değerinin belirlenmesi için bir behere yaklaşık 5 g örnek tartılmıştır. Diğer bir erlende eşit miktarda alkol ve eter karıştırıldıktan sonra 2 damla %2'lik fenolfitalein ilave edilerek 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edilmiştir. Asitliği giderilmiş olan alkol eter karışımından 50 ml yağın bulunduğu erlene boşaltılarak yağın iyice erimesi sağlanmış ve daha sonra yağ üzerine 2 damla %2'lik fenolfitalein indikatörü damlatılıp 0,1 N NaOH çözeltisi ile kalıcı hafif pembe renk elde edilinceye kadar titre edilmiştir. Yağın asitliği laktik asit cinsinden aşağıda verilen formülle hesaplanmıştır (Metin 2009).

$$(\%) \text{ Asitlik} = \frac{A \times 0,009}{B} \times 100$$

A = Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarı (ml)

B = Örnek miktarı (g)

3.2.1.f. Erime noktası tayini

Tereyağı örnekleri 45°C'de eritilip süzülerek su ve tortusundan arındırılmıştır. İnce cidarlı kapiler tüpe 1-2 cm'lik sütun teşkil edecek şekilde aktarılmıştır. Yağ aktarılmış kapiler tüpler dondurucuya konularak yağın donması sağlanmıştır. Tüpler sırasıyla 0,2°C'ye kadar hassas bir termometrenin civalı kısmına bağlanarak içerisinde su bulunan behere daldırılmıştır. Beher yavaş bir şekilde ısıtılarak kapiler tüp içerisindeki yağın durumu izlenmiştir. Yağın berraklaştığı sıcaklık noktası termometreden okunarak erime noktası tayin edilmiştir (Kurt vd 1993).

3.2.1.g. Su aktivitesi (a_w) tayini

Tereyağı örneklerinin su aktivite (a_w) değerleri LabMaster-aw (Novasina AG, Switzerland) marka su aktivite ölçüm cihazı kullanılarak belirlenmiştir. Cihaz, ölçüm öncesi standart çözeltilerle standardize edildikten sonra cihazın standart ölçüm kapları içerisine 3-4 g örnek konulup aletin okuma bölümüne yerleştirilmiş ve örneklerin su aktivite değerleri belirlenmiştir.

3.2.1.h. Peroksit sayısı tayini

Cam kapaklı 250 ml'lik erlenmayer içerisine 5 g yağ tam olarak tartılarak üzerine 30 ml asetik asit kloroform karışımı (3:2 v/v) ilave edilmiştir. Çözündürme işleminin ardından 0,5 ml doymuş potasyum iyodür çözeltisi ilave edilerek erlenmayerin ağzı kapatılıp karıştırılmıştır. Potasyum iyodür ilavesinden tam 1 dak. sonra 30 ml saf su ilave edilip ayrılan iyot, nişasta çözeltisi indikatörlüğünde 0,002 N sodyum tiyosülfat ile titre edilmiştir. Peroksit sayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Kurt vd.1993).

$$\text{Peroksit sayısı} = \frac{A \times n \times 1000}{E}$$

A = Titrasyonda kullanılan 0,002 N sodyum tiyosülfat çözeltisi miktarı (ml)

n = Sodyum tiyosülfatın normalitesi

E = Örnek miktarı (g)

3.2.1.i. İyot sayısı tayini

Örneklerde iyot sayısı “Hanus metodu” kullanılarak belirlenmiştir. Yaklaşık 0,5 g örnek 400 ml'lik erlenmayer içerisine tartıldıktan sonra üzerine 15 ml kloroform ilave edilerek örneğin erimesi sağlanmıştır. 25 ml iyot monobromür çözeltisinden aktarılarak

karıştırılmıştır. 30 dakika boyunca aralıklı olarak karıştırılmak suretiyle karanlık bir yerde tutulmuştur. Daha sonra erlenmeye 20 ml %10'luk taze KI çözeltisinden ve 100 ml henüz kaynatılıp soğutulmuş saf sudan ilave edilmiştir. Daha sonra 3-5 damla nişasta indikatörü ilave edilerek 0,1 N sodyum tiyosülfat çözeltisi ile titre edilmiştir. İyot sayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Kurt vd 1993).

$$\text{İyot sayısı} = \frac{1,27 \times (A - B)}{S}$$

A = Körün titrasyonunda harcanan 0,1 N tiyosülfat çözeltisi miktarı (ml)

B = Örneğin titrasyonun harcanan 0,1 N tiyosülfat çözeltisi miktarı (ml)

S = Örnek miktarı (g)

3.2.1.j. Sabunlaşma sayısı tayini

1,5-2 g eritilmiş örnek tartılarak üzerine 25 ml alkollü KOH çözeltisi ilave edilmiştir. Geri soğutucuya bağlanarak yavaş yavaş kaynayan su banyosunda 30 dakika ısıtılmıştır. Daha sonra soğutularak 3-5 damla fenolfitalein indikatörü ilave edilerek 0,5 N HCl çözeltisi ile titre edilmiştir. Sabunlaşma sayısı aşağıdaki formül ile hesaplanmıştır (Kurt vd 1993).

$$\text{Sabunlaşma sayısı} = \frac{28,05 \times (A - B)}{T}$$

A = Körün titrasyonunda harcanan 0,5 N HCl çözeltisi miktarı (ml)

B = Örneğin titrasyonun harcanan 0,5 N HCl çözeltisi miktarı (ml)

T = Örnek miktarı (g)

3.2.1.k. Reichert-Meissl (RM) sayısı tayini

Tereyağı örnekleri 40°C’de eritilip filtre kâğıdından geçirilerek proteinden ve diğer yabancı unsurlardan temizlenmiştir. 300 ml’lik balon içerisine 5 g örnek tartılarak üzerine 20 g gliserin ve 2 ml NaOH (1:1 oranında sulandırılmış) çözeltisi ilave edilmiştir. Balon ateş üzerinde devamlı çalkalanarak ısıtılmıştır. Soğumanın ardından balon içerisine sünger taşı atılıp 90 ml 90°C’lik saf su ve 50 ml H₂SO₄ çözeltisi ilave edilerek distilasyon düzeneğine bağlanmıştır. Distilasyon düzeneğinde 110 ml distilat toplandıktan sonra işlem sona erdirilmiştir. Distilat süzgeç kâğıdından geçirildikten sonra 100 ml alınarak fenolfitalein indikatörlüğünde 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda harcanan 0,1 N NaOH miktarına (ml) onda biri eklenerek Reichert-Meissl sayısı bulunmuştur (Kurt vd 1993).

3.2.1.l. Polenske sayısı tayini

Reichert-Meissl sayısı bulunduktan sonra her seferinde 15 ml saf su harcamak suretiyle 3’er defa soğutucu düzenek, balon ve filtre kâğıdı yıkanıp yıkantı suyu atılmıştır. Daha sonra %90’lık 45 ml etil alkol ile soğutucu düzenek, balon ve filtre kâğıdı yıkanmıştır. Yıkama işleminde kullanılan alkol fenolfitalein indikatörlüğünde 0,1 N NaOH ile titre edilmiştir. Titrasyonda kullanılan 0,1 N NaOH çözeltisinin miktarı (ml) Polenske sayısını vermektedir (Kurt vd 1993).

3.2.1.m. Kırılma indisi tayini

Kırılma indisi tayininde Abbe refraktometresi kullanılmıştır. 40°C’de eritilen tereyağı örnekleri kaba filtre kâğıdından süzildükten sonra refraktometrenin örnek haznesine damlatılmasından sonra skalada okunan değer alınmıştır. Ölçümden önce cihaz saf su ile kalibre edilmiştir (Kurt vd 1993).

3.2.1.n. Renk tayini

Renk yoğunluğu ölçümleri Minolta Colorimetre cihazı ile 2 paralelli ölçüm yapılarak gerçekleştirilmiştir. Renk yoğunluklarının ölçümü ve sonuçların değerlendirilmesi, Uluslararası Aydınlatma Komisyonunun (CIELAB; Comission Internationale de l'Eclairage) formülüne göre yapılmıştır. Bu formül, üç boyutlu renk ölçümünü esas almakta olup; L; 0=siyahtan 100=beyaza kadar olan örneğin açıklık-koyuluk, -a değeri yeşil, +a değeri kırmızı, -b değerleri mavi, +b sarı renk yoğunluklarını göstermektedir (Elgün vd 2002).

3.2.2. Kromatografik analizler

3.2.2.a. Yağ asidi kompozisyonunun belirlenmesi

Tereyağı örneklerinden 50 mg tartılarak temiz tüplere aktarılmış ve üzerine 1,5 ml 2 M NaOH ilave edilmiştir. Sonra tüplere nitrojen gazı doldurularak 1 saat süreyle 80°C sıcaklığa tabi tutularak sabunlaştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Bu işlemi takiben soğumaya bırakılan örnekler üzerine 2 ml BF₃ (Bromtrifluoride methanol %25'lik) ilave edilerek tüplere tekrar nitrojen doldurulmuş ve 80°C'de yarım saat daha bekletilmiştir. Sürenin bitmesinden sonra örnekler tekrar soğumaya terk edilmiştir. Soğuyan örneklerin üzerine 1 ml hekzan ilave edilip vortekslenildikten sonra 1 ml ultra saf su ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Daha sonra tüp içerisindeki hekzan tabakası alınarak sodyum sülfat içeren yeni tüplere aktarılıp 1 ml hekzan daha ilave edilerek tekrar vortekslenmiştir. Üstte kalan hekzan tabakası 2 ml'lik GC viallerine aktarılıp viallere nitrojen gazı doldurulmuştur. (Metcalf and Schmitz 1961). Bütün bu işlemler tamamlandıktan sonra vialler gaz kromatografisi (GC)'ne analizler için yerleştirilmiştir.

Tereyağı örneklerinden elde edilen yağın yapı taşlarını oluşturan yağ asitlerine ayırtırmak için yağ asidi, metil esterlerine ayrılarak (FAME) HP (Hewlet Packard) Agilent 6890N model gaz kromatografisi (GC) ile analiz edilmiştir. Her bir yağ asidi retention time (RT, tekrarlama zamanı)'ları yağ asitleri karışım standartlarının (Supelco

37 component FAME mix, Cat No: 47885-U) RT'leri ile mukayese edilerek ve internal standart olarak C_{19:0} kullanılarak yağ asitlerinin miktarları belirlenmiştir.

3.2.3. Mikrobiyolojik analizler

3.2.3.a. Toplam aerobik mezofil bakteri sayımı (TAMB)

TAMB sayısı PCA (Oxoid CM0325) kullanılarak belirlenmiştir. Uygun dilüsyonlardan çift petri kutusuna yayma yöntemi ile ekim yapılmıştır. Daha sonra drigalski spatülü ile yüzeye yayılmış ve petriler 30±1°C'de 2 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirtilmiştir (Messer *et al.* 1985).

3.2.3.b. Koliform grubu bakteri sayımı

Tereyağı örneklerinde koliform grubu mikroorganizma sayısının belirlenmesi amacıyla VRB agar (Merck, Almanya) kullanılmıştır. Öncelikle petrilere uygun dilüsyonlardan 1 ml aktarılmış ve VRB agardan petri kutularına 15-20 ml aktarılmıştır. Homojen dağılımın sağlanması amacıyla kontrollü olarak salınım sağlanmış ve katılaşması beklenmiştir. Petriler 35±2°C'de 2 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirtilmiştir (Speck 1976).

3.2.3.c. MRS Agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı

MRS agar (Oxoid CM0361) kullanılarak tereyağı örneklerinde laktik asit bakterileri sayımı yapılmıştır. MRS agardan petri kutularına 15-20 ml aktarılmış, katılaşması tamamlanan petrilere uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml aktarılmıştır. Örnek dilüsyonu drigalski spatülü ile yüzeye yayılmış ve petriler 35±1°C'de 3 gün süreyle anaerobik

şartlar altında inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirtilmiştir (Speck 1976).

3.2.3.d. M17 Agarda gelişen laktik asit bakteri sayımı

M17 agar (Oxoid CM0785) kullanılarak tereyağı örneklerinde laktik asit bakterileri sayımı yapılmıştır. M17 agardan petri kutularına 15-20 ml aktarılmış, katılaşması tamamlanan petrilere uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml aktarılmıştır. Örnek dilüsyonu Drigalski spatülü ile yüzeye yayılmış ve petriler 35±1°C'de 3 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirtilmiştir (Cabezas *et al.* 2007).

3.2.3.e. Maya ve küf sayımı

Tereyağı örneklerinde maya ve küf sayılarının belirlenmesi amacıyla %10'luk steril tartarik asit çözeltisiyle pH'sı 3,5'e ayarlanmış Potato Dextrose Agardan (PDA, Oxoid CM0139) petri kutularına 15-20 ml aktarılmış, katılaşması tamamlanan petrilere uygun dilüsyonlardan 0,1'er ml aktarılmıştır. Örnek dilüsyonu Drigalski spatülü ile yüzeye yayılmış ve petriler 20-25°C'de 7 gün süreyle inkübe edilmiştir. İnkübasyon süresi sonucunda gelişen koloniler sayılmış ve sonuçlar log kob/g olarak belirtilmiştir (Frank *et al.* 1985).

3.2.4. İstatiksel analizler

Araştırma sonucunda elde edilen verilerin tanımlayıcı istatistik analizleri ile korelasyon analizleri yapılmıştır. Verilerin analizi, SPSS version 17.0 istatistik paket programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir (SPSS Inc., Chicago, IL, USA).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA

4.1. Tereyağı Örneklerinin Bazı Kimyasal ve Fiziksel Analiz Sonuçları

Bu çalışma sonucunda elde edilen Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait en düşük, en yüksek ve ortalama değerler ile bu değerlere ait standart sapma sonuçları Çizelge 4.1’de yer almaktadır.

Çizelge 4.1. Trabzon tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları

	n	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
pH	30	3,23	4,87	3,9940	0,44289
%Asitlik (LA)	30	0,320	3,372	0,85637	0,532834
Erime Noktası (°C)	30	26,50	33,00	29,7667	1,91515
a_w	30	0,828	0,941	0,92147	0,027101
Tuz (%)	30	0,044	1,302	0,33143	0,271036
Yağ (%)	30	41,13	85,00	78,4293	8,15725
Kurumadde (%)	30	68,37	91,28	81,0957	5,15484
Peroksit sayısı	30	0,00	6,84	0,8480	1,70192
İyot sayısı	30	21,73	37,34	30,0330	3,66564
Sabunlaşma sayısı	30	176,04	234,21	220,0867	11,49104
RM sayısı	30	5,04	31,46	25,6023	6,13072
Polenske sayısı	30	0,78	3,00	1,2960	0,40013
Kırılma indisi	30	1,4596	1,4630	1,461143	0,0008776

a_w = su aktivitesi, RM= Reichert-Meissl sayısı

4.1.1. Kurumadde oranı (%)

Trabzon tereyağı örneklerinin % kurumadde miktarları Çizelge 4.2 ve bu değerlere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Tereyağı örneklerinde

kurumadde miktarı en az %68,37, en çok %91,28 ve ortalama ise %81,10 olarak bulunmuştur.

İncelenen 30 adet Trabzon tereyağı örneğinden 23'ünün, Tereyağı Standardı-TS 1331 (Anonim 1989)'de sınırlanan en fazla su miktarından (rutubet miktarı kütlece en fazla %16) daha fazla su içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1).

Şengül vd (1998), 15 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde miktarını en düşük %81,97, en yüksek %92,95 ve ortalama %87,13 olarak belirlemişlerdir. Adam (1954), 26 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde oranlarını en az %68,05, en çok %96,08 ve ortalama %85,28 olarak tespit etmiştir. Bu araştırmada bulunan en düşük, yüksek ve ortalama değerler yukarıda açıklanan Trabzon tereyağları ile ilgili 2 araştırma sonucunda bulunan değerlerden daha düşük olduğu görülmektedir. Altun (2011), yapmış olduğu piyasa araştırmasında kurumadde oranını %58,64-86,98 değerleri arasında bulmuştur. Diğer taraftan, Kesler (2008) probiyotik starter kültür ve lif ilavesiyle üretmiş olduğu tereyağı örneklerinde kurumadde miktarlarını en düşük %69 ve en yüksek %97 olarak tespit etmiştir.

Kurumadde oranları bakımından örnekler arasındaki bu farklar; farklı üretim metodu (yayıklama, yıkama, malakse, tuzlama, üretimde kaymak kullanılması gibi), mevsimsel farklılık, yağ tiplerinin farklılığı (tuzlu, tuzsuz, kahvaltılık, yemeklik, mutfaklık tereyağı) ve depolama koşullarının farklı olması gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Çizelge 4.2. Trabzon tereyağı örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları

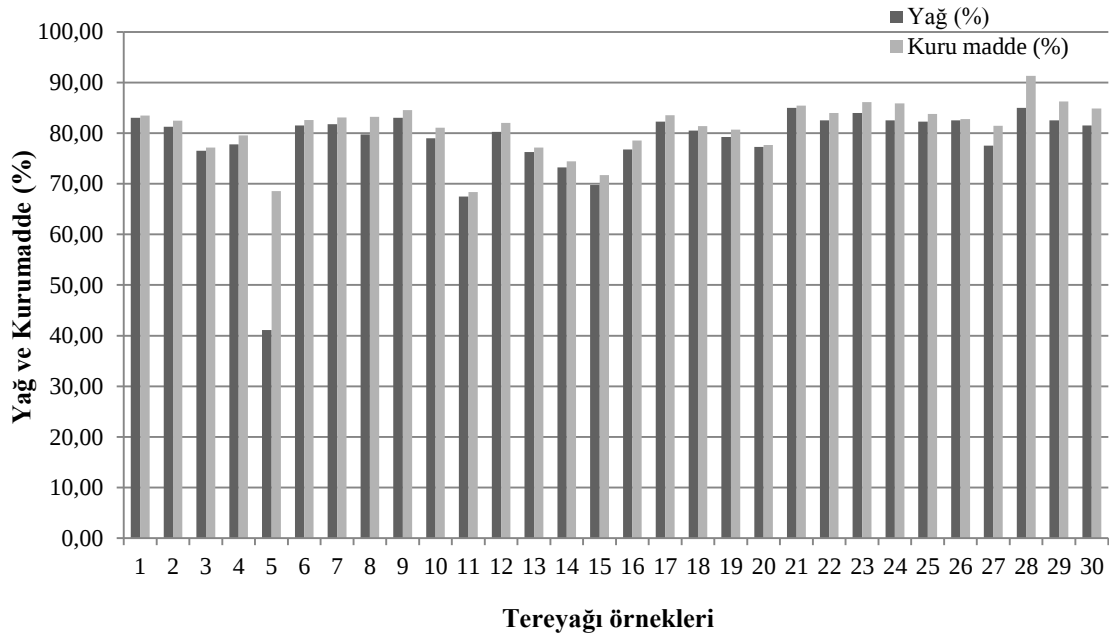
Örnek	Kurumadde (%)	Yağ (%)	Tuz (%)	pH	%Asitlik	Erime noktası (°C)	a _w
1	83,45	83,00	0,186	3,42	0,579	28,5	0,941
2	82,43	81,25	0,571	4,02	0,744	26,5	0,936
3	77,13	76,50	0,315	4,23	0,569	30,0	0,938
4	79,54	77,75	0,490	3,63	0,977	28,5	0,941
5	68,58	41,13	0,271	3,73	0,503	33,0	0,936
6	82,59	81,50	0,286	3,83	0,690	30,0	0,916
7	83,08	81,75	0,066	3,97	0,553	29,5	0,924
8	83,20	79,75	0,044	3,86	0,616	28,5	0,936
9	84,55	83,00	0,139	4,01	1,044	28,0	0,921
10	81,08	79,00	0,220	3,39	0,996	29,0	0,936
11	68,37	67,50	0,146	4,02	0,601	32,0	0,939
12	82,03	80,25	0,217	4,66	0,923	30,5	0,933
13	77,14	76,25	0,203	4,02	0,320	32,0	0,937
14	74,43	73,25	0,256	3,67	3,372	30,5	0,934
15	71,71	69,75	0,158	4,67	0,729	30,0	0,936
16	78,53	76,75	0,490	3,86	1,136	29,5	0,933
17	83,51	82,25	0,278	4,36	0,620	27,0	0,933
18	81,37	80,50	0,225	4,78	1,018	30,0	0,932
19	80,68	79,25	0,337	4,31	1,173	29,5	0,925
20	77,63	77,25	0,168	4,35	0,828	28,0	0,930
21	85,45	85,00	0,475	3,23	0,666	32,0	0,894
22	83,98	82,50	0,417	3,27	0,758	28,5	0,920
23	86,12	84,00	0,341	3,49	0,629	26,5	0,920
24	85,86	82,50	0,059	3,95	0,417	32,5	0,927
25	83,79	82,25	0,345	3,87	1,097	30,5	0,918
26	82,79	82,50	0,120	4,87	0,678	26,5	0,933
27	81,42	77,50	0,142	4,33	0,618	31,5	0,929
28	91,28	85,00	0,922	3,75	0,546	33,0	0,846
29	86,28	82,50	1,302	4,54	1,259	29,5	0,828
30	84,87	81,50	0,754	3,73	1,032	32,0	0,872

Çizelge 4.2. (devam)

Örnek	Peroksit sayısı	İyot sayısı	Sabunlaşma sayısı	RM sayısı	Polenske sayısı	Kırılma İndisi
1	0,52	30,58	230,03	27,83	0,98	1,4610
2	0,62	33,61	228,07	19,69	0,80	1,4610
3	0,16	29,62	217,33	18,51	1,18	1,4602
4	0,22	26,96	224,42	25,47	0,95	1,4605
5	3,02	33,27	197,41	5,04	0,78	1,4630
6	0,16	27,79	228,19	26,84	1,23	1,4605
7	0,12	28,12	228,03	26,90	1,10	1,4603
8	0,00	29,58	223,60	26,68	0,98	1,4605
9	0,18	27,74	228,12	27,72	1,15	1,4603
10	0,24	28,46	223,27	26,84	1,10	1,4610
11	0,00	22,98	229,23	27,44	1,43	1,4613
12	0,00	31,14	224,06	26,92	1,38	1,4625
13	0,36	27,52	222,47	25,02	1,60	1,4622
14	0,14	21,73	224,97	29,99	1,65	1,4596
15	0,00	26,47	230,90	6,16	1,30	1,4611
16	0,00	27,01	228,09	27,78	1,23	1,4625
17	0,00	37,34	176,04	22,99	1,30	1,4620
18	0,00	29,67	234,21	27,25	1,13	1,4620
19	0,00	32,83	229,05	31,32	3,00	1,4599
20	0,00	31,81	222,59	28,63	1,48	1,4621
21	0,00	33,21	214,15	28,38	1,15	1,4611
22	2,36	36,59	209,89	27,67	0,98	1,4618
23	0,00	32,28	217,29	30,14	1,50	1,4611
24	0,00	26,55	222,46	29,21	1,63	1,4605
25	0,00	32,10	211,68	25,19	1,08	1,4611
26	1,74	27,78	219,98	29,15	1,58	1,4602
27	0,00	31,85	212,22	26,35	1,08	1,4619
28	5,30	36,35	212,90	26,13	1,28	1,4621
29	3,46	31,52	217,30	29,37	1,40	1,4603
30	6,84	28,53	214,65	31,46	1,45	1,4607

4.1.2. Yağ oranı (%)

Yapılan analizler sonucunda 30 tereyağı örneğinin yağ oranları (%) en az %41,13, en çok %85,00 ve ortalama olarak %78,43 olarak bulunmuştur (Çizelge 4.2). Tereyağı örneklerden 17'sinin yağ oranının Tereyağı Standardı-TS 1331'de belirtilen minimum yağ oranından daha düşük olduğu ortaya konulmuştur. Tereyağı örnekleri arasında yağ oranları bakımından büyük farklılıklar olduğu görülmektedir (Şekil 4.1).



