

T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI HAYVAN SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN
TEREYAĞLARININ LİPİT KISMINDA BAZI BİLEŞEN
FARKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

HAVA AYDA URUK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

MALATYA
HAZİRAN 2011

Tezin Başlığı: Farklı Hayvan Sütlerinden Üretilen Tereyağlarının Lipit Kısımında Bazı Bileşen Farklılıklarının Belirlenmesi

Tezi Hazırlayan: Hava Ayda Uruk

Sınav Tarihi: 20/ 06 / 2011

Yukarıda adı geçen tez jürimizce değerlendirilerek Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Ana Bilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Sınav Jürisi Üyeleri

Prof. Dr. Mehmet Alparslan

.....

Doç. Dr. İhsan Karabulut (Danışman)

.....

Yrd. Doç. Dr. Gökhan Durmaz

.....

İnönü Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Onayı

Prof. Dr. Asım KÜNKÜL

Enstitü Müdürü

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Farklı Hayvan Sütlerinden Üretilen Tereyağlarının Lipit Kısımında Bazı Bileşen Farklılıklarının Belirlenmesi” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığını ve yararlandığım tüm kaynakların, hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Hava Ayda URUK

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

FARKLI HAYVAN SÜTLERİNDEN ÜRETİLEN TEREYAĞLARININ LİPİT KISMINDA BAZI BİLEŞEN FARKLILIKLARININ BELİRLENMESİ

Hava Ayda URUK

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Bölümü

65 + xi sayfa

2011

Danışman. Doç. Dr. İhsan KARABULUT

Bu çalışmada farklı yörelerden elde edilen inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilmiş tereyağlarının sadeyağ kısmındaki bazı özellikler (asit sayısı, sabunlaşma sayısı, teorik iyot sayısı, kırılma indisi, kayma noktası ve katı yağ oranı) saptanmıştır. Tereyağlarından Folch ekstraksiyonu ile lipit fraksiyonu elde edilmiş ve gaz kromatografisi (GC) ile yağ asidi bileşimi ve kapsamında *trans* ve konjuge yağ asidi izomerleri saptanmıştır.

Sadeyağ örneklerinin tamamı başta palmitik (C_{16:0}) asit olmak üzere, miristik (C_{14:0}), oleik (C_{18:1}) ve linoleik (C_{18:2}) asitleri majör yağ asidi olarak içermektedirler. En yüksek oranda doymamış yağ asidi içeriğine inek sütü tereyağından elde edilen lipit fraksiyonunda ulaşılırken (%38,80±4,19) bunu keçi (%35,07±3,78) ve koyun (%31,79±5,61) lipit fraksiyonları izlemiştir ($P < 0,05$). Toplam *trans* yağ asidi bakımından inek (%2,57±1,22), koyun (%3,50±1,23) ve keçi (%3,65± 0,53) kaynaklı lipitler arasında farklılık görülmemiştir ($P > 0,05$).

İnek, koyun ve keçi sütlerinden üretilmiş tereyağlarının ortalama lipit içeriği sırasıyla %82,38±3,49, %86,88±8.65 ve %81,40±7,77 olarak saptanmıştır ($P > 0,05$). Tereyağlarından elde edilen inek, koyun ve keçi sadeyağlarının asit sayısı değerleri aynı sırayla 2,459±0,404, 0,438±0,010 ve 0,748±0,108 mg KOH/g yağ ($P < 0,05$), sabunlaşma sayıları 195,13±17,21, 201,61±1.93 ve 204,88±2,14 mg KOH/g yağ ($P < 0,05$), teorik iyot sayıları 39,3±3,67, 34,8±6,25 ve 37,8±3.01 ($P < 0,05$), kırılma indisi değerleri 1,4538±0,0020, 1,4537±0,0003 ve 1,4554±0,0004 ($P < 0,05$), kayma noktası değerleri 32,1±0,42, 33,2±0,27 ve 31,2±0,27°C ($P < 0,05$) olarak belirlenmiştir. Örneklerin farklı sıcaklıklardaki katı yağ oranları arasındaki farkın önemli olmadığı görülmüştür.