Şekil 4.1. Trabzon tereyağlarına ait kurumadde ve yağ oranları (%)

Diğer taraftan kurumadde oranı yüksek olan örneklerde yağ oranının da yüksek olduğu görülmekte olup, bu durum kurumadde oranı ile yağ oranı arasındaki istatistiki olarak önemi ($p < 0,01$), pozitif korelasyonla da ($r = 0,826$) doğrulamaktadır (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3. Örneklerin bazı kimyasal ve fiziksel özelliklerine ait korelasyon analizi sonuçları

		a_w	Tuz (%)	Yağ (%)	Peroksit sayısı	Kurumadde (%)	% Asitlik	Sabun. sayısı
Erime Noktası (°C)	Korelasyon	-0,284	0,116	-0,375*	0,318	-0,207	-0,04	-0,043
	Önem derecesi	0,129	0,543	0,041	0,087	0,271	0,833	0,823
	n	30	30	30	30	30	30	30
a_w	Korelasyon		-0,848**	-0,307	0,721**	-0,554**	-0,047	0,174
	Önem derecesi		0	0,099	0	0,002	0,806	0,357
	n		30	30	30	30	30	30
Tuz (%)	Korelasyon	-0,848**		0,188	0,671**	0,382*	0,143	-0,177
	Önem derecesi	0		0,319	0	0,037	0,449	0,512
	n	30		30	30	30	30	30
Yağ (%)	Korelasyon	-0,307	0,188		-0,055	0,826**	-0,012	0,169
	Önem derecesi	0,099	0,319		0,774	0	0,948	0,373
	n	30	30		30	30	30	30
RM	Korelasyon	-0,262	0,124	0,710**	0,009	0,563**	0,252	0,226
	Önem derecesi	0,162	0,512	0	0,964	0,001	0,180	0,230
	n	30	30	30	30	30	30	30
İyot Sayısı	Korelasyon	-0,310	0,340	0,169	0,265	0,474**	-0,387*	-0,614**
	Önem derecesi	0,095	0,066	0,373	0,157	0,008	0,035	0
	n	30	30	30	30	30	30	30

Şengül vd (1998), Trabzon tereyağında yapmış oldukları çalışmada tereyağı örneklerinin yağ oranlarını en düşük %79,50, en yüksek %87,50 ve ortalama olarak %82,63 olarak tespit etmişlerdir. Bu çalışmada elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmektedir. Eralp (1969), yapmış olduğu araştırmada en düşük yağ oranını %82,56, en yüksek yağ oranını %88,64 ve bu örneklerin ortalama yağ oranlarını %86,20 olarak tespit etmiştir. Fındık (2011), Van piyasasından temin etmiş olduğu 10 adet tereyağı örneğinde yağ oranlarını en düşük %76,00 ve en yüksek %83,00 olarak tespit etmiştir. Kurdal ve Koca (1987), Erzurum ilinden temin ettiği 8 tereyağı örneğinde en düşük yağ oranını %75,50, en yüksek yağ oranını ise %84,00 olarak belirlemişlerdir. Yalçın vd (1993), Konya piyasasından temin ettikleri 15 tereyağı örnekleri üzerinde yapmış oldukları araştırmalar sonucunda en düşük yağ oranını %72,22, en yüksek yağ oranını %84,16 ve ortalama olarak da %78,46 yağ oranına sahip olduklarını tespit etmişlerdir. Sağun vd (2001), Van kahvaltılık salonlarında tüketime sunulan süt ürünleri üzerinde yapmış oldukları çalışmalarda 10 adet tereyağı örneğinin ortalama yağ oranını %79,05 olarak tespit etmişlerdir. Altun vd (2011), Van

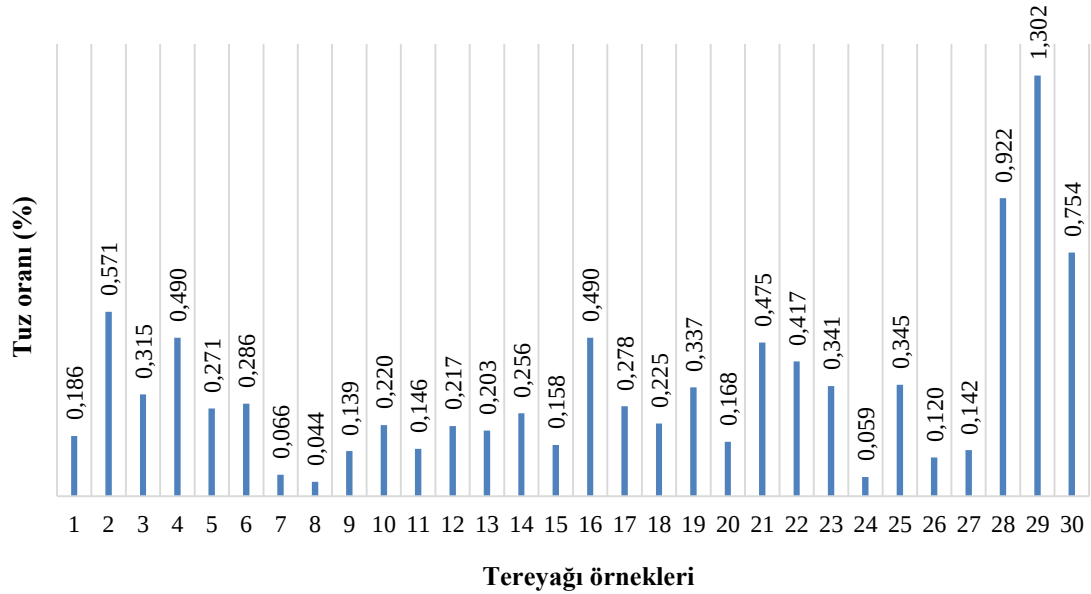
piyasasından temin ettikleri 20 tereyağı örneğinde yapmış oldukları araştırmada tereyağı örneklerinin en düşük %51,50, en yüksek %83,20 ve ortalama %74,11 yağ oranına sahip olduklarını bildirmişlerdir.

Araştırmamızda Trabzon tereyağlarından elde edilen yağ oranları diğer araştırmacılar tarafından farklı tereyağlarında yapılan çalışmalarda elde edilen değerlerle benzerlik göstermekle beraber, kalite ve standartlar göz önünde bulundurulduğunda %78,43 ortalama yağ oranının düşük olduğu görülmektedir. Bununla birlikte en düşük ve en yüksek yağ oranı arasında büyük bir farklar olduğu; özellikle %41,13 gibi tereyağı için kabul edilemez bir değerin bulunması dikkat çekmektedir. Bu durumun, hatalı ve hileli üretimden kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

4.1.3. Tuz oranı (%)

Şekil 4.2’de tereyağı örneklerine ait tuz oranları verilmiştir. Tereyağı örneklerinde en düşük tuz miktarının %0,044, en yüksek tuz miktarının %1,302 ve ortalama değerin %0,331 olduğu tespit edilmiştir. Diğer taraftan, kurumadde oranı yüksek olan tereyağı örneklerinde tuz oranının da yüksek olduğu ve bu durum tuz oranı ile kurumadde oranı arasındaki $p < 0,05$ düzeyinde ($r = 0,382$) pozitif korelasyon ile de doğrulanmaktadır. Bu sonuçlardan tereyağı örneklerinin tuz miktarı bakımından tamamının Tereyağı Standardı-TS 1331’e uygun olduğu görülmektedir.

Şengül vd (1998), Trabzon tereyağı üzerine yapmış oldukları çalışmada örneklerin tuz miktarlarını en düşük %0,06, en yüksek %0,29, ortalama olarak ise %0,14 oranında bulmuşlardır. Adam (1954) ise Trabzon tereyağı örneklerinin tuz miktarlarının en düşük %0,12, en yüksek %4,09 ve ortalama %1,18 olduğunu tespit etmiştir. Eralp (1969), 32 adet Trabzon tereyağı örneğinde tuz miktarını en düşük %0,00, en yüksek %4,09 ve ortalama %0,79 olarak belirlemiştir.



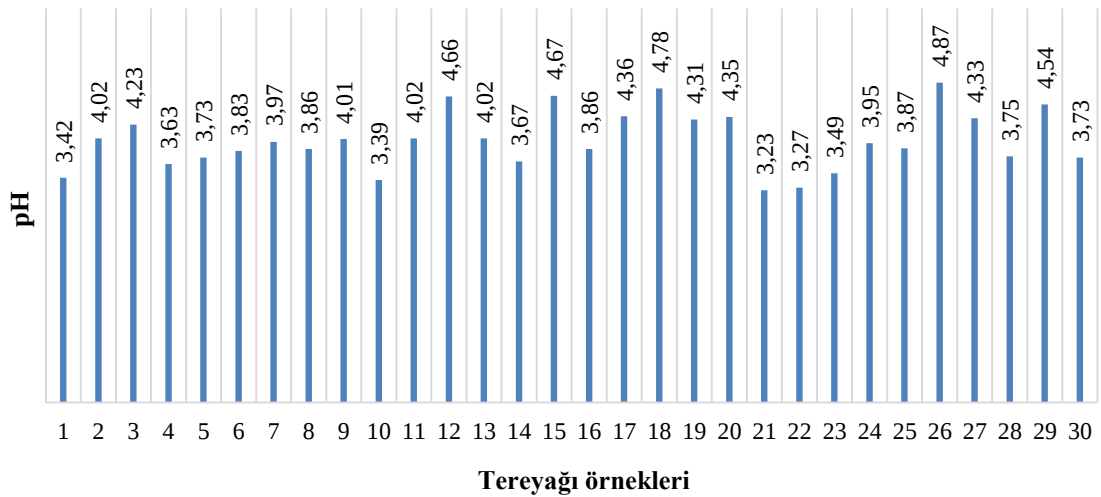
Şekil 4.2. Trabzon tereyağlarına ait tuz oranları (%)

Kurdal ve Koca (1987), yaptıkları çalışmada tereyağı örneklerinin tuz miktarının %0,02 - %1,83 değerleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Yalçın vd (1993) ise tereyağı örneklerindeki tuz miktarlarının en düşük %0,21, en yüksek %0,94 ve ortalamanın ise %0,35 olduğunu bildirmişlerdir.

Araştırmada elde edilen tuz miktarları diğer araştırmacılar tarafından belirlenen tuz oranları ile karşılaştırıldığında, minimum değerlerin birbirine yakın olduğu maksimum değerlerde ise oldukça farklılıkların olduğu görülmektedir (Şekil 4.2). Bunun nedeninin kullanılan tereyağı örneklerinin farklı tiplerde olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte %4,09 tuz oranının oldukça fazla olduğu ve çalışmaların gerçekleştirildiği yıllardaki (1954 ve 1969) zamanın tereyağı tüketim kültürünü yansıttığı düşünüldüğünde, o dönemde çok fazla tuzlu beslenildiği ve günümüzde aşırı tuz tüketiminin insan sağlığı üzerine olumsuz etkilerinden dolayı daha düşük oranlarda tuz tüketiminin söz konusu olduğu söylenebilir.

4.1.4. pH değeri

Trabzon tereyağı örneklerinin pH değerleri 3,23-4,87 aralığında değişmiştir. 30 adet tereyağı örneğinin ortalama pH değeri ise 3,99'dur (Çizelge 4.1). Şekil 4.3'de tüm örneklere ait pH değerleri verilmiştir. Tereyağı örneklerinin pH değerleri düşük bulunmuştur. Bunun nedeni, depolama süresi ve koşulları ile kültür kullanımı ve kontaminasyona bağlı olarak mikroorganizma gelişimi olduğu düşünülmektedir. Koyuncu (2010) depolama süresince tereyağı örneklerinde sınırlı da olsa glikolizin devam ettiğini ve tereyağı içerisinde kalan laktozun depolama süresince fermente olarak pH değerinde bir düşüşe yol açabileceğini ifade etmektedir.



Şekil 4.3. Trabzon tereyağlarına ait pH değerleri

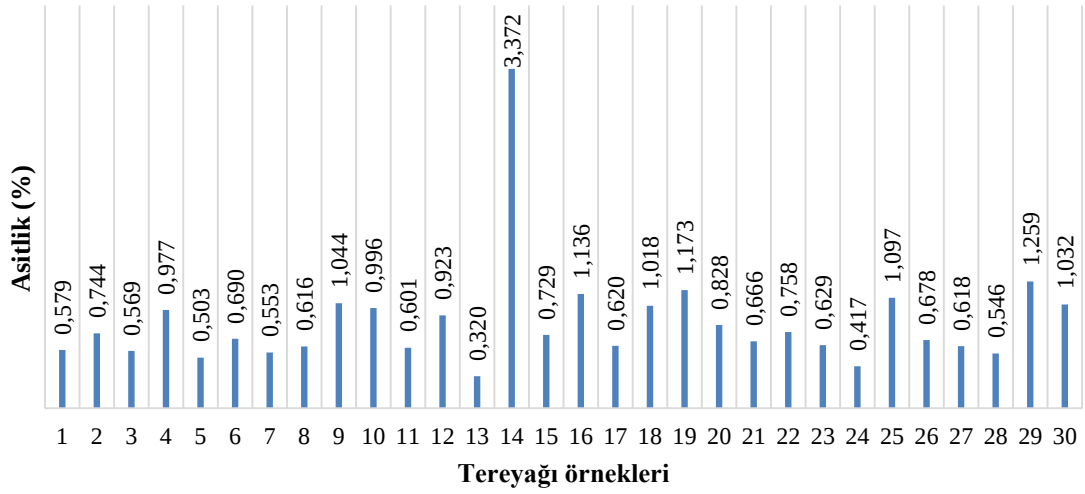
Koyuncu (2010), yapmış olduğu çalışmada farklı muhafaza şartlarının tereyağının bazı niteliklerinde meydana getirdiği değişimleri incelemiş ve pH'nın 5,62 ile 4,99 arasında değiştiğini ortaya koymuştur. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağı üzerinde yapmış oldukları çalışmada tereyağı örneklerinin ortalama pH değerini 4,70 olarak bulmuşlardır. Taşçı (2003), Ankara'da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağı, krema ve krem şantili pastaların *Brucella* spp. yönünden incelenmesi konulu doktora

alışmasında 35 adet tereyağı örneği üzerinde çalışmış ve örneklein pH değerklerinin 3,5-5,1 aralığında olduğunu belirtmiştir.

4.1.5. %Asitlik (laktik asit cinsinden) oranı

Sütün doğal asitliği protein, fosfat ve sitratlardan kaynaklanmaktadır. Kurumadde miktarındaki artış ve azalışlar sütün titrasyon asitliğinin değışmesine neden olmaktadır (Walstra ve Jennes 1984). Tereyağında süt şekerinin parçalanması ile oluşan süt asidi ile süt yağının hidrolitik parçalanması sonucu ortaya çıkan serbest yağ asitleri ve ileri oksidasyon ürünlerinden olan kısa zincirli serbest yağ asitlerinin bir ölçüsü olan %laktik asit cinsinden asitlik derecesinin artması acı (ransid) tat oluşumuna neden olmaktadır.

Şekil 4.4’de tereyağı örneklelerine ait %asitlik oranları verilmiştir. Çizelge 4.1’de ise 30 örnek içerisinde en düşük ve en yüksek %asitlik oranları ile ortalama değerk verilmiştir. Buna göre en düşük %asitlik oranı %0,320 iken en yüksek %3,372 olarak bulunmuştur. Tereyağı örneklelerinin ortalama %asitlik oranı ise %0,856 olarak belirlenmiştir. Çizelge 4.2’in incelenmesinden anlaşılacağı gibi, tereyağı standardı-TS 1331 (Anonim 1995)’e göre değerklendirme yapıldığında, incelenen 30 adet tereyağı örneğinin hiçbirinin % asitlik bakımından III. sınıf kahvaltılık tereyağı (asiditesi süt asidi cinsinden en çok %0,27) sınıfına girmediği, ancak 5 adedinin (%16,6) II. sınıf (asiditesi süt asidi cinsinden en çok %0,56) mutfak tereyağı sınıfına girdiği, 12 adedinin (%40) ise III. sınıf mutfak tereyağı sınıfına girdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.4. Trabzon tereyağlarına ait asitlik (laktik asit cinsinden) değerleri (%)

Korelasyon analizi sonucunda ise asitlik oranı ile iyot sayısı arasında $p < 0,05$ düzeyinde ($r = -0,387$) ve kırıma indisi arasında $p < 0,05$ düzeyinde ($r = -0,374$) negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Şengül vd (1998), Trabzon tereyağları üzerinde yapmış oldukları çalışmada örneklerin asitlik derecelerini en düşük %0,22 en yüksek %1,47 ve ortalama %0,57 olarak bulmuşlardır. Fındık (2011), Van piyasasına sunulan tereyağları ile bu tereyağlarından elde ettiği sadeyağlar üzerinde yapmış olduğu bir çalışmada 10 adet tereyağı örneğinin en düşük ve en yüksek %asitlik değerini %0,17-2,18 olarak tespit etmiştir. Kural ve Koca (1987), Erzurum piyasasında tüketime sunulan tereyağları üzerine yaptıkları bir çalışmada örneklerin asitlik oranlarını %0,390 ile %0,740 arasında belirlemişlerdir. Yalçın vd (1993), Konya’da tüketime sunulan tereyağları üzerine yapmış oldukları araştırmada tereyağı örneklerinin %asitlik değerlerini %0,24 ile %0,58 arasında, ortalama asitlik değerlerini ise %0,41 olarak tespit etmişlerdir. Bakırcı vd (2004), farklı tereyağı kültürü ilave ederek ürettikleri tereyağı örneklerinin, depolamaya bağlı fiziksel ve kimyasal değişimlerini incelemişlerdir. Araştırma sonucunda %asitlik değerini en düşük %0,091 en yüksek ise %0,112 olarak belirlemişlerdir. Depolama sürecinde asitlik değerlerinin kademeli olarak artış gösterdiğini, 120. günde ise asitlik değerlerinin düştüğünü ortaya koymuşlardır. Kesler (2008), farklı probiyotik kültür kullanımının depolama süresine bağlı olarak tereyağının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerindeki

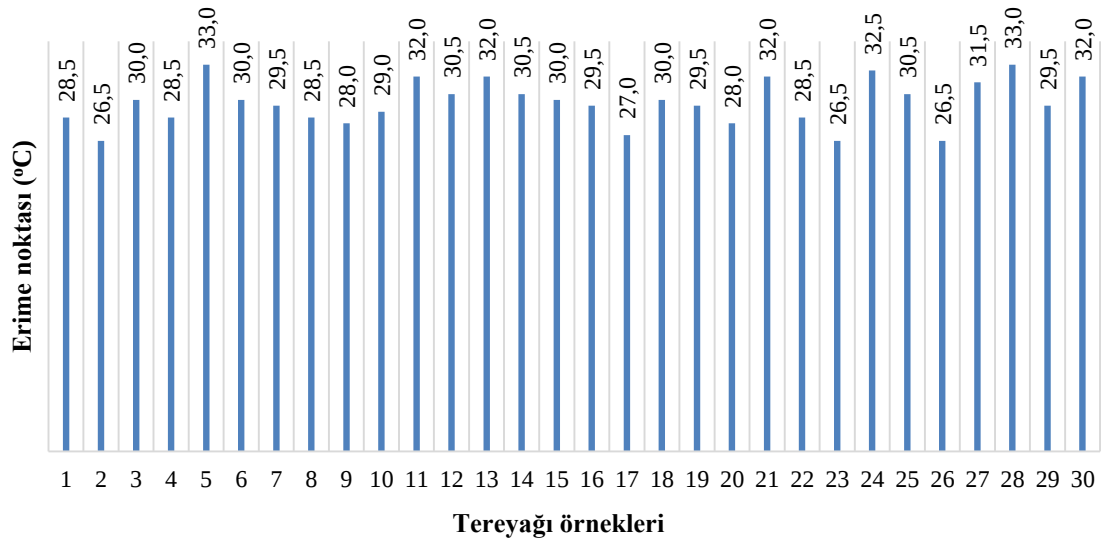
etkisini incelemiş ve 5 farklı formülasyonda ürettiği tereyağı örneklerinin %asitlik değerlerinin %0,11-1,42 arasında olduğunu ve formülasyonların asitlik değeri üzerinde önemli bir fark oluşturduğunu tespit etmiştir. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında ortalama asitliği 22,5°D olarak bulmuşlardır. Şenel vd (2008), yoğurttan elde edilen yayık tereyağları üzerine yapmış oldukları çalışmada farklı yağ oranlı yoğurtlardan elde ettiği yayık tereyağlarında depolama süresince meydana gelen değişimleri incelemiş ve en düşük ve en yüksek asitlik değerlerini 2,65-3,85°SH olarak tespit etmişlerdir. Ayrıca, depolama süresince tüm örneklerin titrasyon asitliği değerlerinin bir miktar artış gösterdiğini ancak istatistiksel açıdan bu artışın önemli olmadığını bildirmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen %asitlik değerleri, diğer araştırmacılar tarafından elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında genel olarak uyumlu olduğu görülmektedir. Bulunan sonuçların ağırlıklı olarak %0,5 ile %1,2 değerleri arasında oluşu (27 örnek), tereyağı üretiminde olgunlaştırma işleminin yapılmış olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.6. Erime noktası

Erime noktası, tereyağına farklı bir yağ çeşidinin katılıp katılmadığı konusunda fikir vermesi yönüyle önemli bir karakteristik özelliktir. Genel itibari ile tereyağının erime sıcaklığı 27-33°C arasında olup, bitkisel kaynaklı yağ ilavesinde bu değer düşerken farklı hayvansal kaynaklı yağ ilavesinde ise yükselmektedir.

Yapılan analizler sonucunda tereyağı örneklerine ait elde edilen erime noktası sıcaklıkları Şekil 4.5’de verilmiştir. Şekil 4.5 incelendiğinde en düşük erime noktasının 26,50°C, en yüksek erime noktasının ise 33,00°C olduğu belirlenmiştir. 30 adet tereyağı örneğinin ortalama erime noktası sıcaklığı ise 29,77°C olarak bulunmuştur.



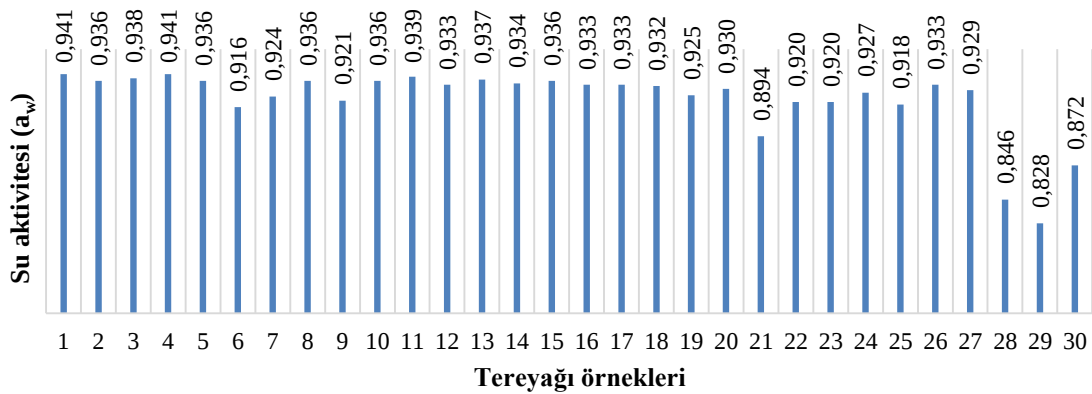
Şekil 4.5. Trabzon tereyağlarında belirlenen erime noktası değerleri (°C)

Şengül vd (1998), yapmış oldukları çalışmada Trabzon tereyağlarının erime noktası sıcaklıklarının 31-35°C arasında olduğunu ve 15 adet örneğin ortalama erime noktası sıcaklığının 32,6°C olduğunu tespit etmişlerdir. Adam (1954) ise, 26 adet Trabzon tereyağı örneğinde erime noktası sıcaklığını 33,60-38,40°C arasında bulmuş, ortalamayı ise 36,46°C olarak belirlemiştir. Sağdıç vd (2002), yoğurttan üretilen yayık tereyağı üzerinde yapmış oldukları çalışmada erime noktasını 31,5 ile 32,5°C arasında bulmuşlardır. Yine Sağdıç vd (2004), başka bir çalışmada yayık tereyağının erime noktası sıcaklığını 31,80-32,12°C aralığında belirlemiştir. Kesler (2008) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin erime noktası sıcaklıklarının 31-36,5°C arasında değiştiğini ortaya koymuştur.

Yapılan araştırma sonucunda Trabzon tereyağlarından elde edilen erime noktası değerlerinin Trabzon tereyağı üzerine yapılmış daha önceki çalışmalarda elde edilen erime noktası değerlerinden daha düşük olduğu görülmüştür. Trabzon tereyağlarında elde edilen erime noktası sıcaklıklarının vücut sıcaklığının altında olduğu görülmektedir. Bununla birlikte erime noktası ile yağ oranı arasında $p < 0,05$ düzeyinde ($r = -0,375$) negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

4.1.7. Su aktivitesi (a_w)

Trabzon tereyağı örneklerine ait a_w değerleri Şekil 4.6’da verilmiş olup bu değerlere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de yer almaktadır. Buna göre en düşük a_w değerinin 0,828, en yüksek a_w değerinin 0,941, ortalamasının ise 0,921 olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.6. Trabzon tereyağlarına ait a_w değerleri

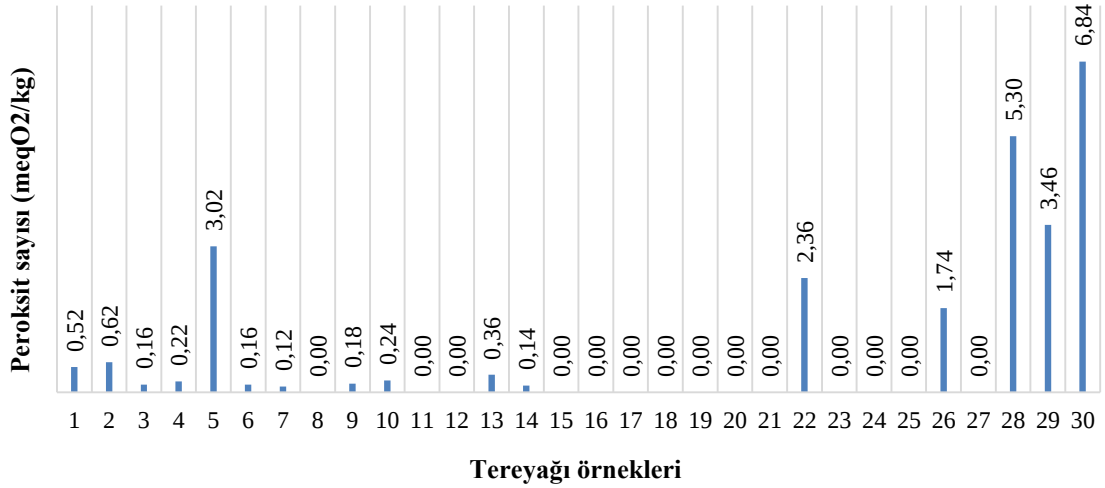
Altun vd (2011), Van piyasasından temin ettikleri 20 adet tereyağı örneğinde yapmış oldukları araştırmada a_w değerini 0,87-1,00 değerleri arasında ortalama a_w değerini ise 0,97 olarak belirlemişlerdir. Bu sonuçlar araştırmada bulunan su aktivitesi değerleri ile uyum göstermektedir. Fındık (2011), Van piyasasında satışa sunulan tereyağları ve bu tereyağlarından üretilen sadeyağlar üzerine yapmış olduğu çalışmada 10 adet tereyağı örneğinde su aktivitesi (a_w) değerini 0,96-1,00 arasında belirlemiştir. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında su aktivitesini ortalama 0,790 olarak tespit etmişlerdir.

Korelasyon analizi sonucunda su aktivitesi ile tuz oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,848$) ve su aktivitesi ile kurumadde oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,554$) negatif korelasyon ve su aktivitesi ile peroksit sayısı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=0,721$) pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.3).

4.1.8. Peroksit sayısı

Peroksit sayısı, 1000 g yağda bulunan reaktif oksijenin miliekivalent veya milimol olarak miktarıdır. Tereyağında oksidasyon düzeyini belirlemek için yaygın olarak kullanılan testlerden olup, bozulmanın başlangıç aşamasında oluşan hidroperoksitlerin miktarını belirlemeye yöneliktir. Bu konudaki tüm metotların ana prensibi yağdaki aktif oksijenin belirlenmesine dayanmaktadır. Süt ve ürünlerinde oksidatif bozulmanın nedeni olarak, doymamış yağ asitlerinin otooksidasyonu gösterildiğinden dolayı bu değer önemlidir. Peroksit sayısının ransid tereyağlarda 6.30 meqO₂/kg'a ulaştığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, oksidasyonun ileri safhalarında peroksit sayısının tekrar azalma gösterebildiği bilinmektedir (Şengül vd 1998).

Araştırma sonucunda elde edilen peroksit sayısı sonuçları Şekil 4.7'de verilmiştir. Buna göre 13 adet tereyağı örneğinde peroksit sayısı 0,00 iken, geri kalan 17 örneğin peroksit sayılarının 0,12-6,84 meqO₂/kg değerleri arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.



Şekil 4.7. Trabzon tereyağlarına ait peroksit sayısı değerleri (meqO₂/kg)

Şengül vd (1998), 15 adet Trabzon tereyağı örneği üzerindeki çalışmalarında peroksit sayılarını 10 örnekte 0, diğer 5 örnekte ise 0,2-0,7 meqO₂/kg aralığında olduğunu, ortalamasının ise 0,38 meqO₂/kg olduğunu ortaya koymuşlardır. Kurdal ve Koca (1987),

Erzurum piyasasından temin ettikleri tereyağı örneklerinin peroksit sayılarını 0,98-1,75 mmolO₂/kg aralığında tespit etmişlerdir. Yalçın vd (1993), Konya’da tüketime sunulan tereyağlarının kalitesi üzerine yapmış oldukları çalışmada 15 adet tereyağı örneğinin peroksit sayısını 0,25-1,95 meqO₂/kg değerleri arasında bulmuş, ortalama değeri ise 1,06 meqO₂/kg olarak belirlemişlerdir. Krause *et al.* (2008), tereyağının dondurularak (-20°C) ve soğutulmuş olarak (5°C) muhafaza edilmesinin aroma ve tekstüre olan etkisini incelediği çalışmalarında depolama süresinin ve sıcaklığının peroksit sayısı üzerinde $p<0,05$ düzeyinde önemli olduğunu ortaya koymuşlardır. Ayrıca çalışmada dondurulmuş ve soğukta muhafaza edilmiş tereyağı örneklerinin peroksit değerlerinin, soğukta muhafaza edilen örneklerde dondurulmuş örneklere nazaran daha fazla olduğunu ve 18 aylık periyot boyunca devamlı artış sergilediğini belirtmişlerdir. Soğukta muhafaza edilen (5°C) tereyağı örneğinin 18 aylık depolama periyodunda peroksit sayısı değişiminin 0,1-3,5 meqO₂/kg aralığında, dondurularak (-20°C) muhafaza edilen tereyağı örneğinin peroksit sayısı değişiminin ise 0-3,1 meqO₂/kg aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Koyuncu (2010), farklı muhafaza koşullarının tereyağının bazı niteliklerinde meydana getirdiği değişimleri incelediği çalışmasında, 3 farklı depolama sıcaklığında (-18, 4 ve 8°C) vakum ve normal ambalajda, muhafaza ortamının karanlık ve ışıklandırılmalı olması gibi farklı koşullarda tereyağını depolamış ve 90 günlük depolama periyodu süresince tereyağının bazı niteliklerini incelemiştir. 90 günlük depolama sonucunda tereyağı örneklerinin peroksit sayılarının -18°C depolamada 4,390 meqO₂/kg, 4 ve 8°C’de depolamada ise sırası ile 8,374 ve 7,994 meqO₂/kg olarak, vakum ve normal ambalajlı tereyağı örneklerinin peroksit değerlerini sırası ile 3,037 ve 10,801 meqO₂/kg olarak, karanlık ve ışıktaki depolanan tereyağı örneklerinde ise sırası ile 4,579 ve 9,259 meqO₂/kg olarak tespit etmiştir.

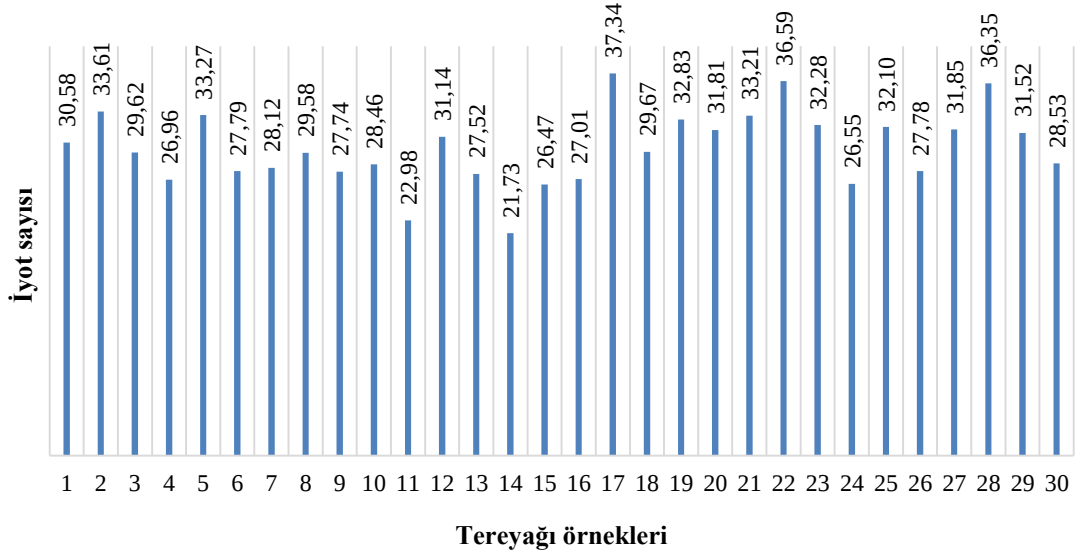
Mevcut çalışmada elde edilen sonuçlara bakıldığında 25 örneğin peroksit sayısının 0-0,62 meqO₂/kg değerleri arasında olduğu, diğer 5 örnekte ise peroksit sayısının 1,74-6,84 meqO₂/kg aralığında değiştiği ortaya konulmuştur. TS-1331 Tereyağı Standardı’nda tereyağlarında peroksit değerinin en çok 5 meqO₂/kg olabileceği belirtilmektedir. 30 adet tereyağı örneğinden 28 adedinin peroksit sayısı bakımından standarda uygunluk gösterdiği ortaya konulmuştur.

4.1.9. İyot sayısı

Yağlarda doymamışlık derecesinin bir ölçüsü olan iyot sayısı, 100 g yağın bağlayabileceği iyot miktarı olarak belirtilmektedir. Doymamış yağ asitlerinin miktarı ile ilgili olan iyot sayısı tereyağlarında 24-46 arasında değişmekte, ortalama 30-35 olmaktadır. Çeşitli faktörlerin (mevsim, laktasyon, yemleme vb.) etkisi altında değişen iyot sayısı, tereyağının diğer yağlarla katkılı olup olmadığını belirlemek amacıyla yapılmaktadır. Bitkisel yağlarda iyot sayısı daha yüksektir (çoğunlukla 100'ün üzerinde). Ancak diğer hayvansal yağlarda iyot sayısı tereyağına yakın bir değer gösterdiğinden (örneğin kuyruk yağının iyot sayısı 45, böbrek yağının 38) bu yağların tereyağı ile karıştırılıp karıştırılmadığının tespit edilmesi için iyot sayısının yanı sıra Reichert-Meissl sayısının da tespit edilmesi gerektiği belirtilmektedir. İyot sayısı uzun süre depolanan tereyağlarında oksidasyon düzeyinin belirlenmesi konusunda da fikir verebilmektedir. Zira süt yağının iyot sayısı depolama süresince azalmaktadır.

Şekil 4.8'de 30 adet Trabzon tereyağı örneğine ait iyot sayısı değerleri verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistiksel analiz sonuçları Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Buna göre en düşük iyot sayısı 21,73, en yüksek iyot sayısı 37,34 olup örneklerin ortalama iyot sayısı 30,03 olarak belirlenmiştir. TS-1331 Tereyağı Standardı ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19)'nde bu konu ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda iyot sayısı ile sabunlaşma sayısı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,614$) negatif korelasyon ve iyot sayısı ile kırılma indisi arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=0,421$) pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.8. Trabzon tereyağlarına ait iyot sayısı değerleri

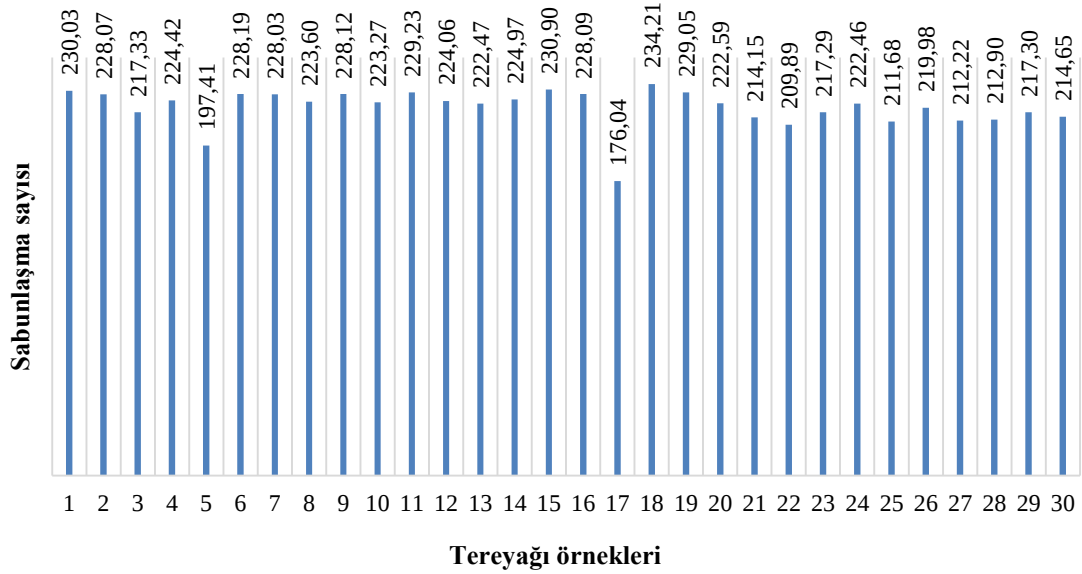
Şengül vd (1998), 15 adet Trabzon tereyağında yapmış oldukları çalışmada en düşük iyot sayısını 29,82, en yüksek iyot sayısını 43,50 ve ortalamayı ise 34,02 olarak belirlemişlerdir. Adam (1954), Trabzon tereyağları üzerine yapmış olduğu araştırmada 26 adet örnekte iyot sayısını 35,22-53,34 aralığında tespit etmiş, ortalama iyot sayısını ise 42,87 olarak tespit etmiştir. Eralp (1969), 32 tereyağı örneğinde iyot sayısını 34,05-53,34 değerleri arasında ve ortalama 42,60 olarak belirlemiştir. Kurdal ve Koca (1987), Erzurum piyasasından temin ettikleri tereyağı örneklerinin iyot sayılarının 31,42-46,64 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Yalçın vd (1993), Konya ilinde tüketime sunulan tereyağları üzerine yaptıkları bir çalışmada iyot sayılarını en düşük 21,94, en yüksek 45,68 ve ortalama olarak 36,53 bulmuşlardır.

Bu çalışmada elde edilen iyot sayısı sonuçları daha önce yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında bulunan değerlerden düşük olduğu görülmektedir. Bu farklılıkların başta mevsim farklılıkları olmakla birlikte, laktasyon durumu ve yağ çeşidi farklılıklarından ileri geldiği söylenebilir.

4.1.10. Sabunlaşma sayısı

1 g yağın sabunlaşması için gerekli olan KOH'in miligram olarak miktarı şeklinde tanımlanan sabunlaşma sayısı, tereyağının başka yağlarla katkılı olup olmadığının belirlenmesinde yararlanılan önemli bir analizdir. Süt yağı bitkisel ve hayvansal yağlara (koko ve hurma yağı hariç) göre daha fazla düşük moleküllü yağ asitleri içerdiğinden dolayı diğer yağlara oranla sabunlaşma sayısı yüksektir. Tereyağın sabunlaşma sayısı 210-235 arasında olmasına karşın, bitkisel ve hayvansal yağların sabunlaşma sayısı 200'ün altındadır. Yağ asitlerinin molekül ağırlığı arttıkça sabunlaşma sayıları düştüğünden tereyağına bitkisel ve hayvansal yağ katıldığında sabunlaşma sayısı düşmektedir. Yağların ekşimesi, acıması ve kaynatılması ise sabunlaşma sayısını yükseltmektedir. İç yağı, kuyruk yağı, böbrek yağı ve margarin katılması sabunlaşma sayısını 200'e kadar düşürmektedir.

Şekil 4.9'da 30 adet tereyağı örneğine ait sabunlaşma sayıları verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Buna göre tereyağı örneklerinin sabunlaşma sayıları 176,04-234,21 değerleri arasında bulunmuş olup ortalama 220,09 olarak belirlenmiştir. TS-1331 Tereyağı Standardı ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19)'nde sabunlaşma sayısı ile ilgili herhangi bir bilgi bulunmamaktadır.



Şekil 4.9. Trabzon tereyağlarına ait sabunlaşma sayısı değerleri

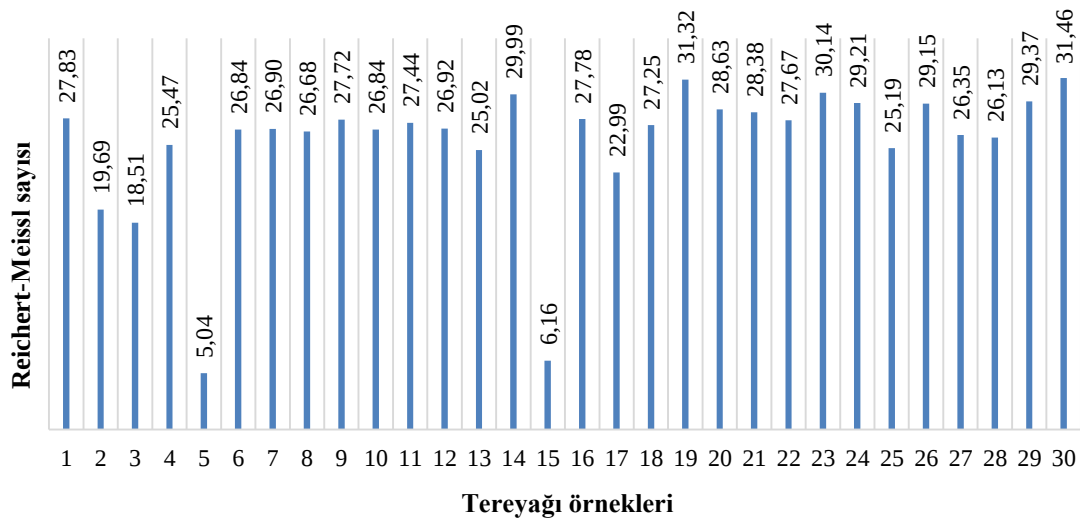
Şengül vd (1998), 15 adet Trabzon tereyağı örneğinin sabunlaşma sayılarını 124,70-272,00 değerleri arasında bulmuş olup ortalamayı 221,97 olarak belirlemişlerdir. Adam (1954) ise 26 adet Trabzon tereyağı örneğinin sabunlaşma sayılarını 215,41-237,64 aralığında bulmuş olup ortalamayı 224,29 olarak tespit etmiştir. Özkanlı ve Kaya (2007), koyun sütünden imal ettikleri tereyağı üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada sabunlaşma değerini ortalama olarak 230 bulmuşlardır.

Bu araştırmadan elde edilen sabunlaşma sayıları daha önce Trabzon tereyağları üzerinde yapılmış olan çalışmalara ait sonuçlar ile karşılaştırıldığında genel itibarı ile uyumlu olduğu görülmektedir. Ancak, Şengül vd (1998)'nin bulmuş olduğu sonuçların geniş bir yelpazede olması özellikle uç değerlere sahip örneklerin katkılı ve/veya uzun süre depolanmış ve/veya yanlış işlem görmüş olabileceği kanısını uyandırmaktadır. Bununla birlikte sabunlaşma sayıları sırası ile 197,41 ile 176,04 olan 5 ve 17 numaralı örneklere farklı yağ ilavesi yapılmış olabileceği düşünülmektedir.

4.1.11. Reichert-Meissl sayısı (RM)

Reichert-Meissl sayısı, 5 g yağda bulunan su buharı ile uçan ve suda çözünen yağ asitlerinin belirli koşullar altında distile edildikten sonra nötürlenmesi için harcanan 0,1 N alkali çözeltisinin mililitre cinsinden ifadesi olarak tanımlanmaktadır. Yağlarda su buharıyla uçan ve suda eriyen düşük molekül ağırlıklı yağ asitlerinin (büterik asit ve kısmen kaproik asit) miktarı hakkında fikir veren RM sayısı, tereyağında 23-33 arasında olup ortalama 27 olarak ifade edilmektedir. Kısa karbon zincirli yağ asitlerinin süt yağının bileşiminde fazla miktarlarda bulunması nedeni ile süt yağının RM sayısı diğer yağlardan yüksektir. Bu özellikten yararlanılarak süt yağının diğer yağlarla katkılı olup olmadığı anlaşılabilmektedir. RM sayısı, bitkisel yağlarda 0-7 arasında değer alırken diğer hayvansal yağlarda ortalama olarak 1'dir.

Yapılan çalışma sonucunda RM sayısı en düşük 5,05, en yüksek ise 31,46 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama Reichert-Meissl sayısı 25,60 olarak bulunmuştur. 30 adet tereyağı örneğine ait Reichert-Meissl sayısı Şekil 4.10'da verilmiş olup tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1'de yer almaktadır. Ayrıca RM sayısı ile polenske sayısı arasında istatistiki olarak $p < 0,05$ düzeyinde ($r = 0,384$) pozitif bir korelasyon belirlenmiştir.



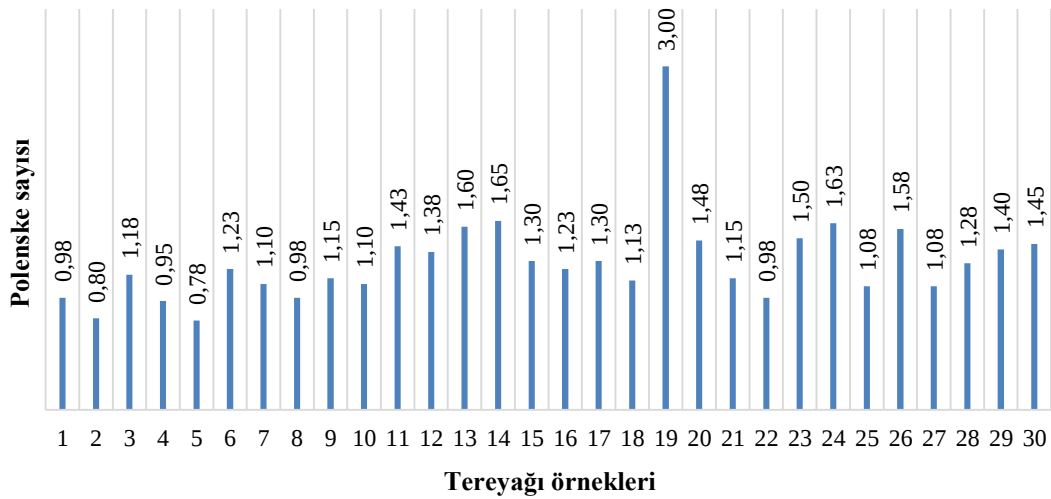
Şekil 4.10. Trabzon tereyağlarına ait Reichert-Meissl sayısı değerleri

Şengül vd (1998), 15 örnekte RM sayısını 9,7-37,8 aralığında tespit etmiş, ortalamayı ise 21,61 olarak bulmuşlardır. Adam (1954), 26 adet Trabzon tereyağının RM sayısını 20,10 ile 29,53 değerleri arasında bulmuş, ortalamayı ise 24,55 olarak belirlemiştir. Araştırmada elde edilen sonuçlar, Adam (1954)'ün elde ettiği sonuçlar ile farklılık arz etmekte, Şengül vd (1998)'in bulduğu değerler ile paralellik göstermektedir. Yalçın vd (1993), Konya'da tüketime sunulan tereyağlarını araştırdıkları çalışmalarında RM sayısını en düşük 22,65 ve en yüksek 28,40 ve ortalama değeri ise 25,32 olarak tespit etmişlerdir. Kurdal ve Koca (1987), Erzurum'da tüketime sunulan tereyağları üzerine yaptıkları çalışmada RM sayısını 26,58-28,55 değerleri arasında tespit etmişlerdir. Rutz *et al.* (1955), Kansas'ta Ağustos ayında topladıkları 169 adet tereyağı örneği üzerinde yapmış oldukları çalışmada RM sayılarını 27,40-31,35 değerleri arasında bulmuş, ortalamayı ise 29,19 olarak belirlemiştir. Bununla birlikte aynı çalışmada aylık periyotlarla bir yıl boyunca 10 farklı işletmeden temin ettikleri toplam 105 tereyağı örneğini inceleyerek örneklerin RM sayısının aylık değişimini ortaya koymuşlardır. Bu çalışmaya göre RM sayısının Mart ve Ekim aylarında en düşük değerlere (27,05) Nisan ve Ağustos aylarında ise en yüksek değerlere (30,10) ulaştığını tespit etmişlerdir.

TS-1331 Tereyağı Standardı ve Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19)'ne göre kahvaltılık ve mutfak tereyağlarında Reichert-Meissl sayısı en az 24 olmalıdır. Genel itibari ile bakıldığında yapılan çalışma sonucunda 30 adet tereyağı örneğinden 5 adedinin (2, 3, 5, 15 ve 17 numaralı örnekler) RM sayılarının düşük olduğu, bunun dışında 25 adet tereyağı örneğinin ise standartlara uygun olduğu ortaya konulmuştur. Mevsimsel farklılıklar ve üretim farklılıkları gibi koşulların RM sayısı üzerine etkisinin olduğu bilinmektedir. Ancak bu değişim belli sınırlar içerisinde olmakta, dolayısıyla 5,04 ve 6,16 gibi değerlerin açıklanabilmesi için yeterli olmamaktadır. Bu sonuçlar, tereyağının diğer yağlar ile katkılanmış olabileceğinin bir işareti olarak görülebilir.

4.1.12. Polenske sayısı

Su buharı ile uçup suda erimeyen ancak alkolde eriyen yağ asitleri; kaprilik, kaprik ve laurik asitlerinin ölçüsüdür. Polenske sayısı, tereyağında diğer yağlara nazaran daha yüksektir. İnek sütünden imal edilmiş tereyağlarında polenske sayısı 1-3,5 arasında değişmektedir. İstisna olarak koko ve Hindistan cevizi yağlarında polenske sayısı 18'e kadar çıkabilmekle birlikte, hayvansal ve bitkisel yağlarda bu değer en fazla 1 olmaktadır.



Şekil 4.11. Trabzon tereyağlarına ait polenske sayısı değerleri

Şekil 4.11’de 30 adet tereyağı örneğine ait polenske sayıları verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.1’de yer almaktadır. Buna göre en düşük polenske sayısı 0,78 iken en yüksek polenske sayısı 3,00 ortalama polenske sayısı ise 1,296 olarak belirlenmiştir.

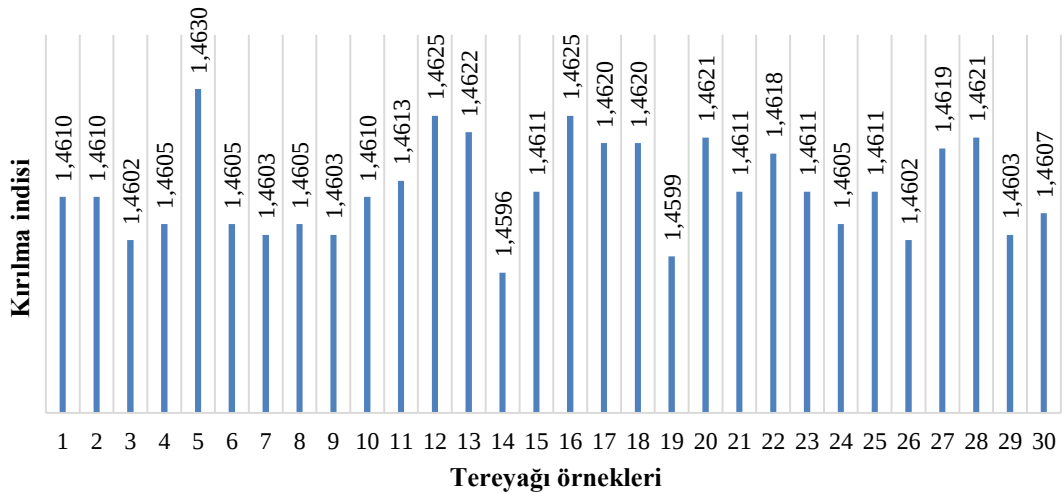
Şengül vd (1998), yapmış oldukları çalışmada 15 adet Trabzon tereyağı örneğinin polenske sayılarını 0,5-2,7 sınırları arasında tespit etmiş ve ortalamayı 1,36 olarak bulmuşlardır. Eralp (1969), yapmış olduğu bir çalışmada 6 adet tereyağı örneğinde polenske sayısını 0,9-1,4 aralığında ve ortalamayı ise 1,2 olarak belirlemiştir. Kurdal ve Koca (1987), Erzurum piyasasından temin ettikleri tereyağı örnekleri üzerinde yapmış

oldukları çalışmada polenske sayısını en düşük 1,93 ve en yüksek ise 2,72 olarak bulmuşlardır. Yalçın vd (1993), Konya’da tüketime sunulan tereyağı örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada polenske sayılarını 1,65-2,35 değerleri arasında ve ortalamayı ise 2,00 olarak tespit etmişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen polenske sayısı değerleri yapılan diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında Şengül vd (1998) ve Eralp (1969) ile uyumlu olduğu, ancak Kurdal ve Koca (1987), Yalçın vd (1993)’in bulmuş olduğu değerlerden düşük olduğu görülmektedir.

4.1.13. Kırılma indisi

Tereyağı hilelerinin belirlenmesinde yağın ışığı kırma özelliğinden yararlanılmaktadır. Bununla birlikte kırılma indisi doymamışlığın ölçüsü olarak da kullanılabilir. Tereyağı örneklerinin kırılma indisi 40°C’de 1,4520-1,4620 değerleri arasında değişmektedir. Bitkisel yağlarla katkılı olan tereyağlarının kırılma indisinin yüksek olduğu bildirilmektedir.



Şekil 4.12. Trabzon tereyağlarına ait kırılma indisi değerleri

30 adet Trabzon tereyağı örneğine ait kırılma indisi sonuçları Şekil 4.12’de verilmiştir. Verilere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.1’de yer almaktadır. Analizler sonucunda en düşük kırılma indisi değerinin 1,4596, en yüksek değerin ise 1,4630 olduğu belirlenmiştir. Örneklerin ortalama kırılma indisi ise 1,4612 olarak tespit edilmiştir. Kırılma indisi doymamışlığın ölçüsü olarak da kullanılabilir. Bu durum yapılan korelasyon analizi sonucunda iyot sayısı ile kırılma indisi arasındaki $p < 0,05$ düzeyinde ($r = 0,421$) pozitif korelasyon ile doğrulanmaktadır.

Şengül vd (1998), 15 adet Trabzon tereyağının kırılma indisini 1,4539-1,4558 değerleri arasında ve ortalama ise 1,4543 olarak belirlemişlerdir. Adam (1954), Trabzon tereyağları üzerinde yapmış olduğu çalışmada kırılma indisini 1,4580-1,4630 aralığında ve ortalama ise 1,4602 olarak tespit etmiştir. Özkanlı ve Kaya (2007), pastörize edilmiş ve edilmemiş koyun sütünden üretilmiş tereyağlarında refraktometre indeksini 35°C’de 1,4595-1,4598 aralığında bulmuşlardır. Kesler (2008), tereyağına farklı lif ve probiyotik kültür ilave ederek tereyağına fonksiyonel özellik kazandırılması konulu çalışmasında üretmiş olduğu farklı formülasyona sahip örneklerin kırılma indisini 1,4617-1,4646 değerleri arasında belirlemiştir.

Mevcut araştırmamızda elde edilen kırılma indisi değerleri diğer araştırmalardan elde edilen sonuçlar ile karşılaştırıldığında Şengül vd (1998)’nin değerlerinden yüksek, Adam (1954)’ın verileri ile uyumlu olduğu görülmektedir. Özkanlı ve Kaya (2007)’nin farklı süt çeşidi (koyun sütü) ve sıcaklıkta (35°C) çalıştığından ötürü düşük değerler elde etmiş olabileceği, Kesler’in ise (2008), çalışmasında tereyağı üretiminde farklı oranlarda lif kullanmış olduğundan dolayı yüksek değerler elde etmiş olabileceği düşünülmektedir.

4.1.14. Renk tayini

30 adet Trabzon tereyağı örneği üzerinde yapılan renk analiz sonuçları Çizelge 4.4’te verilmiştir. Bu verilere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.5’te yer

almaktadır. Buna göre 30 adet örneğin L^* değerinin 72,08-88,22, a^* değerinin -4,42 ile -0,89 aralığında ve b^* değerinin ise 21,73-45,12 aralığında değiştiği belirlenmiştir.

Çizelge 4.4. Trabzon tereyağlarına ait renk değerleri

Örnek	L^*	a^*	b^*
1	84,20	-3,32	29,98
2	83,86	-2,66	34,32
3	86,24	-0,89	38,77
4	86,13	-2,27	31,16
5	88,22	-1,82	28,72
6	83,48	-2,44	35,69
7	86,88	-2,98	28,69
8	86,80	-2,14	27,26
9	85,58	-3,08	29,01
10	85,61	-2,81	31,66
11	86,26	-2,70	32,05
12	85,30	-2,32	30,01
13	80,60	-2,84	37,51
14	86,44	-2,85	34,07
15	85,33	-2,79	31,30
16	84,59	-3,43	32,19
17	82,56	-2,99	32,18
18	84,87	-2,94	28,41
19	78,51	-1,73	45,12
20	86,69	-3,69	36,49
21	79,64	-4,32	37,22
22	87,28	-3,29	21,73
23	82,77	-2,35	41,87
24	82,72	-2,39	32,09
25	86,25	-3,57	23,10
26	84,72	-2,59	27,99
27	82,80	-1,94	32,94
28	72,08	-4,42	40,20
29	82,91	-3,99	31,28
30	80,69	-3,25	35,96

L^* ; 0 = siyahtan 100 = beyaza kadar olan örneğin açıklık - koyuluk, $-a^*$ değeri yeşil, $+a^*$ değeri kırmızı, $-b^*$ değerleri mavi, $+b^*$ sarı renk yoğunluklarını göstermektedir.

L^* , a^* ve b^* değerlerine ait ortalamalar sırası ile 83,99, -2,83 ve 32,63 olarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.5).

Çizelge 4.5. Trabzon tereyağı örneklerine ait renk değerlerinin tanımlayıcı istatistik analizi

	n	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
L^*	30	72,08	88,22	83,9880	3,26592
a^*	30	-4,42	-0,89	-2,8267	0,76585
b^*	30	21,73	45,12	32,6323	5,13597

Krause *et al.* (2008), tereyağının dondurularak (-20°C) ve soğutulmuş olarak (5°C) muhafaza edilmesinin aroma ve tekstüre olan etkisini incelediği çalışmalarında renk değerlerinin dondurularak ve soğutulularak muhafaza sonucunda anlamlı bir değişime uğramadığını ortaya koymuşlardır. Çalışma sonucunda L^* değerlerinin 76,62-79,74 aralığında, a^* değerlerinin -3,02 ile -3,69 ve b^* değerlerinin 12,11-14,26 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Hurtaud *et al.* (2010), hayvan diyetinin tereyağının yağ asidi kompozisyonuna ve bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında diyetin keten tohumu içermesinin tereyağının renk özelliklerinde çok büyük bir farklılığa neden oluşturmadığını belirtmiş ve yapmış olduğu renk analizi sonucunda L^* değerlerinin 92,9-93,4 aralığında, a^* değerlerinin -2,63 ile -2,68 ve b^* değerlerinin 16,3-17,0 aralığında olduğunu tespit etmişlerdir. Shukla *et al.* (1994), yapmış oldukları çalışmada süperkritik olarak ayrılmış süt yağından tereyağı üretmiş ve bu çalışmada kontrol olarak kullandıkları piyasadan temin edilmiş örnekte L^* değerini 88,67, a^* değerini -1,07 ve b^* değerini 24,12 olarak bulurken ürettikleri tereyağında ise sırası ile 84,08, -1,95 ve 30,85 olarak tespit etmişlerdir. Kesler (2008), yapmış olduğu çalışmada kontrol olarak ürettiği tereyağında L^* , a^* , b^* değerlerini sırası ile 58-61, 2,07-2,49 ve 25,62-29,70 değerleri arasında bulmuş, fonksiyonel tereyağlarının ise bu değerleri sırasıyla 70,64-73,99, 1,68-2,36 ve 15,15-17,87 arasında belirlemiştir.

Halk arasında Trabzon tereyağlarının diğer tereyağlarından daha sarı renkte olduğu bilinmektedir. Renk tayini sonucunda elde edilen b^* (sarı renk) değeri bu kanıyı kanıtlar niteliktedir. Nitekim yukarıda değinilen çalışmalar ile kıyaslandığında gerek minimum-maksimum değerler gerekse ortalama değerler baz alındığında, bu çalışmada elde edilen

b^* değerlerinin oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumun temel nedeninin, bölgede daha çok mera hayvancılığının yapılması ve dolayısıyla hayvanların yüksek düzeyde klorofil içeren yeşil ot ile beslenmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte L^* ve a^* değerleri genel itibari ile yapılan çalışmalar ile uyumluluk göstermektedir. Kesler (2008)'in yapmış olduğu çalışmada ise a^* değerlerinin yüksek oluşunun lif ilavesinden kaynaklı olduğu düşünülmektedir.

Yapılan korelasyon analizi sonucunda L^* değeri ile su aktivitesi arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,597$), L^* değeri ile yağ oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,393$), L^* değeri ile kurumadde oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,529$) ve L^* değeri ile peroksit sayısı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=-0,417$) negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.

Diğer taraftan, a^* değeri ile su aktivitesi arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,595$), a^* değeri ile tuz oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,478$), a^* değeri ile yağ oranı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=-0,376$) ve a^* değeri ile kurumadde oranı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=-0,414$) negatif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.6).

Çizelge 4.6. Örneklerin bazı kimyasal ve fiziksel özellikleri arasında yapılan korelasyon analizinde elde edilen bazı sonuçlar

		a_w	Tuz (%)	Yağ (%)	Kurumadde (%)	Peroksit sayısı
L^*	Korelasyon	-0,597**	-0,479	-0,393**	-0,529**	-0,417*
	Önem derecesi	0	0,007	0,032	0,003	0,022
	n	30	30	30	30	30
a^*	Korelasyon	-0,595**	-0,478**	-0,376*	-0,414*	-0,337
	Önem derecesi	0,001	0,008	0,041	0,023	0,069
	n	30	30	30	30	30
b^*	Korelasyon	-0,205	0,223	0,103	0,060	0,055
	Önem derecesi	0,278	0,236	0,589	0,752	0,772
	n	30	30	30	30	30

4.2. Kromatografik Analiz Sonuçları

4.2.1. Yağ asitleri kompozisyonu (%)

Trigliseridlerin esas bileşeni olan yağ asitleri, bir alkil kalıntısının ve fonksiyonel karboksil grubunun (-COOH) organik bir bileşiğidir. Genel formülleri R-COOH şeklindedir. Süt yağının yapısında bulunan yağ asitlerinin bir bölümü yemler ile alınan yağ asitlerinden oluşmaktadır. Dolayısıyla hayvanın beslenme biçimi (mera, silaj gibi), süt yağının fiziksel ve kimyasal özelliklerini değiştirmektedir. Kısa karbon zincirli yağ asitleri (C₄-C₁₀), memenin alveol hücrelerinde sentezlenirken uzun karbon zincirli yağ asitleri (C₁₆-C₁₈) kan plazmasındaki trigliseridlerden ve çok düşük yoğunluklu lipoproteinlerden (VLDL) sentezlenmektedir. Orta karbon zincirli yağ asitleri (C₁₂-C₁₄) ise her iki yoldan da sentezlenebilmektedir (Metin 2010).

Süt yağı 400 farklı yağ asidinden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir (Ledoux *et al.* 2005; Moate *et al.* 2007). Bu nedenle süt yağının, doğadaki en karmaşık karışıma sahip yağ olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu yağ asitlerinin büyük bir kısmı eser miktarlarda bulunmaktadır. Süt yağının esas bileşimini ise başta oleik asit (C_{18:1}), palmitik asit (C₁₆) ve stearik asit (C₁₈) olmak üzere bütirik asit (C₄), kaproik asit (C₆), kaprilik asit (C₈), kaprik asit (C₁₀), laurik asit (C₁₂), miristik asit (C₁₄), miristoleik asit (C_{14:1}), palmitoleik asit (C_{16:1}) ve linoleik asit (C_{18:2}) gibi yağ asitleri oluşturmaktadır. Bu yağ asitleri toplam yağ asitlerinin %99'unu oluşturmaktadır (Metin 2010).

Sütün yağ asitleri kompozisyonu, insan sağlığı açısından ve süt ürünlerinin işlenmesi aşamasında oldukça önemlidir (Chilliard *et al.* 2001; Güler vd 2010). Biyolojik, fizyolojik ve besinsel özellikleri bakımından ve tüketicilerin sağlığı için önemli olan bütirik ve KLA gibi yağ asitleri doğada sütte ve diğer birkaç gıdada bulunmaktadır (Ledoux *et al.* 2005).

Trabzon tereyağı örneklerine ait yağ asitleri kompozisyonu Çizelge 4.7'de ve yağ asidi kompozisyonuna ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.8'de verilmiştir.

Çizelge 4.7. Trabzon tereyağının yağ asitleri kompozisyonu (%)

Örnek	C _{4:0}	C _{6:0}	C _{8:0}	C _{10:0}	C _{12:0}	C _{14:0}	C _{14:1}	C _{16:0}	C _{16:1}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	KLA
1	0,69	0,77	0,81	1,97	2,67	10,99	1,25	32,17	1,83	16,01	27,44	2,31	1,09
2	0,59	0,71	0,39	1,29	1,75	7,60	0,85	38,07	0,24	12,88	31,70	3,22	0,70
3	0,34	0,33	0,41	1,26	2,35	7,57	0,81	37,33	0,21	11,64	32,81	4,27	0,65
4	0,35	0,67	0,44	2,02	2,78	10,34	1,16	35,16	0,30	13,88	28,96	3,02	0,91
5	0,13	0,16	0,29	0,34	2,74	3,40	0,25	43,50	0,47	8,00	33,31	7,26	0,15
6	0,37	0,55	0,62	1,87	2,58	10,70	1,29	32,79	0,31	13,75	31,73	2,38	1,06
7	0,39	0,47	0,61	1,81	2,59	10,99	1,31	35,27	0,33	14,19	28,76	2,35	0,93
8	0,49	0,51	0,59	1,49	2,43	10,80	1,35	33,73	0,30	14,45	30,19	2,45	1,19
9	0,49	0,67	0,79	1,79	2,67	11,03	1,22	34,76	0,31	14,74	28,01	2,64	0,89
10	0,40	0,55	0,57	1,90	2,62	11,07	1,35	33,87	0,33	14,64	29,10	2,40	1,17
11	0,37	0,50	0,48	1,52	2,05	9,43	1,16	35,10	0,37	14,72	32,41	1,11	0,80
12	0,62	0,52	0,65	1,58	2,15	10,04	1,24	33,50	0,29	14,44	31,65	2,30	1,02
13	0,30	0,79	0,52	2,00	3,41	11,71	1,63	34,55	0,39	13,24	28,99	1,14	1,32
14	0,71	0,70	0,69	2,41	3,36	13,51	1,71	39,11	0,39	13,36	21,78	1,60	0,68
15	0,70	0,76	0,68	1,73	2,77	11,68	1,50	34,24	1,94	15,56	26,00	1,42	1,03
16	0,52	0,67	0,58	1,59	2,07	8,62	1,08	41,06	0,31	14,47	26,81	1,51	0,71
17	0,42	0,45	0,54	1,50	1,68	8,23	1,37	28,84	0,34	14,65	38,97	1,88	1,15
18	0,58	0,59	0,56	1,79	2,68	11,49	1,54	36,90	0,29	11,95	29,01	1,40	1,22
19	0,63	0,95	1,19	3,25	4,33	14,33	1,32	34,02	0,30	16,50	21,25	1,33	0,58
20	0,46	0,57	0,83	1,97	2,68	10,81	1,28	32,11	0,31	13,99	31,97	1,94	1,09
21	0,38	0,66	0,73	2,09	2,96	11,64	1,30	33,88	0,42	17,65	26,10	1,83	0,35
22	0,42	0,61	0,63	1,67	2,16	10,34	1,77	30,96	0,51	14,58	33,99	2,03	0,34
23	0,49	0,66	0,68	1,83	2,70	10,94	1,24	33,35	0,29	13,29	32,33	1,96	0,24
24	0,55	0,77	0,92	3,25	4,36	13,87	1,34	36,79	0,27	13,00	22,53	1,82	0,53
25	0,44	0,37	0,40	1,24	1,89	10,31	1,75	36,71	0,50	13,87	30,84	1,41	0,29
26	0,32	0,67	0,90	2,93	4,25	14,42	1,37	39,35	0,36	9,57	24,65	0,98	0,23
27	0,37	0,59	0,64	1,67	2,32	10,87	1,58	34,18	0,41	18,20	27,34	1,46	0,38
28	0,32	0,64	0,72	2,14	3,01	12,85	1,87	32,41	0,46	19,52	24,58	1,05	0,44
29	0,73	0,73	0,84	2,43	3,44	11,74	1,31	32,25	0,37	15,19	28,56	1,47	0,94
30	0,66	0,68	0,69	1,84	2,66	11,68	1,33	38,67	0,32	13,86	26,20	1,09	0,32

C_{4:0}: Bütirik asit, C_{6:0}: Kaproik asit, C_{8:0}: Kaprilik asit, C_{10:0}: Kaprik asit, C_{12:0}: Laurik asit, C_{14:0}: Miristik asit, C_{14:1}: Miristoleik asit, C_{16:0}: Palmitik asit, C_{16:1}: Palmitoleik asit, C_{18:0}: Stearik asit, C_{18:1}: Oleik asit, C_{18:2}: Linoleik asit, KLA: Konjuge Linoleik asit

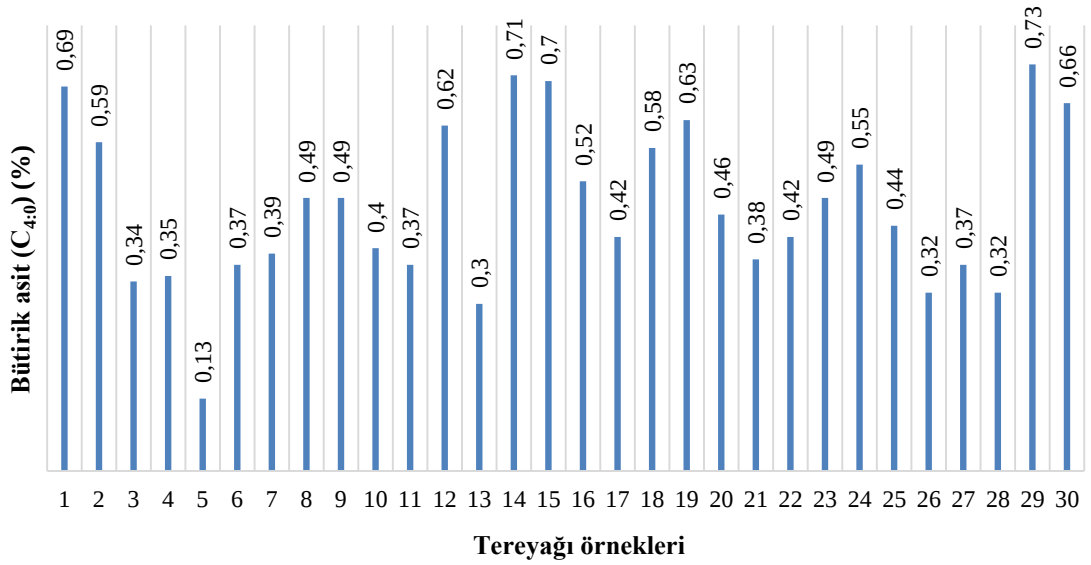
4.2.1.a. Bütirik asit (C_{4:0})

Tereyağına özgü yağ asidi olarak bilinen bütirik asit ransid tattan sorumlu temel yağ asitidir (Collins *et al.* 2003; Kondyli *et al.* 2003; Georgala *et al.* 2004; Poveda and Cabezas 2006). Lipoliz sonucunda oluşan serbest bütirik asitin fermente ürünlerde ve tereyağında belirli bir düzeyin üzerinde olması tat bozukluğunun bir ifadesidir. Serbest yağ asitlerinin büyük bölümünün ise bütirik asit olduğu ifade edilmektedir (Jansen and Sampugna 1964).

Trabzon tereyağı örneklerinin sahip olduğu bütirik asit miktarları Şekil 4.13'te verilmiş olup bu sonuçlara ait tanımlayıcı istatistik analiz Çizelge 4.8'da yer almaktadır. Buna göre en düşük C_{4:0} oranı 5 numaralı örnekte %0,13, en yüksek ise 29 numaralı örnekte %0,73 ile tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama C_{4:0} oranının %0,47 olduğu ortaya konulmuştur.

Çizelge 4.8. Trabzon tereyağı örneklerin yağ asitleri kompozisyonuna ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (%)

	n	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
C _{4:0}	30	0,13	0,73	0,4743	0,14656
C _{6:0}	30	0,16	0,95	0,6090	0,15568
C _{8:0}	30	0,29	1,19	0,6463	0,18587
C _{10:0}	30	0,34	3,25	1,8723	0,58280
C _{12:0}	30	1,68	4,36	2,7370	0,69051
C _{14:0}	30	3,40	14,42	10,7667	2,20568
C _{14:1}	30	0,25	1,87	1,3177	0,31399
C _{16:0}	30	28,84	43,50	35,1543	3,12726
C _{16:1}	30	0,21	1,94	0,4490	0,39724
C _{18:0}	30	8,00	19,52	14,1930	2,24836
C _{18:1}	30	21,25	38,97	28,9323	3,91439
C _{18:2}	30	0,98	7,26	2,1010	1,21937
KLA	30	0,15	1,32	0,7467	0,35305



Şekil 4.13. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen bütirik asit (C_{4:0}) oranları (%)

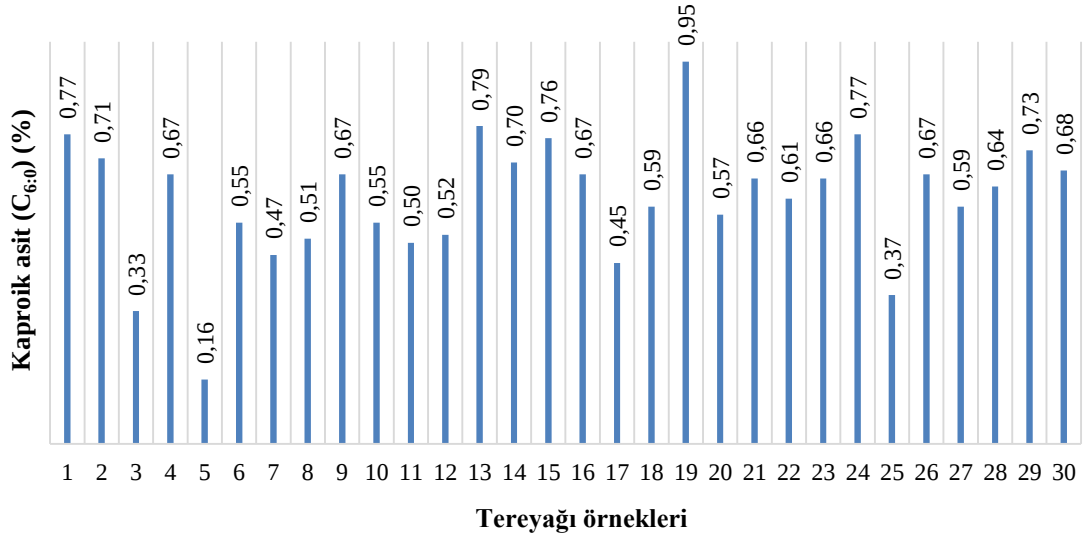
Şengül vd (2003), Trabzon tereyağları üzerine yapmış olduğu çalışmada 10 örnekte C_{4:0} oranını en düşük %1,86, en yüksek %3,10 ve ortalamanın %2,13 olduğunu tespit etmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağının yağ asidi kompozisyonunu incelediği çalışmasında C_{4:0} oranını mevsimsel olarak incelemiş; yaz, kış ve ilkbaharda sırasıyla ortalama %3,16, 3,35 ve 3,12 olarak tespit etmişlerdir. Jones *et al.* (2005), yapmış oldukları çalışmada tereyağlarında C_{4:0} oranının %4,70 ve %5,09 olduğunu ortaya koymuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında C_{4:0} oranını %1,98 olarak tespit etmişlerdir. Kesler (2008), yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin bütirik asit miktarlarını %3,24 ile %3,28 arasında bulmuştur.

Bu çalışmada elde edilen veriler, tereyağı üzerine yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında sonuçların oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4.2.1.b. Kaproik asit (C_{6:0})

Şekil 4.14'te Trabzon tereyağı örneklerinin kaproik asit (C_{6:0}) miktarları verilmiş olup bu verilere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.8'de yer almaktadır.

Analiz sonucunda en düşük ve en yüksek kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarlarının sırası ile %0,16 ve %0,95, ortalamanın ise %0,61 olduğu tespit edilmiştir.



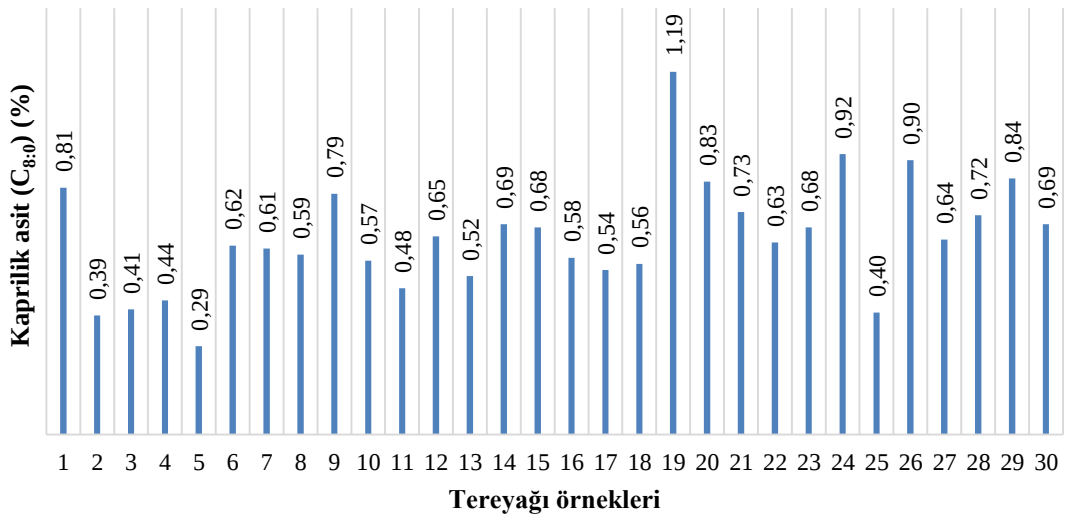
Şekil 4.14. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaproik asit ($C_{6:0}$) oranları (%)

Şengül vd (2003), Trabzon tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun araştırıldığı çalışmada örneklerin en düşük ve en yüksek kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarını %2,21 ve %3,37 olarak, ortalamayı ise %2,72 olarak tespit etmişlerdir. Ergin (1976), Erzurum ve Kars yöresinde üretilen tereyağları üzerinde yaptığı çalışmada kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarını %1,73 olarak bulmuştur. Özkanlı ve Kaya (2007) koyun sütünden üretilen tereyağları üzerinde yaptıkları çalışmada kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarını pastörize edilmemiş tereyağında %0,78 ve pastörize edilmiş tereyağında %0,56 olarak bulmuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009) geleneksel Tunus tereyağında kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarının ortalama %1,21 olduğunu belirtmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005) Fransız tereyağında kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarının mevsimlere bağlı olarak %2,16 ile %2,35 arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Kesler (2008) çalışmasında tereyağı örneklerinin kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarını %2,02 ile %2,18 değerleri arasında bulmuştur.

Bu çalışmada elde edilen kaproik asit oranları diğer araştırmacılar tarafından tereyağı üzerine yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında kaproik asit ($C_{6:0}$) miktarlarının oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4.2.1.c. Kaprilik asit ($C_{8:0}$)

Yapılan analizler sonucunda 30 adet Trabzon tereyağı örneğinde kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarı en düşük 5 numaralı örnekte %0,29 en yüksek ise 19 numaralı örnekte %1,19 olduğu tespit edilmiş, ortalama kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarının ise %0,65 olduğu belirlenmiştir. Örneklerin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarları Şekil 4.15'te verilmiştir.



Şekil 4.15. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaprilik asit ($C_{8:0}$) oranları (%)

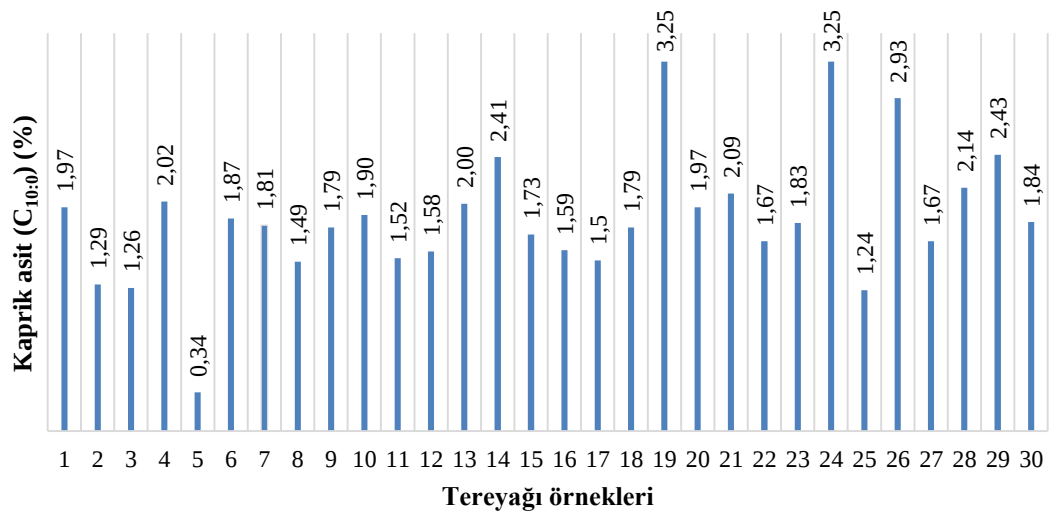
Şengül vd (2003) Trabzon tereyağı örneklerinin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarlarını en düşük %5,70, en yüksek %8,81 ve ortalama %6,84 olarak bulmuşlardır. Ergin (1978) Erzurum ve Kars yöresinde üretilen tereyağlarının kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarının ortalama %1,51 olduğunu tespit etmiştir. Samet-Bali *et al.* (2009) geleneksel Tunus tereyağında kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarının %2,80 olduğunu ortaya koymuşlardır. Ledoux *et al.* (2005) Fransız tereyağında kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarının mevsimlere bağlı olarak %1,32 ile %1,45 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Jones *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada

kontrol tereyağının ve diyet kontrolü sonucu elde ettikleri süttten üretilen tereyağının kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarlarını sırasıyla %1,42 ve %1,35 olarak bulmuşlardır. Wolff *et al.* (1995) yılın farklı dönemlerinde topladıkları Fransız tereyağı örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarlarının %1,42 ile %1,56 arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kesler (2008), yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarlarını %1,25 ile %1,35 değerleri arasında bulmuştur.

Bu çalışma sonucunda elde edilen kaprilik asit ($C_{8:0}$) miktarları farklı araştırmacılar tarafından daha önce yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında daha düşük değerlere sahip olduğu görülmektedir.

4.2.1.d. Kaprik asit ($C_{10:0}$)

Trabzon tereyağı örneklerine ait kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarları Şekil 4.16’da verilmiştir. Buna göre en düşük kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarı 5 numaralı örnekte (%0,34) belirlenirken, en yüksek kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarı ise %3,25 ile 24 numaralı örnekte belirlenmiştir. Örneklerin ortalama kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarı ise %1,87 olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.16. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen kaprik asit ($C_{10:0}$) oranları (%)

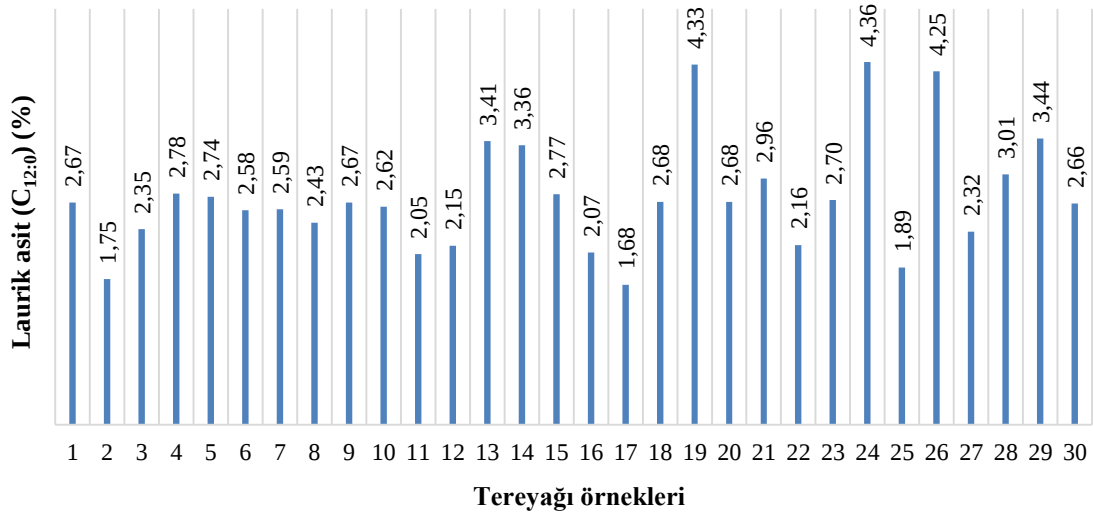
Şengül vd (2003), Trabzon tereyağlarının kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını en düşük %12,45, en yüksek %17,62 ve ortalamayı da %14,82 olarak bulmuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını ortalama %0,31 olarak tayin etmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005) Fransız tereyağında kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını %2,90 ile %3,25 değerleri arasında bulmuşlardır. Jones *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını kontrol örneğinde %2,85 olarak bulmuşlardır. Wolff *et al.* (1995) yapmış olduğu araştırmada tereyağının yılın farklı dönemlerindeki yağ asidi kompozisyonunu incelemişler ve kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarının %3,13 ile %3,45 değerleri arasında değiştiğini ortaya koymuşlardır. Özkanlı ve Kaya (2007), koyun sütünden imal edilen tereyağı örneklerinde yaptıkları çalışmada kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını pastörize edilmemiş örnekte %1,81, pastörize edilmiş örnekte ise %1,51 olarak bulmuşlardır. Hurtaud *et al.* (2010), hayvan diyetinin tereyağının yağ asidi kompozisyonuna ve bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol tereyağı örneğinde kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını %4,33, keten tohumu ilave edilmiş iki farklı örnekte ise %3,71 ve %3,32 olarak tespit etmişlerdir. Kesler (2008) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarını %2,78 ile %3,05 değerleri arasında bulmuştur.

Yapılan analiz sonucunda sadece 5 numaralı örneğin %1,00'in altında kaprik asit ($C_{10:0}$) miktarına sahip olduğu, diğer örneklerin ise kaprik asit miktarlarının genel itibari ile %1,5-%2,5 değerleri arasında olduğu görülmektedir. Bu yönüyle, elde edilen sonuçların daha önce tereyağı üzerine yapılmış benzer çalışmalardan elde edilen sonuçlar ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Ancak, Şengül vd (2003)'ün Trabzon tereyağı üzerine yapmış olduğu çalışmada elde etmiş olduğu sonuçlardan oldukça düşük olduğu görülmektedir.

4.2.1.e. Laurik asit ($C_{12:0}$)

Yapılan analiz sonucunda 30 adet Trabzon tereyağı örneğinin sahip olduğu laurik asit ($C_{12:0}$) miktarı Şekil 4.17'de verilmiştir. Buna göre en düşük laurik asit ($C_{12:0}$)

miktarının %1,68, en yüksek %4,36 oranında olduğu belirlenmiş, ortalamanın %2,74 olduğu tespit edilmiştir.



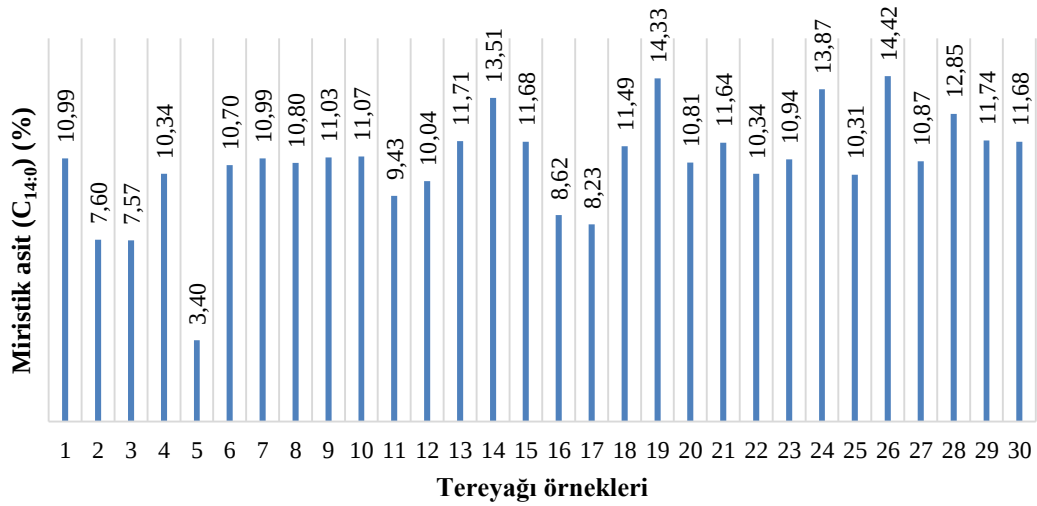
Şekil 4.17. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen laurik asit (C_{12:0}) oranları (%)

Şengül vd (2003), Trabzon tereyağı örneklerinin laurik asit (C_{12:0}) miktarlarını en düşük %2,81, en yüksek %8,87 ve ortalama değeri de %4,78 olarak tespit etmişlerdir. Ergin (1978), yapmış olduğu çalışmada laurik asit (C_{12:0}) miktarını ortalama %2,80 olarak belirlemiştir. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında laurik asit (C_{12:0}) miktarını %3,30 olduğunu ortaya koymuşlardır. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında laurik asit (C_{12:0}) miktarını %3,20 ile %3,62 değerleri arasında bulmuşlardır. Jones *et al.* (2005), yapmış oldukları çalışmada kontrol örneğinde laurik asit (C_{12:0}) miktarını %3,19, balıkyağı ve ayçiçekyağı ile destekledikleri diyet ile besledikleri hayvanların sütlerinden imal edilen tereyağı örneğinde ise %2,92 olarak tespit etmişlerdir. Wolff *et al.* (1995) Fransız tereyağları üzerine yapmış oldukları çalışmada laurik asit (C_{12:0}) miktarını %3,50-%3,99 değerleri arasında bulmuşlardır. Kesler (2008) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinde laurik asit (C_{12:0}) miktarının %3,23 ile %3,57 değerleri arasında olduğunu bildirmiştir.

Bu çalışmada elde edilen verilerin Ergin (1978)'in elde ettiği veriler ile paralel olduğu, diğer çalışmalardan ise düşük olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.f. Miristik asit ($C_{14:0}$)

Şekil 4.18'de Trabzon tereyağlarının sahip oldukları miristik asit ($C_{14:0}$) miktarları verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.8'de yer almaktadır. Örneklerin en düşük ve en yüksek miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının sırası ile %3,40 ve %14,42 olduğu, ortalama değerin ise %10,77 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.18. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen miristik asit ($C_{14:0}$) oranları (%)

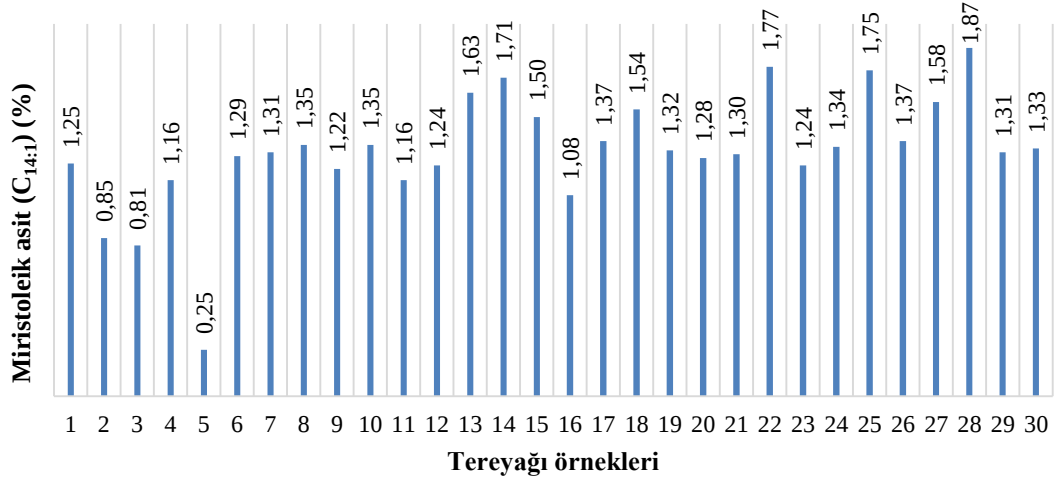
Şengül vd (2003) yapmış olduğu çalışmada Trabzon tereyağı örneklerinin miristik asit ($C_{14:0}$) miktarını en düşük %9,26, en yüksek %14,55 ve ortalama değerin ise %11,80 olduğunu tespit etmişlerdir. Ergin (1978) Erzurum ve Kars yöresi tereyağlarında miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının ortalama %7,63 olduğunu beyan etmiştir. Samet-Bali *et al.* (2009) geleneksel Tunus tereyağında miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının %11,38 olduğunu belirtmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında miristik asit ($C_{14:0}$) miktarını %9,63-%10,44 değerleri arasında bulmuşlardır. Jones *et al.* (2005), kontrol tereyağı örneğinde miristik asit ($C_{14:0}$) miktarını %10,91 olarak tespit etmişlerdir. Ortiz-Gonzalez *et al.* (2007) modifiye ettikleri süt örneklerinden ürettikleri tereyağları üzerine

yaptıkları çalışmada miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının kontrol tereyağında %10,34 olduğunu belirlemişlerdir. Wolff *et al.* (1995) yılın farklı dönemlerinde topladıkları Fransız tereyağı örnekleri üzerinde yaptıkları çalışmada miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının %11,03 ile %12,08 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Kesler (2008), tereyağı örnekleri üzerinde yaptığı araştırmada miristik asit ($C_{14:0}$) miktarının en düşük %11,29, en yüksek %12,69 olduğunu bildirmiştir.

Yapılan çalışmadan elde edilen sonuçlara bakıldığı zaman, 5 numaralı örneğin diğer örneklerden oldukça düşük miristik asit ($C_{14:0}$) miktarına sahip olduğu (%3,40), diğer 29 örneğin ise %7,57-%14,42 değerleri arasında miristik asit ($C_{14:0}$) miktarına sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla 5 numaralı örneğin ortalama değeri de düşürdüğü rahatlıkla söylenebilir. Bu açıdan bakıldığında, genel itibari ile bu çalışmada elde edilen sonuçların tereyağı üzerine yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlar ile uyumluluk gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte, Ergin (1978)'in bulmuş olduğu değerden yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.1.g. Miristoleik asit ($C_{14:1}$)

Trabzon tereyağı örneklerinin miristoleik asit ($C_{14:1}$) miktarları Şekil 4.19'da verilmiş olup bu değerlere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.8'de yer almaktadır. Buna göre en düşük miristoleik asit ($C_{14:1}$) miktarının %0,25 iken en yüksek %1,87 olduğu, ortalama değer ise %1,32 olduğu belirlenmiştir.



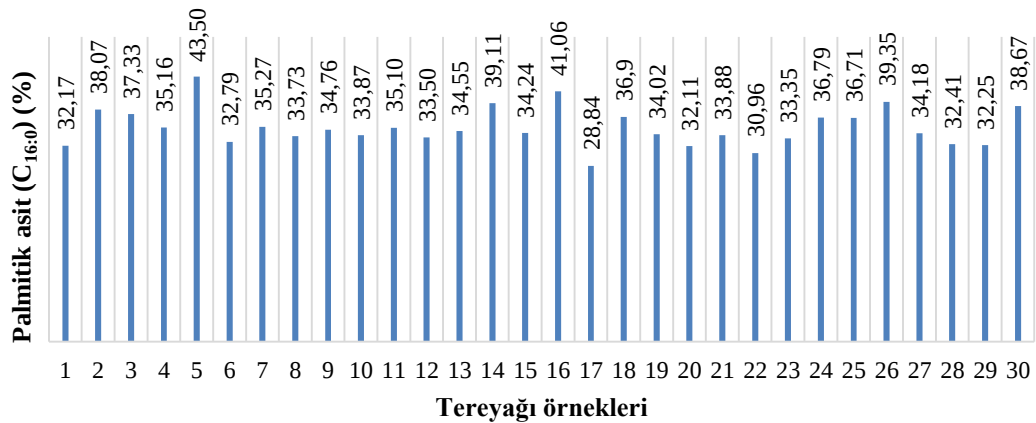
Şekil 4.19. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen miristoleik asit (C_{14:1}) oranları (%)

Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında miristoleik asit (C_{14:1}) miktarını %1,14 olarak tespit etmişlerdir. Ortiz-Gonzalez *et al.* (2007), modifiye ettikleri süt örneklerinden ürettikleri tereyağları üzerine yaptıkları çalışmada miristoleik asit (C_{14:1}) miktarının kontrol tereyağında %1,31 olduğunu belirlemişlerdir. Wolff *et al.* (1995), Fransız tereyağında miristoleik asit (C_{14:1}) miktarının mevsimlere bağlı olarak %0,88 ile %1,12 arasında değiştiğini gözlemlemişlerdir. Hurtaud *et al.* (2010), hayvan diyetinin tereyağının yağ asidi kompozisyonuna ve bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol tereyağının miristoleik asit (C_{14:1}) miktarının %1,21 olduğunu ortaya koymuşlardır. Oeffner *et al.* (2013), yapmış olduğu çalışmada kontrol örneğinde miristoleik asit (C_{14:1}) miktarının %1,12 olduğunu tespit etmişlerdir. Kesler (2008), tereyağı örneklerinin miristoleik asit (C_{14:1}) miktarını %1,06-%1,11 değerleri arasında bulmuştur.

Bu çalışmadan elde edilen veriler tereyağı üzerine yapılmış diğer çalışmalar ile karşılaştırıldığında miristoleik asit oranının daha yüksek olduğu görülmüştür.

4.2.1.h. Palmitik asit ($C_{16:0}$)

Şekil 4.20’de 30 adet tereyağı örneğine ait palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarı verilmiştir. Buna göre en düşük palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarı %28,84, en yüksek %43,50, ortalama palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarı ise %35,15 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.20. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen palmitik asit ($C_{16:0}$) oranları (%)

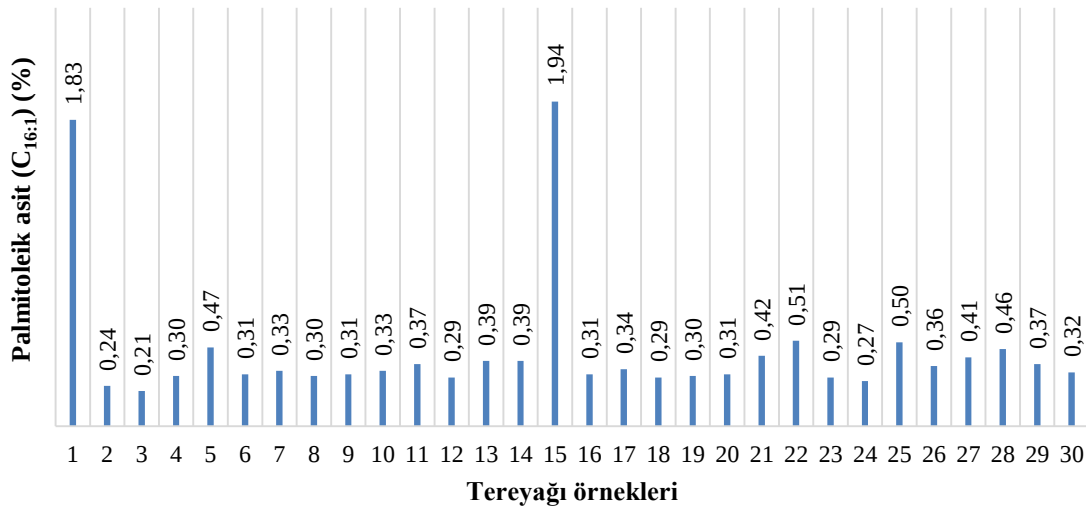
Şengül vd (2003), Trabzon tereyağlarında palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarını en düşük %19,74, en yüksek %32,98 ve ortalamayı ise %26,50 olarak bulmuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının ortalama %32,04 olduğunu beyan etmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarını %26,24 olarak bildirmişlerdir. Jones *et al.* (2005), yapmış olduğu çalışmada kontrol tereyağı örneğinin ortalama palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarını %30,50 olarak bulmuşlardır. Ortiz-Gonzalez *et al.* (2007) modifiye ettikleri süt örneklerinden ürettikleri tereyağları üzerine yaptıkları çalışmada palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının %31,68 olduğunu bildirmişlerdir. Wolff *et al.* (1995), Fransız tereyağında palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının %27,05-%33,34 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Hurtaud *et al.* (2010) hayvan diyetinin tereyağının yağ asidi kompozisyonuna ve bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol tereyağının palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının %32,70 olduğunu tespit etmişlerdir. Bobe *et al.* (2003) yağ asidi kompozisyonunun tereyağı tekstürü üzerine etkisini inceledikleri çalışmada tereyağı örneklerinin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarını %25,32-%30,83 değerleri arasında

bulmuşlardır. Kesler (2008) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarının en düşük %31,22, en yüksek ise %33,89 olduğunu ortaya koymuştur.

Palmitik asit ($C_{16:0}$), tereyağının bünyesinde yer alan ana yağ asitlerinden biridir. Genel itibari ile süt yağındaki oranının %13,00 ile %52,00 değerleri arasında değiştiği bilinmektedir. Bu açıdan değerlendirildiğinde tüm örneklerin palmitik asit ($C_{16:0}$) miktarlarının uygun değerler arasında olduğu söylenebilir. Diğer taraftan bu çalışmada elde edilen sonuçların tereyağı üzerine yapılmış yukarıda bahsi geçen çalışmalar ile uyumluluk gösterdiği görülmektedir. Dikkat çekici durum ise bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik, miristik ve miristoleik asit miktarları bakımından bu çalışmada elde edilen en düşük değerlere sahip olan 5 numaralı örneğin palmitik asit bakımından ise en yüksek değere sahip olmasıdır.

4.2.1.i. Palmitoleik asit ($C_{16:1}$)

Şekil 4.21’de Trabzon tereyağlarının sahip oldukları palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarları verilmiştir. Örneklerin palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarı en düşük %0,21, en yüksek %1,94, ortalama ise %0,45 olarak belirlenmiştir.



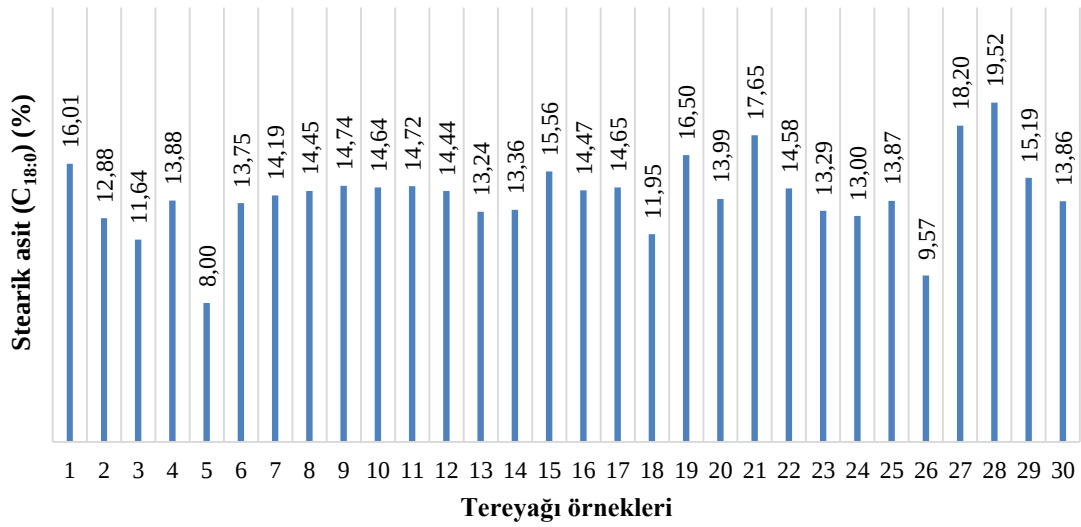
Şekil 4.21. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen palmitoleik asit ($C_{16:1}$) oranları (%)

Şengül vd (2003), Trabzon tereyağlarının en düşük ve en yüksek palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının sırası ile %0,86 ve %7,42, ortalamanın ise %2,22 olduğunu bildirmişlerdir. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının %1,92 olduğunu tespit etmişlerdir. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarını %1,11-%1,20 değerleri arasında bulmuşlardır. Jones *et al.* (2005), yapmış oldukları çalışmada kontrol tereyağı örneğinin palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarını %2,13 olarak tespit etmişlerdir. Ortiz-Gonzalez *et al.* (2007), modifiye ettikleri süt örneklerinden ürettikleri tereyağları üzerine yaptıkları çalışmada palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının %1,49 olduğunu ortaya koymuşlardır. Wolff *et al.* (1995), Fransız tereyağlarının palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarını mevsimlere bağlı olarak %0,20 ile %0,37 değerleri arasında bulmuşlardır. Hurtaud *et al.* (2010), hayvan diyetinin tereyağının yağ asidi kompozisyonuna ve bazı özelliklerine etkisini inceledikleri çalışmalarında kontrol tereyağının palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının %1,65 olduğunu bildirmişlerdir. Bobe *et al.* (2003), yağ asidi kompozisyonunun tereyağı tekstürü üzerine etkisini inceledikleri çalışmada tereyağı örneklerinin palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının %0,76 ile %1,34 değerleri arasında değiştiğini tespit etmişlerdir. Kesler (2008), yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin palmitoleik asit ($C_{16:1}$) miktarının %1,29-%1,64 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuştur.

Bu çalışmadan elde edilen sonuçların tereyağı üzerine yapılmış çalışmaların sonuçlarından daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak Wolff *et al.* (1995)'in elde etmiş olduğu sonuçlardan daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

4.2.1.j. Stearik asit ($C_{18:0}$)

Trabzon tereyağı örneklerinin sahip oldukları stearik asit ($C_{18:0}$) miktarları Şekil 4.22'de verilmiş olup, buna göre en düşük ve en yüksek değerlerin sırası ile %8,00 ve %19,52, ortalamanın ise %14,19 olduğu tespit edilmiştir.



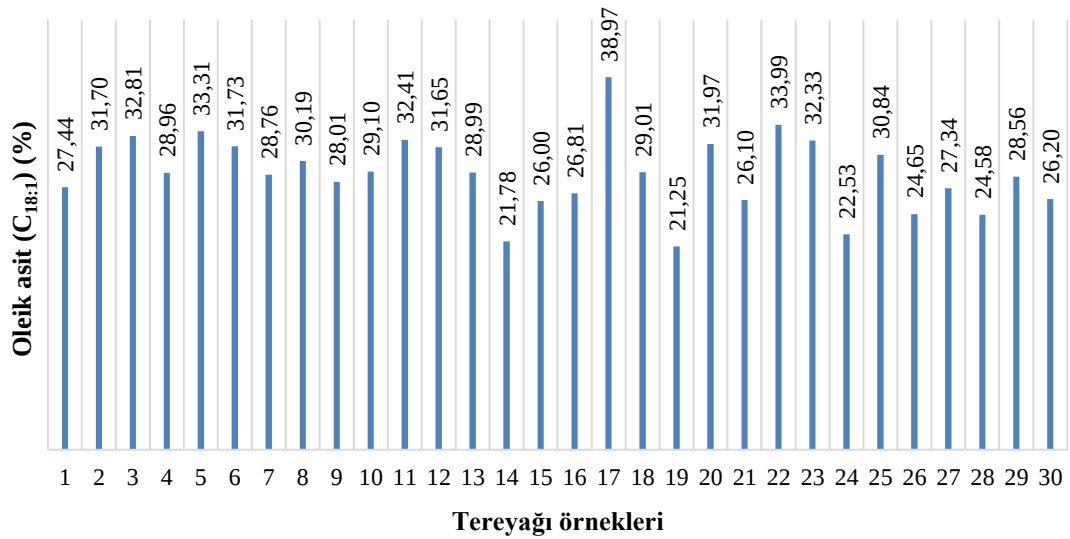
Şekil 4.22. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen stearik asit (C_{18:0}) oranları (%)

Şengül vd (2003), Trabzon tereyağı örneklerinin stearik asit (C_{18:0}) miktarlarını en düşük %2,68, en yüksek %12,16 ve ortalamayı %8,90 olarak belirlemişlerdir. Ergin (1978), yapmış olduğu çalışmada stearik asit (C_{18:0}) miktarını %8,41 olarak tayin etmiştir. Jones *et al.* (2005), yapmış oldukları çalışmada kontrol tereyağının stearik asit (C_{18:0}) miktarını %8,95 olarak belirlemişlerdir. Ortiz-Gonzalez *et al.* (2007) yaptıkları çalışmada tereyağı örneğinin stearik asit (C_{18:0}) miktarının %9,44 olduğunu bildirmişlerdir. Wolff *et al.* (1995), Fransız tereyağlarının stearik asit (C_{18:0}) miktarını mevsime bağlı olarak %8,95-%10,96 değerleri arasında bulmuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009), geleneksel Tunus tereyağında stearik asit (C_{18:0}) miktarını ortalama %18,80 olarak tespit etmişlerdir. Hurtaud *et al.* (2010), yapmış oldukları çalışmada kontrol tereyağının stearik asit (C_{18:0}) miktarının %7,80 olduğunu ortaya koymuşlardır. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında stearik asit (C_{18:0}) miktarının %6,41 ile %7,48 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Bobe *et al.* (2003), yağ asidi kompozisyonunun tereyağı tekstürü üzerine etkisini inceledikleri çalışmada tereyağı örneklerinin stearik asit (C_{18:0}) miktarının %12,94 ve %15,08 olduğunu belirlemişlerdir. Kesler (2008) ise yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin stearik asit (C_{18:0}) miktarının %11,30-%13,42 değerleri arasında olduğunu tespit etmiştir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların Samet-Bali *et al.* (2009)'un bulmuş olduğu sonuçtan düşük, diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlardan ise yüksek olduğu görülmektedir.

4.2.1.k. Oleik asit ($C_{18:1}$)

Şekil 4.23'te 30 adet Trabzon tereyağı örneğine ait oleik asit ($C_{18:1}$) miktarları verilmiştir. Buna göre en düşük oleik asit ($C_{18:1}$) miktarı %21,25 iken en yüksek değer %38,97 olarak tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama oleik asit ($C_{18:1}$) miktarı ise %28,93 olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.23. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen oleik asit ($C_{18:1}$) oranları (%)

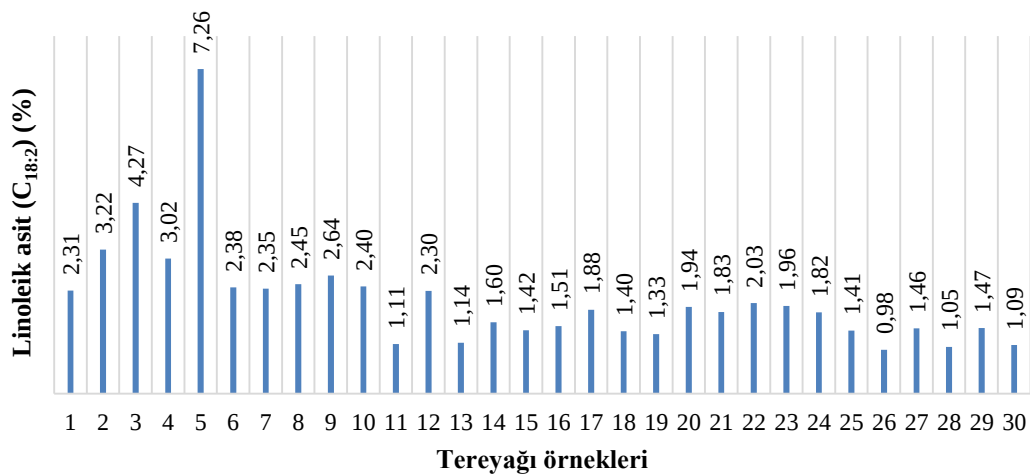
Şengül vd (2003), Trabzon tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını %3,42 ile %15,85 değerleri arasında bulmuş, ortalamayı ise %10,24 olarak tespit etmişlerdir. Ergin (1978) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını ortalama %30,18 olarak belirlemiştir. Samet-Bali *et al.* (2009) geleneksel Tunus tereyağında oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını %21,62 olarak beyan etmişlerdir. Wolff *et al.* (1995), Fransız tereyağlarının oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını mevsime bağlı olarak %19,16-%19,67 değerleri arasında bulmuşlardır. Jones *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada

kontrol tereyağının oleik asit ($C_{18:1}$) miktarının %23,09 olduğunu ortaya koymuşlardır. Bobe *et al.* (2003) yağ asidi kompozisyonunun tereyağı tekstürü üzerine etkisini inceledikleri çalışmalarında tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını %31,05 ve %21,53 olarak belirlemişlerdir. Ledoux *et al.* (2005), Fransız tereyağında oleik asit ($C_{18:1}$) miktarının %12,01 ile %13,75 değerleri arasında değiştiğini bildirmişlerdir. Kesler (2008) ise yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarını %22,04 ve %24,50 değerleri arasında bulmuştur.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların Ergin (1978)'in ve Jones *et al.* (2005)'in bulmuş olduğu değerlerden düşük, diğer çalışmalardan elde edilen değerlerden ise yüksek olduğu tespit edilmiştir.

4.2.1.1. Linoleik asit ($C_{18:2}$)

Trabzon tereyağı örneklerinin sahip oldukları linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarları Şekil 4.24'te verilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda en düşük linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının %0,98, en yüksek linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının ise %7,26 olduğu tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarı ise %2,10 olarak belirlenmiştir.



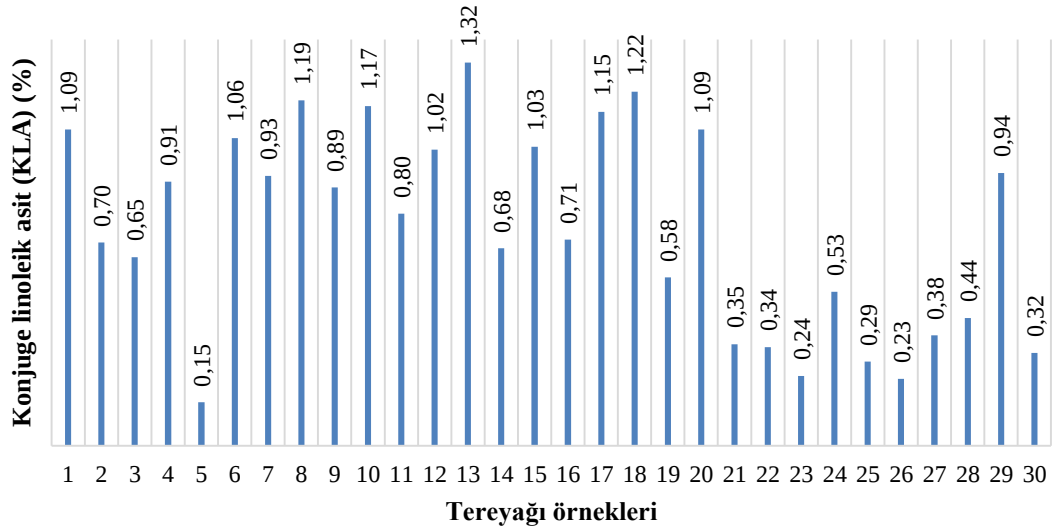
Şekil 4.24. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen linoleik asit ($C_{18:2}$) oranları (%)

Şengül vd (2003), Trabzon tereyağı örneklerinin iz miktarda linoleik asit ($C_{18:2}$) içerdiğini belirlemişlerdir. Ergin (1978), yapmış olduğu çalışmada linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarını %3,83 olarak bulmuştur. Kesler (2008) yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının %1,49-%2,40 değerleri arasında değiştiğini belirlemiştir. Wolff *et al.* (1995) Fransız tereyağlarının linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının %1,74-%2,10 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuşlardır. Samet-Bali *et al.* (2009) geleneksel Tunus tereyağında linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının %2,41 olduğunu belirtmişlerdir. Jones *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada kontrol tereyağının linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarının %2,11 olduğunu tespit etmişlerdir. Bobe *et al.* (2003) yağ asidi kompozisyonunun tereyağı tekstürü üzerine etkisini inceledikleri çalışmada tereyağı örneklerinin linoleik asit ($C_{18:2}$) miktarını %3,61 ve %3,47 olarak belirlemişlerdir.

Bu çalışmada elde edilen sonuçların Şengül vd (2003)'ün elde etmiş olduğu sonuçlardan yüksek, Ergin (1978) ve Bobe *et al.* (2003)'ün elde ettiği sonuçlardan düşük, diğer çalışmalar ile de benzer olduğu görülmektedir. Bununla birlikte 5 numaralı örneğin çok yüksek oranda linoleik asit içermesi dikkat çekicidir.

4.2.1.m. Konjuge linoleik asit (KLA)

Şekil 4.25'de Trabzon tereyağı örneklerinin ortalama KLA miktarları verilmiştir. Buna göre en düşük KLA miktarı %0,15 ile 5 numaralı örnekte gözlemlenirken en yüksek KLA değerinin ise %1,32 ile 13 numaralı örnekte olduğu tespit edilmiştir. 30 adet örneğin ortalama KLA miktarının ise %0,75 olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.25. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen konjuge linoleik asit (KLA) oranları (%)

Dıraman (2004), İzmir ilinde tüketilen süt ürünleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin KLA miktarını %0,43 ile %0,73 değerleri arasında bulmuştur. Wolff *et al.* (1995) Fransız tereyağlarının KLA miktarını mevsimlere bağlı olarak en düşük %0,38, en yüksek ise %0,74 olarak tespit etmişlerdir. Jones *et al.* (2005) yapmış oldukları çalışmada kontrol tereyağının KLA miktarını %0,53 olarak bulmuşlardır. Ledoux *et al.* (2005) Fransız tereyağı örnekleri üzerinde yapmış oldukları çalışmada KLA miktarlarının %0,45-%0,80 değerleri arasında olduğunu ortaya koymuşlardır.

KLA, hayvanların sindirim sisteminde bulunan mikroorganizmalar tarafından çoklu doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu ile üretilen (Lin *et al.* 2005) ve insanlar ile hayvanlar için elzem olan bir yağ asididir. Linoleik asidin geometrik ve pozisyonel izomer karışımı olan KLA, antikanserojen etkisi ile birlikte damar tıkanlığını azaltma, yağsız kas dokuyu artırma gibi fonksiyonlarının belirlenmesiyle dikkatleri üzerine çekmiş ve daha sonra bunlara ek olarak vücut yağ birikimini azaltıcı, antidiyabetik etkileri, kemik mineralizasyonunu artırıcı ve immun sistemi kuvvetlendirici etkileri gibi birçok önemli etkisi de ortaya konulmuştur (Aydın, 2005; Bell and Kenelly, 2001; Khanal and Olson, 2004; Fındık 2011).

Bu çalışmadan elde edilen KLA verilerinin, tereyağı üzerine yapılmış diğer çalışmalarda elde edilen sonuçlardan daha yüksek olduğu görülmektedir.

Süt yağının yağ asidi kompozisyonu birçok faktöre bağlı olup, çok farklı konfigürasyonlar gösterebilmektedir. Yapılan birçok çalışmada yağ asidi kompozisyonunun mevsim şartlarına, hayvanın diyetine, yaşına, cinsine, tereyağı üretiminde starter kullanma durumuna ve starter kültür çeşidine, üretim parametrelerine bağlı olarak değişim gösterdiği ortaya konulmuştur. Dolayısıyla, bu kadar farklı parametrenin etkili olduğu bir durumda standart bir kompozisyonun beklenmesi olağan dışıdır. Bununla birlikte, hileli üretim olduğu takdirde kompozisyonun ciddi değişimlere uğradığı da bilinen bir gerçektir. Bu bilgiler ışığında değerlendirme yapıldığında gerek örneklerin kendi arasındaki gerekse diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlar arasındaki farklılıkların, belli oranlar arasında bir yelpaze oluşturması gayet doğaldır. Genel olarak bakıldığı zaman bu çalışmadan elde edilen yağ asidi kompozisyonunun tereyağı üzerine yapılmış birçok çalışma ile paralellik gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte hileli üretim şüphesi uyandıran örneklerin de mevcudiyeti bilinmektedir.

4.3. Mikrobiyolojik Analiz Sonuçları

Genellikle, pastörize edilmiş kremadan uygun şekilde üretilmiş, kontaminasyona maruz kalmamış ve uygun depolama sıcaklıklarında muhafaza edilmiş tereyağında mikrobiyoloji kaynaklı sorunlara pek rastlanmamaktadır (Hui 1993). Bununla birlikte, tereyağına lezzet vermesi amacıyla katılan tuzun mikrobiyolojik gelişme üzerine inhibe edici etkisinin bulunduğu bilinmektedir. Gelişimi istenmeyen ve problem oluşturan mikroorganizmaların dışında, tereyağının tat ve aromasında meydana getirdiği olumlu etkilerden dolayı belirli bazı bakteri türleri starter kültür olarak kullanılabilir.

Çizelge 4.9’da bu çalışma sonucunda elde edilen mikrobiyolojik analiz sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.9. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen mikrobiyolojik analiz sonuçları (log kob/g)

Örnek	TAMB	Koliform	LAB _{MRS}	LAB _{M17}	Maya-küf
1	6,52	2,47	6,29	6,39	5,90
2	5,63	<10	5,91	6,54	5,26
3	6,23	2,81	6,92	6,31	6,19
4	6,23	<10	6,96	6,98	6,13
5	4,67	<10	5,43	4,30	5,94
6	5,71	<10	6,36	7,10	5,64
7	7,09	4,33	7,09	7,48	5,28
8	6,20	<10	5,15	5,97	2,00
9	5,54	<10	6,45	6,33	4,85
10	5,69	<10	6,86	6,90	6,17
11	6,49	2,65	6,72	7,27	4,60
12	6,21	1,90	6,48	7,35	5,76
13	6,32	1,65	6,62	6,88	6,39
14	4,69	<10	3,78	5,20	<10
15	6,50	4,25	7,40	7,48	4,70
16	5,94	1,85	6,30	5,53	6,01
17	6,63	<10	6,55	6,75	5,30
18	6,39	2,19	5,85	6,10	4,08
19	6,50	2,47	7,20	7,21	5,92
20	6,07	<10	6,26	6,64	5,40
21	5,29	<10	5,90	5,28	4,45
22	7,19	4,33	6,83	7,02	4,78
23	6,37	<10	6,36	6,91	4,24
24	7,35	4,55	7,20	7,58	6,25
25	6,54	1,00	6,63	6,60	6,08
26	7,86	4,49	7,10	7,63	5,39
27	7,86	4,35	7,55	7,67	6,21
28	6,41	<10	6,41	6,30	5,21
29	7,06	1,77	6,84	7,10	5,59
30	6,73	2,91	6,68	6,66	6,89

TAMB: Toplam aerobik mezofil bakteri sayısı, LAB_{M17}: M17 agarda gelişen laktik asit bakterisi, LAB_{MRS}: MRS agarda gelişen laktik asit bakterisi

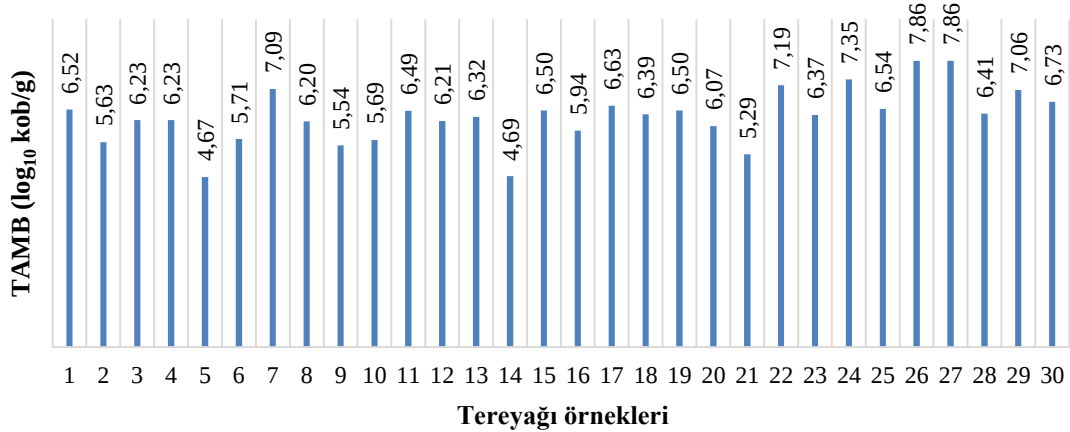
Çizelge 4.10’da ise bu sonuçlara ait tanımlayıcı istatistik analizi sonuçları yer almaktadır.

Çizelge 4.10. Örneklerin mikrobiyoloji içeriklerine ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları (log kob/g)

	n	En düşük	En yüksek	Ortalama	Standart sapma
Koliform	30	0,00	4,55	1,6661	1,72548
TAMB	30	4,67	7,86	6,3303	0,75894
LAB _{MRS}	30	3,78	7,55	6,4693	0,74550
LAB _{M17}	30	4,30	7,67	6,6487	0,79262
Maya - küf	30	0,00	6,89	5,2204	1,36239

4.3.1. Toplam aerobik mezofil bakteri (TAMB) sayısı

Şekil 4.26’da 30 adet Trabzon tereyağına ait toplam aerobik mezofil bakteri sayıları verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.10’da yer almaktadır.



Şekil 4.26. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen toplam aerobik mezofil bakteri sayıları (log kob/g)

Buna göre en düşük toplam TAMB sayısı 4,67 log kob/g ile 5 numaralı örnekte tespit edilirken en yüksek toplam TAMB sayısı 7,86 log kob/g ile 26 ve 27 numaralı

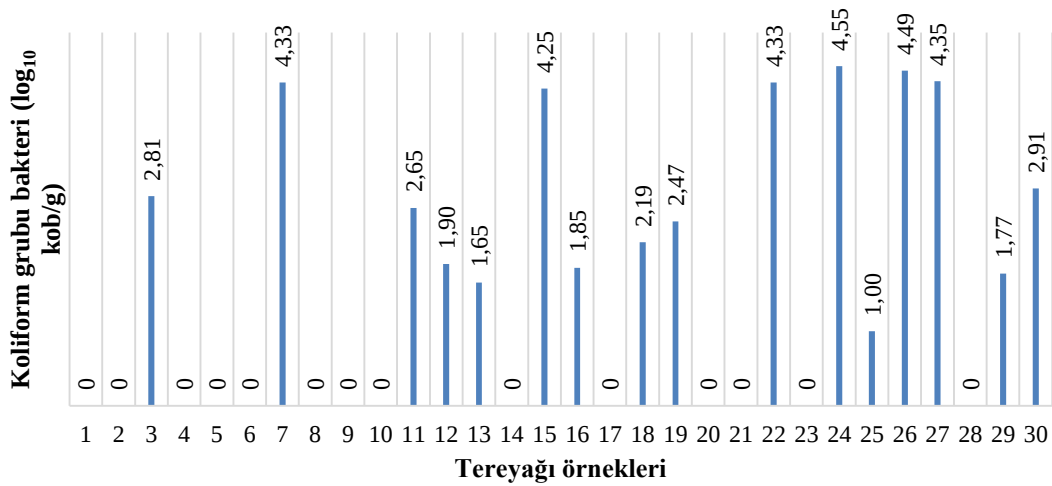
örneklerde belirlenmiştir. Örneklerin ortalama toplam TAMB sayıları ise 6,33 log kob/g olarak ortaya konulmuştur.

Hayaloğlu (2001) Malatya yöresinde piyasaya sunulan yoğurttan ve kremadan üretilmiş tereyağlarının mikrobiyolojik kaliteleri üzerine yapmış olduğu bir çalışmada 11 adet yoğurttan imal edilmiş tereyağı örneğinin TAMB sayısını $1,3 \times 10^5$ - $3,6 \times 10^6$ kob/g değerleri arasında, 14 adet kremadan imal edilmiş tereyağının ise $6,0 \times 10^4$ - $7,7 \times 10^6$ kob/g değerleri arasında tespit etmiştir. Yalçın vd (1993), Konya'da tüketime sunulan tereyağların üzerine yaptıkları araştırmada örneklerin TAMB sayısını en düşük $2,7 \times 10^5$ kob/g ve en yüksek $4,7 \times 10^7$ kob/g ve ortalama ise $8,3 \times 10^6$ olarak belirlemişlerdir. Koyuncu (2010), yapmış olduğu bir çalışmada depolama şartlarının ve süresinin tereyağının bazı kalite kriterlerine etkisini incelemiş ve 60. günün sonunda TAMB sayısının tüm depolama şartlarında ciddi derecede düştüğünü gözlemlemiş, 90. günde ise maksimum seviyeye ulaştığını tespit etmiştir. Koyuncu (2010), en düşük TAMB sayısını 4°C depolama koşullarında 60. günde 3,392 log kob/g, en yüksek ise 5,276 log kob/g ile yine 4°C depolama koşullarında 90. günde tespit etmiştir. Karatepe ve Patır (2012), yapmış oldukları bir çalışmada kontrol tereyağında 180 günlük depolama periyodu süresince 60. günde 2 farklı sıcaklıkta da (-20 ve 4°C) TAMB sayısının düştüğünü gözlemlemiş, bu düşüşten sonra ise 180. güne kadar tekrar yükseliş içinde olduğunu tespit etmişlerdir. Bu çalışmada en düşük TAMB sayısı 4°C depolama sıcaklığında 10. günde 7,87 log kob/g ve en yüksek ise -20°C depolama sıcaklığında yine 10. günde 5,80 log kob/g olarak belirlemişlerdir.

Literatür araştırıldığında tereyağında TAMB sayısının zamana bağlı olarak değiştiği; muhafaza şartlarına bağlı olmakla birlikte depolamanın ilk günlerinde yükseldiği 60. güne bir düşüşle girdiği ve sonrasında tekrar yükseldiği görülmektedir. Bununla birlikte depolama sıcaklığının da TAMB sayısına etkisi oldukça yüksektir. Dolayısıyla toplam TAMB sayısı için net bir değerlendirmenin yapılabilmesi pek de mümkün olmamaktadır. Ancak, elde edilen veriler tereyağı üzerine yapılmış çalışmalar ile karşılaştırıldığında bir paralelliğin olduğu söylenebilir.

4.3.2. Koliform sayısı

Yapılan çalışmalar sonucunda örneklerin içerdiği koliform grubu bakterilerine ait veriler Şekil 4.27’de verilmiş olup tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.10.’da yer almaktadır.



Şekil 4.27. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen koliform grubu bakteri sayıları (log kob/g)

Analizi yapılan 30 adet Trabzon tereyağı örneğinin 14 adedinde koliform gurubu bakteriye rastlanmamış diğer 16 örnekte ise koliform grubu bakteri gelişimi tespit edilmiştir. En yüksek sayı 4,55 log kob/g ile 24 numaralı örnekte belirlenirken, örneklerin ortalama koliform gurubu bakteri sayısı ise 1,67 log kob/g olarak ortaya konulmuştur.

Türk Gıda Kodeksi, Mikrobiyolojik Kriterler Tebliği’ne (Tebliğ No: 2009/6) göre; tereyağı, sürülebilir süt ürünleri ve sadeyağlarda, *E. coli* <3 kob/g olmalıdır. TS 1331 standardına göre ise tereyağlarında *E. coli* bulunmamalı, pastörize tereyağlarının 1 gramında 10’dan çok koliform bakteri bulunmamalıdır. Pastörize olmayan tereyağların 1 gramında 100’den çok koliform bakteri bulunmamalıdır.

Hayaloğlu vd (2001) Malatya yöresinde yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağları üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada 25 adet tereyağı örneğinde koliform bakteri sayılarını yoğurttan üretilen tereyağlarında $4,0 \times 10^3$ kob/g olarak belirlerken kremadan üretilen hiçbir tereyağı örneğinde koliform grubu bakteri belirleyememişlerdir. Sağun vd (2001), Van'da kahvaltılık salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin kalite özelliklerini inceledikleri çalışmalarında 10 adet tereyağı örneğinde ortalama olarak 4,18 log kob/g koliform gurubu bakteri tespit etmişlerdir. Kurdal ve Koca (1987), Erzurum'da tüketime sunulan tereyağı örnekleri üzerinde yapmış oldukları bir çalışmada koliform gurubu bakteri sayısını 0-2400 kob/g aralığında değiştiğini belirlemişlerdir. Yalçın vd (1993), Konya piyasasından temin ettikleri tereyağı örneklerinde koliform gurubu bakteri sayısının $0-7,4 \times 10^5$ kob/g değerleri arasında değiştiğini, tereyağı örneklerinin %60'ının yüksek düzeyde koliform gurubu bakteri içerdiğini ortaya koymuşlardır. Fındık (2011), Van piyasasından temin ettiği 10 adet tereyağı örneği üzerinde yapmış olduğu çalışmasında 10 örnekten sadece 1 tanesinde (2,45 log kob/g) koliform grubu bakteri gelişimine rastlamıştır. Patır vd (1995), Elazığ ilinde piyasaya sunulan kahvaltılık tereyağlarının kalitelerini belirlemek amacıyla 35 tereyağı örneği üzerinde yaptıkları bir çalışmada örneklerin koliform grubu bakteri sayılarını ortalama $4,1 \times 10^4$ kob/g olarak tespit etmişlerdir.

Elde edilen veriler ışığında 14 adet Trabzon tereyağı örneğinin pastörize edilmiş tereyağı standardına uyduğu, bunlardan hariç 4 örneğin ise pastörize edilmemiş tereyağı standardına uyduğu görülmektedir. 12 örnekte ise yüksek seviyede koliform gurubu bakteri varlığı tespit edilmiştir. Literatür ile karşılaştırıldığında bulunan değerlerin piyasa araştırması yapılan diğer araştırmalar ile paralellik gösterdiği söylenebilir. Yalnız Fındık (2001)'in yapmış olduğu çalışmada bulmuş olduğu değerlerin bu çalışmaya kıyasla düşük olduğu görülmektedir.

Koliform gurubu bakteriler bağırsak kökenli olup varlığı gıda hijyeni açısından önemli sorun teşkil etmektedir. Örneklerdeki koliform gurubu bakteri varlığının nedenleri, pastörizasyonun yapılmamış veya yetersiz yapılmış olması, üretim aşamalarında hijyen

kurallarına riayet edilmemesi, örneklerin kontaminasyona maruz kalması ve olumsuz muhafaza koşulları gibi durumlar sayılabilir.

4.3.3. MRS agarda gelişen LAB sayısı

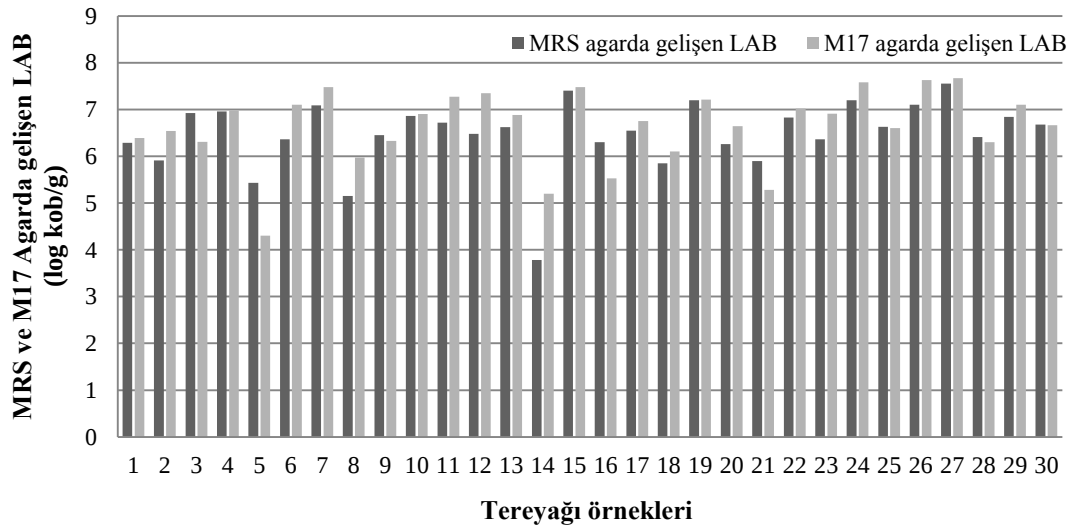
MRS agarda daha çok basil türü laktik asit bakterilerinin geliştiği bilinmektedir. MRS agarda gelişen ekim sonucunda elde edilen laktik asit bakteri sayıları Çizelge 4.9’da verilmiştir. Örneklerin tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.10’da verilmiştir. Buna göre en düşük sayı 14 numaralı örnekte 3,78 log kob/g, en yüksek ise 27 numaralı örnekte 7,55 log kob/g olarak belirlenmiştir. Örneklerin ortalama değeri ise 6,47 log kob/g olarak tespit edilmiştir.

Fındık (2011), Van piyasasında satışa sunulan 10 adet tereyağı örneğinde MRS agarda gelişen LAB sayısını en düşük 4,00 log kob/g ve en yüksek 6,99 log kob/g olarak belirlemiştir. Koyuncu (2010), yapmış olduğu çalışmada tereyağı örneklerinin depolama süresince MRS agarda gelişen LAB sayısını en düşük 2,870 log kob/g, en yüksek ise 4,761 log kob/g olarak tespit etmiş ve LAB sayısının depolama sürecinin 30. gününe kadar arttığını, sonrasında ise giderek azaldığını ortaya koymuştur. Karatepe ve Patır (2012) yapmış olduğu bir çalışmada 180 gün süreyle farklı iki sıcaklıkta (-20°C ve 4°C) depolamış olduğu kontrol tereyağı örneklerinde MRS agarda gelişen LAB sayısını 4°C ‘de muhafaza edilende en düşük 5,88 log kob/g ile 180. günde, en yüksek ise 6,66 log kob/g ile 10. günde belirlemişlerdir. -20°C’de muhafaza edilen örnekte ise en düşük 4,82 log kob/g ile 10. günde, en yüksek ise 5,21 log kob/g ile 30. günde tespit etmişlerdir.

Araştırma sonucunda elde edilen bulgular literatür ile karşılaştırıldığında genel itibari ile bir paralelliğin olduğu söylenebilir. 30 adet Trabzon tereyağı örneğinin MRS agarda gelişen LAB sayısının normal değerler arasında olduğu görülmektedir. Örnekler arasındaki farklılıklar, depolama sıcaklıkları farklılıklarından, muhafaza şartlarının farklılığından veya inokülasyon miktarı farklılıklarından kaynaklanmış olabilir.

4.3.4. M17 agarda gelişen LAB sayısı

M17 agarda daha çok kok türü laktik asit bakterilerinin geliştiği bilinmektedir. Yapılan analizler sonucunda 30 adet Trabzon tereyağı örneğe ait sonuçlar Şekil 4.28’de ve bu verilere ait tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları ise Çizelge 4.10’da yer almaktadır. Buna göre en düşük sayı 5 numaralı örnekte 4,30 log kob/g ile belirlenirken en yüksek sayı 27 numaralı örnekte 7,67 log kob/g ile tespit edilmiştir. Örneklerin ortalama M17 agarda gelişen LAB sayısı 6,45 log kob/g olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4.28. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen MRS ve M17 agarda gelişen LAB sayıları (log kob/g)

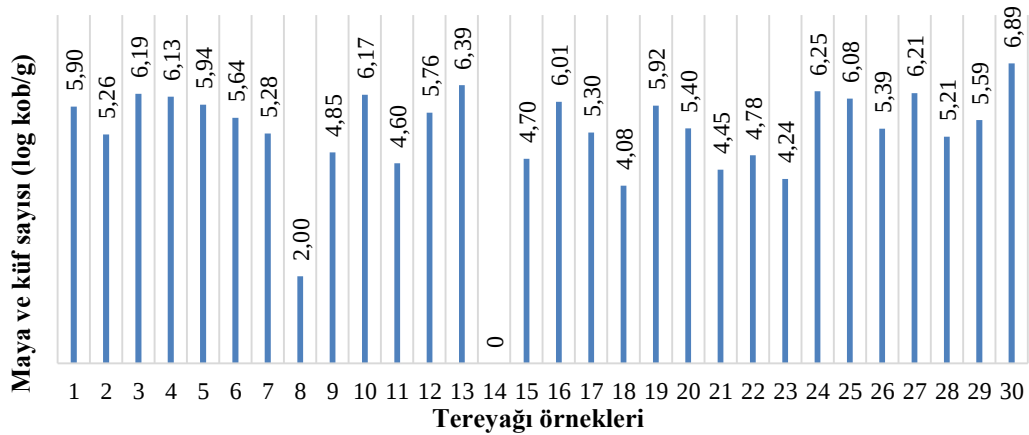
Koyuncu (2010) yapmış olduğu çalışmada depolama süresince farklı muhafaza şartlarında M17 agarda gelişen LAB sayısının tüm faktörlerde (sıcaklık, ambalaj ve ışıklandırma) 30. günde yükseldiğini, 60. günde azaldığını ve 90. günde tekrar yükseldiğini ve depolama süresince M17 agarda gelişen LAB sayısının en düşük 4,203 log kob/g, en yüksek ise 6,244 log kob/g olduğunu tespit etmiştir. Fındık (2011), 10 adet tereyağı örneğinin M17 agarda gelişen LAB sayısını en düşük 5,58 log kob/g, en yüksek ise 7,01 log kob/g olarak belirlemiştir. Karatepe ve Patır (2012) yapmış olduğu bir çalışmada 180 gün süreyle farklı iki sıcaklıkta (-20°C ve 4°C) depolamış olduğu

kontrol tereyağı örneklerinde M17 agarda gelişen LAB sayısını 4°C’de muhafaza edilende en düşük 5,88 log kob/g ile 180. günde, en yüksek ise 7,87 log kob/g ile 10. ve 30. günde tespit etmişlerdir.

Analiz sonucunda elde edilen verilerin literatür ile bir paralellik gösterdiği söylenebilir. Bununla birlikte örnekler değerlendirildiğinde 5 ve 14 numaralı örneklerin gerek MRS agarda gelişen gerekse M17 agarda gelişen LAB sayıları Şekil 4.28’de görüldüğü üzere diğer 28 örnekten oldukça düşüktür. Ayrıca her örnekte MRS ve M17 agarda gelişen LAB sayısı birbirine yakındır. Bununla birlikte, 5 ve 14 numaralı örneklerin MRS ve M17 agarda gelişen LAB sayıları arasındaki farklılık göze çarpmaktadır. Bununla birlikte, 14 numaralı örneğin bu çalışmadan elde edilen en yüksek % asitlik (laktik asit cinsinden) miktarına (%3,372) sahip olması dikkat çekicidir.

4.3.5. Maya ve küf sayısı

Şekil 4.29.’da Trabzon tereyağı örneklerinde bulunan maya-küf sayıları verilmiş olup yapılan tanımlayıcı istatistik analiz sonuçları Çizelge 4.10’da yer almaktadır. Örneklerin maya-küf sayıları <10 ile 6,89 log kob/g değerleri arasında ve ortalama maya-küf sayısı ise 5,22 log kob/g olarak belirlenmiştir.



Şekil 4.29. Trabzon tereyağı örneklerinde belirlenen maya ve küf sayıları (log kob/g)

Özalp (1971), Ankara piyasasından temin ettiği pastörize tereyağı örnekleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada maya-küf sayısını $2,0$ ile $3,5 \times 10^5$ kob/g olarak tespit etmiştir. Fındık (2011), Van piyasasından temin ettiği 10 adet tereyağı örneğinde maya-küf sayısını $2,79$ log kob/g ile $7,40$ log kob/g değerleri arasında belirlemiştir. Yalçın vd (1993), Konya’da tüketime sunulan tereyağlarının maya-küf sayılarını <10 ile $2,3 \times 10^5$ değerleri arasında, ortalamayı ise $7,1 \times 10^4$ olarak tespit etmişlerdir. Patır vd (1995), Elazığ’da tüketime sunulan 35 adet kahvaltılık tereyağı örneğinin maya-küf sayısını ortalama $9,0 \times 10^6$ kob/g olarak ortaya koymuşlardır. Kurdal ve Koca (1987), yapmış oldukları çalışmada Erzurum piyasasından temin ettikleri tereyağı örneklerinde maya-küf sayısını $0-112 \times 10^4$ kob/g aralığında belirlenmiş ve örneklerin %22,5’inde maya ve küf gelişiminin olmadığını tespit etmişlerdir. Esis (1997), Ağrı piyasasından temin ettiği 20 adet tereyağı örneğinin maya-küf sayısını $1,7-2,11 \times 10^4$ kob/g değerleri arasında belirlemiştir. Hayaloğlu ve Konar (2001), Malatya’da yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağları üzerinde yaptıkları bir çalışmada yoğurttan üretilen tereyağı örneklerinin maya-küf sayısını $0-5,0 \times 10^6$ kob/g değerleri arasında, kremadan üretilen tereyağlarının ise $1,0 \times 10^3-7,3 \times 10^6$ kob/g değerleri arasında olduğunu tespit etmişlerdir. Karatepe ve Patır (2012), yapmış oldukları bir çalışmada kontrol tereyağlarının küf sayısını $2,13$ log kob/g, maya sayısını ise $2,44$ log kob/g olarak belirlemiştir. 180 günlük depolama sonucunda 4°C ’de depolanmış örneğin küf sayısının $2,65$ log kob/g, maya sayısının $4,74$ log kob/g, -20°C ’de depolanan örneğin ise küf sayısının $1,49$ log kob/g, maya sayısının ise <1 log kob/g olarak değiştiğini ortaya koymuşlardır. Koyuncu (2010), 3 farklı sıcaklık değerinde (-18 , 4 , 8°C) depoladığı tereyağlarında yapmış olduğu çalışmada -18°C ’de depolanan tereyağı örneğinin maya-küf sayısını 1. günde $1,651$ log kob/g, 90. günde $2,475$ log kob/g, 4°C ’de depolanan örneğin maya-küf sayısını 1. günde $1,577$ log kob/g, 90. günde $3,547$ log kob/g, 8°C ’de depolanan tereyağının ise 1. günde $1,713$ log kob/g, 90. günde $4,013$ log kob/g olarak tespit etmiştir. Aynı zamanda, depolama süresince maya-küf gelişiminin 3 sıcaklık normunda da sürekli bir artış gösterdiğini, ambalaj çeşidinin (vakum, normal) ve muhafazanın ışıklandırılmalı veya karanlık olmasının maya ve küf gelişimi üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını belirlemiştir. Sağun vd (2001), Van kahvaltı salonlarında tüketime sunulan süt ürünleri üzerinde yapmış olduğu çalışmada 10 adet tereyağı örneğinin ortalama maya-küf sayısını $5,55$ log kob/g olarak belirlemiştir. Samet-Bali *et al.*

(2009), geleneksel Tunus tereyağı üzerinde yapmış oldukları çalışmada maya-küf sayısını 4,81 log kob/g olarak tespit etmişlerdir.

Gıdalarda yüksek oranda maya ve küf bulunması, üretim esnasında hijyen kurallarına yeterince önem verilmediğinin ve/veya soğuk muhafaza şartlarının yerine getirilmediğinin bir göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Yoğun maya ve küf gelişiminin proteolitik ve lipolitik etkilerinden dolayı istenmeyen tat ve aroma gelişimine neden olduğu bilinmektedir (Kurdal ve Koca 1987). Analizler sonucunda elde edilen veriler literatür ve standartlar ile karşılaştırıldığında sonuçların genel itibari ile yüksek olduğu söylenebilir. Daha sağlıklı ve kaliteli ürünler sunmak adına üretimde hijyen kurallarına dikkat edilmesi, kontaminasyon risklerinin ortadan kaldırılması ve soğuk muhafaza koşullarına riayet edilmesi büyük önem taşımaktadır.

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Bu çalışmada 30 adet Trabzon tereyağı örneği Trabzon ili Ortahisar, Akçaabat, Vakfıkebir, Tonya, Sürmene ve Yomra ilçelerinden toplanmıştır. Toplanan tereyağı örneklerinin bazı kimyasal, mikrobiyolojik özelliklerinin yanı sıra GC ile yağ asitleri kompozisyonu araştırılmıştır. Bu bölümde Trabzon tereyağı örneklerinde yapılan tüm bu analizlerden elde edilen sonuçlar özetlenmiştir.

1. 30 adet Trabzon tereyağı örneğinden 23'ünün, Tereyağı Standardı-TS 1331'de sınırlanan en fazla su miktarından (rutubet miktarı kütleye en fazla %16) daha fazla su içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Kurumadde oranlarındaki bu farklar; farklı üretim metodu (yayıklama, yıkama, malakse, tuzlama, üretimde kaymak kullanılması gibi), mevsimsel farklılık, yağ tiplerinin farklılığı (tuzlu, tuzsuz, kahvaltılık, yemeklik, mutfaklık tereyağı) ve depolama koşullarının farklı olmasından kaynaklanmış olabileceği düşünülmektedir.
2. Tereyağı örnekleri arasında yağ oranları bakımından büyük farklılıklar olduğu ve örneklerden 17'sinin yağ oranının Tereyağı Standardı-TS 1331'de belirtilen minimum yağ oranından daha düşük değerlere sahip olduğu ortaya konulmuştur.
3. Tereyağı örneklerinin tuz miktarı bakımından tamamının Tereyağı Standardı-TS 1331'e uygun olduğu ve kurumadde oranı ile tuz arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=0,382$) pozitif bir korelasyon olduğu tespit edilmiştir.
4. Tereyağı örneklerinin pH değerleri düşük bulunmuştur. Tereyağı standardı-TS 1331'e göre 30 adet tereyağı örneğinin %asitlik bakımından hiçbir örneğin III. sınıf kahvaltılık tereyağı (asiditesi süt asidi cinsinden en çok %0,27) sınıfına bile girmediği, sadece 5 adedinin (%16,6) ise II. sınıf (asiditesi süt asidi cinsinden en çok %0,56) mutfak tereyağı sınıfına, 12 adedinin (%40) ise III. sınıf mutfak tereyağı sınıfına girdiği belirlenmiştir.
5. Tereyağı örneklerinin erime noktalarının tüm örneklerde vücut sıcaklığının altında (en düşük 26,50°C, en yüksek ise 33,00°C) olduğu belirlenmiştir.

6. Su aktivitesi ile tuz oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,848$) ve su aktivitesi ile kurumadde oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,554$) negatif bir korelasyon olduğu belirlenmiştir.
7. TS-1331 Tereyağı Standardı'nda tereyağlarında peroksit değerinin en çok 5 meqgO₂/kg olabileceği belirtilmekte olup, 30 adet Trabzon tereyağı örneğinden 28 adedinin peroksit sayısı bakımından standarda uygunluk gösterdiği ortaya konulmuştur.
8. İyot sayısı ile sabunlaşma sayısı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,614$) negatif korelasyon ve iyot sayısı ile kırılma indisi arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=0,421$) pozitif korelasyon olduğu tespit edilmiştir.
9. Tereyağının başka yağlarla katkılı olup olmadığının belirlenmesinde yararlanılan önemli bir analiz olan sabunlaşma sayısı 2 adet örnekte 197,41 ve 176,04 olarak belirlenmiş olup bu tereyağı örneklerine farklı yağ ilavesinin yapılmış olabileceği sonucuna varılmıştır.
10. Trabzon tereyağı örneklerinin 5 adedinin RM sayılarının düşük olduğu, bunun dışında 25 adet tereyağı örneğinin ise standartlara uygun olduğu ortaya konulmuştur. Diğer taraftan, 2 adet örneğin RM sayılarının çok düşük olduğu (5,04 ve 6,16) belirlenmiş olup bu durum söz konusu tereyağı örneklerinin diğer yağlar ile katkılanmış olabileceğinin bir işareti olarak değerlendirilmiştir. Aynı zamanda RM sayısı ile polenske sayısı arasında istatistiki olarak $p<0,05$ düzeyinde ($r=0,384$) pozitif bir korelasyon saptanmıştır.
11. Doymamışlığın ölçüsü olarak da kullanılabilen kırılma indisi ile iyot sayısı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=0,421$) pozitif korelasyon belirlenmiştir.
12. Yapılan renk analizi sonucunda elde edilen b^* (sarı renk) değerinden Trabzon tereyağlarının diğer tereyağlarından daha sarı renkte olduğu ortaya konulmuştur. L^* değeri ile su aktivitesi arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,597$), L^* değeri ile yağ oranı arasında $p<0,01$ düzeyinde ($r=-0,393$) ve L^* değeri ile peroksit sayısı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=-0,417$) negatif korelasyon olduğu belirlenmiştir.
13. Trabzon tereyağı örneklerinde bütirik asit (C_{4:0}), kaproik asit (C_{6:0}), kaprilik asit (C_{8:0}) ve kaprik asit (C_{10:0}) oranının düşük olduğu belirlenmiştir.
14. Tereyağının bünyesinde yer alan ana yağ asitlerinden birisi olan palmitik asit (C_{16:0}) oranının en düşük %28,84, en yüksek %43,50, ortalama ise %35,15 olarak tespit edilmiş olup normal değerlerde olduğu ortaya konulmuştur.

15. Trabzon tereyağı örneklerinin oleik asit ($C_{18:1}$) miktarları ise en düşük %21,25, en yüksek %38,97 ve ortalamanın ise %28,93 olduğu belirlenmiştir.

16. Bu çalışmadan elde edilen KLA oranları en düşük %0,15, en yüksek %1,32 ve ortalama ise %0,75 olarak belirlenmiş olup, tereyağı üzerine yapılmış diğer çalışmalardan elde edilen sonuçlara kıyasla daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur. Aynı zamanda KLA miktarı ile peroksit sayısı arasında $p<0,05$ düzeyinde ($r=-0,400$) negatif korelasyon olduğu da tespit edilmiştir.

17. İncelenen 30 adet Trabzon tereyağı örneğinin 14 adedinde koliform gurubu bakteri belirlenmiş, diğer 16 örnekte ise koliform grubu bakteri gelişimi tespit edilmemiştir. Elde edilen veriler ışığında koliform grubu bakteri bakımından 14 örneğin pastörize edilmiş tereyağı standardına ve 4 örneğin ise pastörize edilmemiş tereyağı standardına uyduğu görülmektedir.

Özetle;

- Trabzon tereyağı örnekleri arasında kimyasal özellikler bakımından farklılıklar olduğu ortaya konulmuştur.
- Trabzon tereyağı örneklerinin çoğunun, Tereyağı Standardı-TS 1331 ile Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde belirtilen kriterlerin çoğuna uygunluk sağlamadığı ortaya konulmuştur.
- Tereyağı örneklerinin erime noktalarının tüm örneklerde vücut sıcaklığının altında olduğu belirlenmiştir.
- Trabzon tereyağlarının diğer tereyağlarından daha sarı renkte olduğu ortaya konulmuştur.
- Trabzon tereyağı örneklerinde bütirik asit, kaproik asit, kaprilik asit ve kaprik asit oranının düşük olduğu ortaya konulmuştur.
- Mikrobiyolojik analiz sonuçlarına göre Trabzon tereyağlarının üretiminde hijyenik şartlara riayet edilmediği de ortaya konulmuştur.

Trabzon tereyağı üretimde kullanılan hammadde, yardımcı madde, üretim şartları, tereyağının depolanması, pazarlanması ve satış noktalarında hijyenik kurallara uyulması

çok büyük önem arz etmektedir. Belirtilen bu hususlara uyulduğu takdirde Trabzon tereyağlarının hem kimyasal ve mikrobiyolojik özellikler açıdan daha kaliteli ve güvenli olmasına hem de besin değeriinin korunmasına yardımcı olacaktır.

KAYNAKLAR

- Adam, R.C., 1954. Trabzon Yağı, Ankara Üniv., Ziraat Fak., Yıllığı, Fasikül, 4. Ankara.
- Altun, İ., Andıç, S., Tunçtürk, Y., Çeçen, A., Fındık, O., 2011. Van piyasasından temin edilen tereyağlarının bazı kimyasal özellikleri. Kafkas Üniv. Vet. Fak. Derg 17(4): 645-648.
- Anonim, 1995. Tereyağı Standardı (TS-1331). TSE Yayınları, Ankara.
- Anonim, 2005. Türk Gıda Kodeksi, Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği (Tebliğ No: 2005/19). Ankara.
- Anonim, 2013. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- Anonim, 2013. Gıda Teknolojisi-Tereyağı. Milli Eğitim Bakanlığı, 3-5, Ankara.
- Anonim, 2014. Dünya ve Türkiye’de Süt Sektör İstatistikleri, Ulusal Süt Konseyi, Ankara.
- Atamer, M., 1993. Tereyağı Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 1313, 1-3, Ankara.
- Atamer, M., Kaptan, N., 1982. Ankara’da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının nitelikleri üzerine araştırmalar. Gıda, 4: 189-198.
- Atamer, M., Sezgin, E., 1984. Tereyağında lipolitik ve oksidatif bozulmaların saptanmasında yararlanılan asit ve peroksit değerleri arasındaki ilişki. Gıda. 9: 329-334.
- Aydın, R., 2005. Conjugated linoleic acid: chemical structure, sources and biological properties. Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences. 29: 189-195.
- Bakırcı, İ., Çelik, Ş., Coşkun, H., 2004. Mezofilik liyofilize starter kültür kullanılarak üretilen tereyağının bazı özellikleri. Gıda, 29(2), 131-136.
- Bell, J. A., Kenelly, J. J., 2001. Conjugated linoleic acid enriched milk: A designer milk with potential. Advances in Dairy Technology, 13: 213-228.
- Bobe, G., Hammond, E.G., Freeman, E., Lindberg, G.L., Beitz, D.C., 2003. Texture of butter from cows with different milk fatty acid compositions. J. Dairy Sci. 86: 3122-3127.
- Cabezas, L., Sanchez, I., Poveda, J.M., Sesena, S. and Palop, M.L., 2007. Comparison of microflora, chemical and sensory characteristics of artisanal Manchego cheeses from two dairies. Food Control, 18, 11–17.
- Celestino, E.L., Iyer, M., Roginski, H., 1997. The effects of refrigerated storage of raw milk on the quality of whole milk powder stored for different periods. Int. Dairy Journal, 7: 119-127.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Doreau, M., 2001. Effect of different types of forages, animal fat or marine oils in cow’s diet on milk fat secretion and composition, especially conjugated linoleic acid (CLA) and polyunsaturated fatty acids. Livest. Prod. Sci., 70: 31-48.
- Collins Y.F., McSweeney, P.L.H. and Wilkonson, M.G. 2003. Lipolysis and free fatty acid catabolism in cheese: a review of current knowledge. International Dairy Journal 13; 841-866.
- Çelik, Ş., Bakırcı, İ., 2000. A study on the physical and chemical properties of cookery-type butter. J. of Bio. Sci., 3(4), 596-598.

- Çon, A. H., 1990. Samsun piyasasında satışa sunulan tereyağların bazı nitelikleri üzerine bir araştırma. Yüksek lisans tezi, basılmamış. Ondokuz Mayıs Üniv., Fen Bil. Enst., Samsun.
- Çon, A., Oysun, G., 1990. Samsun il merkezinde tüketime sunulan tereyağların bazı nitelikleri üzerinde bir araştırma. 19 Mayıs Üni. Ziraat Fak. Araştırma Yıllığı, 80-82.
- Demirci, M., Şimşek, O., 1997. Süt İşleme Teknolojisi, Hasad Yayıncılık Ltd Şti., İstanbul.
- Dıraman, H., 2004. İzmir ilinde satılan bazı süt ürünlerindeki yağ asitlerinin cis trans izomerleri ve konjuge linoleik asit düzeylerinin kapılar gaz kromatografik yöntem ile belirlenmesi üzerine bir çalışma. Gıda. 29(5): 381-389.
- Egan, H., Kirk, R. S., Sawyer, R., 1981. Oils and Fats. Chap. 17. Pearson's Chemical Analysis of Foods (Editör: H. Egan). Churchill Livingstone, 534-539, Edinburg, İngiltere.
- Elgün, A., Ertugay, Z., Certel, M., Kotancilar, H. G., 2002. Guide book for analytical quality control and laboratory for cereal and cereal products.
- Eralp, M., 1969. Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi, Ankara Üniv. , Ziraat Fak., Yay., 375. Ders Kitabı; 133, Ankara Üniv., Basımevi. Ankara.
- Ergin, G. 1978. Tereyağının dayanıklılığına muhafaza sıcaklığı, krema asitliği ve pastörizasyonu ile tuzlamanın etkileri üzerine bir araştırma. Doçentlik tezi, basılmamış. Atatürk Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Erzurum.
- Esis, İ., 1997. Ağrı Piyasasında Satışa Sunulan Tereyağların Fiziksel, Kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri Üzerine Bir Araştırma. Yüksek lisans tezi, basılmamış. Trakya Üniv., Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Fındık, O., 2011. Van'da piyasaya sunulan bazı tereyağları ile bu tereyağlardan elde edilen sadeyağların bazı kimyasal ve mikrobiyolojik özelliklerinin karşılaştırılması. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst., Van.
- Fleet, G.H., 1990. Yeasts in dairy products. J.Appl. Bacteriol. 68, 199-211.
- Fleet, G.H., Mian, M.A., 1987. The occurrence and growth of yeasts in dairy products. Int. J. Food Microbiol., 4, 145-155.
- Frank, J.F., Hankin, L., Koburger, J.A., Marth, E.H., 1985. Tests for Group of Microorganisms. (In) Standard Methods for Examination of Dairy Products (APHA), 15 th Eddition. G.H. Richardson (Editor), 189-201, Washigton D.C.
- Georgala, A., Moschopoulou, E., Aktypis, A., Massouras, T., Zoidou, E., Kandarakis, I. and Anifantakis, E. 2005. Evolution of lipolysis during the ripening of traditional Feta cheese. Food Chemistry, 93; 73-80.
- Güler, G.O., Cakmak, Y.S., Zengin, G., Aktumsek, A. and Akyıldız, K., 2010. Fatty acid composition and conjugated linoleic acid (CLA) content of some commercial milk in Turkey. Kafkas Univ. Vet. Fak. Derg., 16 (Suppl-A), 37-40.
- Hankin, L., Hana, J.G., 1983. Quality of butter and blends of butter with oleomargarine. Dairy Food Sanit. 3, 458-460.
- Hayaloğlu, A. A., Konar A., 2001. Malatya yöresinde yoğurttan ve kremadan üretilen tereyağlarının mikrobiyolojik kalitesi üzerinde karşılaştırmalı bir araştırma. Gıda, 26(6): 429-435.
- Hui, Y.H.(Ed.), 1993. Dairy Science and Technology Handbook Volume 2. Product Manufacturing. VCH Publisher Inc., 385 .New York.

- Hurtaud, C., Faucon, F., Couvreur, S., Peyraud, J.L., 2010. Linear relationship between increasing amounts of extruded linseed in dairy cow diet and milk fatty acid composition and butter properties. *J. Dairy Sci.* 93: 1429-1443.
- Jansen, R.S. and Sampugna, J. 1964. Lipolysis. Of synthetic and milk trigliserides by pregastric esterase. *J. Dairy Sci.* 47:664.
- Jensen, H., Danmark, H., Mogensen, G., 1983. Effect of storage temperature on microbiological changes in different types of butter. *Milchwissenschaft.* 38, 482-484.
- Jensen, R.G., 2002. The composition of bovine milk lipids: january 1995 to december 2000. *J. Dairy Sci.*, 85, 295–350.
- Jones, E.L., Shingfield, K.J., Kohen, C., Jones, A.K., Lupoli, B., Grandison, A.S., Beever, D.E., Williams, C.M., Calder, P.C., Yaqoob, P., 2005. Chemical, physical and sensory properties of dairy products enriched with CLA. *J. Dairy Sci.* 88: 2923-2937.
- Karatepe, P., Patır, B., 2012, Eugenol ve thymol’ün pastörize tereyağının kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal kalitesi üzerine etkisi. *F.Ü. Sağ. Bil. Vet. Derg.* 26 (1): 35-46.
- Kaul, A., Singh, J., Kuila, R.K., 1979. Effect of potassium sorbate on the microbiological quality of butter. *J. Food.Prot.* 42, 656-657.
- Kaya, A., 2000. Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt. *Nahrung*, 44:126– 129.
- Keleşoğlu T., 2011. Trabzon ve yöresinde üretilen/tüketilen tereyağlarında bazı elementlerin atomik absorpsiyon spektrometri (aap) ve indüktif eşleşmiş plazma-optik emisyon spektrometri (icp-oes) ile tayinleri. Yüksek lisans tezi, Karadeniz Tek. Üniv. Fen Bil. Enst., Trabzon.
- Kesler, Y., 2008. Tereyağına probiyotik kültür ve lif ilavesiyle fonksiyonel özellik kazandırılması. Yüksek lisans tezi, Erciyes Üniv. Fen Bil. Enst., Kayseri.
- Khanal, R. C., Olson, K. C., 2004. Factors affecting conjugated linoleic acid (CLA) content in milk, meat, and egg: A review. *Pakistan Journal of Nutrition*, 3(2): 82-98.
- Kilcast, D., Subramaniam, P. 2000. Introduction. *The Stability and Shelf-Life of Food.* (Ed. by D. Kilcast and P. Subramaniam). Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, İngiltere.
- Kondyli, E., Massouras, T., Katsiari, M.C. and Voutsinas L.P. 2003. Free fatty acids and volatile compounds in low-fat Kefalograviera-type cheesemade with commercial adjunct cultures. *International Dairy Journal*, 13;47-54.
- Kosikowski, F.V. 1982. *Cheese and Fermented Milk Foods.* Published by F.V. Kosikowski and Associates, New York.
- Koyuncu, M., 2010. Farklı muhafaza şartlarında tereyağının bazı niteliklerinde meydana gelen değişiklikler. Yüksek lisans tezi. Yüzüncü Yıl Üniv. Fen Bil. Enst., Van.
- Krause, A.J., Lopetcharat, K., Drake, M.A., 2007. Identification of the characteristics that drive consumer liking of butter. *J. Dairy Sci.*, 90, 2091-2102.
- Krause, A.J., Miracle, R.E., Sanders, T.H., Dean, L.L., Drake, M.A., 2008. The effect of refrigerated and frozen storage on butter flavor and texture. *J. Dairy Sci.* 91,455–465.

- Kurdal, E., Koca, A.F., 1987. Erzurum il merkezinde tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerinde bir araştırma, Gıda 12(5): 299-304.
- Kurt, A., Çakmakçı, S., Çağlar, A., 1993. Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Yayınları No: 18, 106-124, Erzurum.
- Ledoux, M., Chardigny, J. M., Darbois, M., Soustre, Y., Sebedio, J. L., Laloux, L., 2005. Fatty acid composition of French butters, with special emphasis on conjugated linoleic acid (CLA) isomers. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 409–425.
- Lin, T. Y., Hung, T. H., Cheng, T. S. J., 2005. Conjugated linoleic acid production by immobilized cells of *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* and *Lactobacillus acidophilus*. Food Chemistry, 92: 23-28.
- Messer, J.W., Behney H.M., Leudecke L. O., 1985. Microbiological count methods. in: Richardson, G. H. (Ed). standard methods for the examination of dairy products (APHA). 15th Edition, 133–149, Washington D.C.
- Metcalf, L.D., Schmitz, A., 1961. The rapid preparation of fatty acid esters for gas chromatographic analysis. Anal. Chem., 33, 363-364.
- Metin, M., 1979. Yurdumuzda tereyağlarına yemeklik margarinler karıştırmak suretiyle yapılan hilelerin tespiti üzerinde gaz kromatografisi metodu ile araştırmalar. A.Ü. Ziraat Fakültesi Yayınları No: 704, Ankara.
- Metin, M., 2009. Süt ve Mamulleri Analiz Yöntemleri. EÜ, Ege Meslek Yüksekokulu Yay. No: 24, İzmir.
- Metin, M., 2010. Süt teknolojisi. Ege Üniv. Basımevi, Bornova, İzmir.
- Metin, M., Sezgin, E. 1976. Ankara piyasasındaki tereyağların saflık kontrolü üzerinde gaz kromatografisi ile incelemeler. Gıda Dergisi, 1 (2) 51-65.
- Moate, P.J., Chalupa, W., Boston, R.C. and Lean, I.J., 2007. Milk fatty acids. I. variation in the concentration of individual fatty acids in bovine milk. J. Dairy Sci., 90, 4730–4739.
- Muir, D.D., Banks, J.M. 2000. Milk and milk products, Chap. 7. The Stability and Shelf-Life of Food. (Editor: D. Kilcast and P. Subramaniam). Woodhead Publishing Ltd. Cambridge, İngiltere.
- Mulder, H., Walstra, P., 1974. The Milk Fat Globule, Pudoc, Wageningen.
- Nawar, W.W. 1998. Biochemical processes: lipid instability, Chap. 4 . Food Storage Stability. (Editor: I.A. Taub and R.P. Singh) CRC Press. New York, ABD.
- Oeffner, S.P., Qu, Y., Just, J., Quezada, N., Ramsing, E., Keller, M., Cherian, G., Goddick, L., Bobe, G., 2013. Effect of flaxseed supplementation rate and processing on the production, fatty acid profile and texture of milk, butter and cheese. J. Dairy Sci. 96:1177-1188.
- Ortiz-Gonzalez, G., Jimenez-Flores, R., Bremmer, D.R., Clark, J.H., DePeters, E.J., Schmidh, S.J., Drackley, J.K., 2007. Functional properties of butter oil made from bovine mil with experimentally altered fat composition. J. Dairy Sci. 90: 5018-5031.
- Oysun, G., 1999. Tereyağı Teknolojisi. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları Teksir No: 38/3, 1-14 , İzmir.
- Özalp, E., 1971. Ankara piyasasında satılan kahvaltılık tereyağların hijyenik kalitesi üzerinde Araştırmalar. Ankara Üniv. Vet. Fak. Yay. 265/167.

- Özkanlı, O., Kaya, A., 2007. Storage stability of butter oil produced from sheep's non-pasteurized and pasteurized milk. *Food Chemistry*, 100: 1026-1031.
- Öztürk, S. and S. Çakmakçı, 2006. The effect of antioxidants on butter in relation to storage temperature and duration. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 108: 951-959.
- Patır, B., Güven, A., Saltan, S., 1995. Elazığ'da Tüketime Sunulan Kahvaltılık Tereyağlarının Kalitesi Üzerinde Araştırmalar. *Vet. Bil. Derg.* 11(1):77-81.
- Poveda, J.M. and Cabezas, L. 2006. Free fatty acids composition of regionally-produced Spanish goat cheese and relationship with sensory characteristics. *Food Chemistry*, 95: 307-311.
- Reklewska, B., Oprzadek, A., Reklewski, Z., Panicke, L., Kuczynska, B., Oprzadek, J., 2002. Alternative for modifying the fatty acid composition and decreasing the cholesterol level in the milk of cows. *Livestock Production Science*, 76: 235-243.
- Rutz, WM. D., Martin, W.H., C.H., Whitnah, 1955. Reichert-meissl numbers of butterfat from commercial products produced in Kansas. *J. of Dairy Sci.*, 38(4), 387-390.
- Sağdıç, O., Muhammed, D., Mehmet, D. 2004. Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayık butters produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15: 485-490.
- Sağun, E., Sancak, H., Durmaz, H., 2001. Van'da kahvaltı salonlarında tüketime sunulan süt ürünlerinin mikrobiyolojik ve kimyasal kaliteleri üzerine bir araştırma. *YYÜ. Vet. Fak. Derg.* 12 (1-2): 108-112.
- Saldamlı, İ. 1985. Gıda Katkı Maddeleri ve İngredientler. Hacattepe Üniv. Müh. Fak., 197. Ankara.
- Samet-Bali, O., Ayadi, M.A., H. Attia, H., 2009. Traditional Tunisian butter: physicochemical and microbial characteristics and storage stability of the oil fraction. *Food Sci. and Tech.*, 42, 899-905.
- Seçkin, K., Gürsoy, O., Kınık, Ö., Akbulut, N., 2005. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT*, 38: 909-915.
- Shukla, A., Bhaskar, A.R., Rızvı, S.S.H, Mulvaney, S.J., 1994. Physicochemical and rheological properties of butter made from supercritically fractioned milk fat. *J. Dairy Sci.* 77: 45-54.
- Speck, N.L., 1976. Compendium of methods for the examination of foods. Apha., Washington, D.C., USA.
- Şenel, E., Öztürk, Ş. F., Atamer, M. 2008. Bazı üretim parametrelerinin yayık tereyağının oksidatif ve lipolitik stabilitesi üzerine etkileri. *Türkiye 10. Gıda Kongresi*. Erzurum.
- Şengül, M., Çakmakçı, S., Ünsal, M., 1998. Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti. V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu. Milli Produktivite Merkezi Yayınları. Yayın No: 621. Ankara, 230-244.
- Şengül, M., Ünsal, M., Çakmakçı, S. 2003. Trabzon tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun tespiti. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu. 22-23 Mayıs, 2003, Bornova, İzmir. 363-365.
- Şimşek, O., Kurultay, Ş., Arıcı, M., 1995. Tekirdağ ili merkezinde tüketime sunulan kahvaltılık tereyağların bazı nitelikleri üzerine araştırmalar. *T. Ü. Tek. Zir Fak. Dergisi*, 4: 1-2.

- Taşçı, F., 2003. Ankara’da tüketime sunulan mutfaklık tereyağı, krema ve krem şantili pastaların *Brucella spp.* yönünden incelenmesi. Doktora tezi, Ankara Üniv. Sağlık Bil. Enst., Ankara.
- Tavlaş Hocalar, B., 2005. Tereyağı Teknolojisi. Ege Üniversitesi M.Y.O. Yayınları No: 22, 1-3, İzmir.
- Tekinşen, O.C., 1996. Süt Ürünleri Teknolojisi, Ders Kitabı, Konya.
- Walstra, P., Jenness, R., 1984. Dairy Chemistry and Physics, Wiley, New York.
- Walstra, P., Wouters, J.T.M., Geuters, T.J., 2006. Dairy Science and Technology. Taylor&Francis group, LLC. 467-495, Wageningen.
- Wolff, R. L., C. C. Bayard, and R. J. Fabien. 1995. Evaluation of sequential methods for the determination of butterfat composition with emphasis on trans-18:1 acids: Application to the study of seasonal variations in French butters. J. Am. Oil Chem. Soc. 72:1471–1483.
- Yalçın, S., Tekinşen, O. C., Doğruer, Y., Gürbüz, Ü., 1993. Konya’da tüketime sunulan tereyağlarının kalitesi. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 9(2): 20-21.
- Yöney, Z., 1974. Süt Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları No: 530, 209-215. Ankara.

ÖZGEÇMİŞ

1985 yılında İstanbul’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini İstanbul’da başladıktan sonra Gümüşhane’de tamamladı. 2004 yılında girdiği Akdeniz Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nden 2010 yılında mezun oldu. 2011 yılında Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği A.B.D.’nda yüksek lisans eğitimine başladı. 2011-2013 yılları arasında Atatürk Üniversitesi Ziraat İşletme Müdürlüğü bünyesinde faaliyet gösteren Pilot Süt ve Ekmek Fabrikası’nda sorumlu gıda mühendisi olarak çalıştı. 2013 Nisan ayı itibari ile Bayburt Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde araştırma görevlisi olarak çalışmaktadır.