ANAHTAR KELİMELELER: İnek, koyun, keçi, sadeyağ, tereyağı, yağ asidi bileşimi, *trans* yağ asidi, katı yağ oranı, kimyasal kompozisyon.

ABSTRACT

Master Thesis

DETERMINATION OF SOME COMPOSITIONAL DIFFERENCES IN LIPID PART OF BUTTER PRODUCED FROM DIFFERENT ANIMALS MILK

Hava Ayda URUK

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

65 + xi pages

2011

Supervisor: Assoc. Prof. Ihsan KARABULUT

In this study, some properties (acid value, saponification value, theoretical iodine value, refractive index, slip melting point and solid fat content) in butter fat part of butters produced from cow, sheep and goat milks supplied from different regions were determined. Fatty acid composition including *trans* and conjugated fatty acids was determined by gas chromatography (GC) in lipid fraction extracted from butters by Folch extraction.

Particularly palmitic acid ($C_{16:0}$) and myristic acid ($C_{14:0}$), oleic ($C_{18:1}$), and linoleic ($C_{18:2}$) acids were found to be major fatty acids in all lipids samples investigated. The highest unsaturated fatty acid content was found in lipid fraction obtained from butter produced from cow's milk ($38.80 \pm 4.19\%$) followed by lipids from goat ($35.07 \pm 3.78\%$) and sheep ($31.79 \pm 5.61\%$) milk based butters ($P < 0.05$). There is no significant difference between the *trans* fatty acid content of lipids from cow ($2.57 \pm 1.22\%$), sheep ($3.50 \pm 1.23\%$) and goat ($3.65 \pm 0.53\%$) milk based butters ($P > 0.05$).

Mean lipid contents of cow, sheep and goat milk based butter fats were found to be as $82.38 \pm 3.49\%$, $86.88 \pm 8.65\%$ and $81.40 \pm 7.77\%$, respectively ($P > 0.05$). Following results were given as in the same animals order. Acid values were 2.459 ± 0.404 , 0.438 ± 0.010 and 0.748 ± 0.108 mg KOH/g fat ($P < 0.05$); saponification values were 195.13 ± 17.21 , 201.61 ± 1.93 and 204.88 ± 2.14 mg KOH/g fat ($P < 0.05$); theoretical iodine values were 39.3 ± 3.67 , 34.8 ± 6.25 and 37.8 ± 3.01 ($P < 0.05$); refractive indexes were 1.4538 ± 0.0020 , 1.4537 ± 0.0003 and 1.4554 ± 0.0004 ($P < 0.05$) and slip melting points were 32.1 ± 0.42 , 33.2 ± 0.27 and $31.2 \pm 0.27^\circ\text{C}$ ($P < 0.05$). Differences between the solid fat contents of butter fats were found to be insignificant.

KEYWORDS: Cow, sheep, goats, butter fat, butter, fatty acid composition, *trans* fatty acid, solid fat content, chemical composition

TEŞEKKÜRLER

Bu çalışmanın her aşamasında yardım, öneri ve desteğini esirgemedi beni yönlendiren danışman hocam Sayın Doç. Dr. İhsan KARABULUT' a,

Tezin deneysel aşamalarında bana büyük yardımları olan Dr. İncilay GÖKBULUT, Arş. Grv. Kübra ŞİŞLİOĞLU ve Gıda Mühendisi Burcu YAZLAK' a, analizler için gerekli olan tereyağlarını bulmamda yardımcı olan Gıda Mühendisi Osman Seracettin BORAN' a ayrıca tez yazım aşamasında ve istatistiksel değerlendirme aşamasında bana yardımcı olan Yrd. Doç. Dr. Gökhan DURMAZ' a, katı yağ oranlarının NMR ile belirlenmesinde desteği olan Çorlu Margarin Unilever San. ve Tic. Türk A.Ş çalışanlarından Özden FİDAN ve Erkan DURALI' ye,

Hayatımın her alanında bana destek olan sevgili aileme,

En içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Hava Ayda URUK

İÇİNDEKİLER

ONAY SAYFASI	i
ONUR SÖZÜ	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
TEŞEKKÜRLER	v
İÇİNDEKİLER	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR	xi
1. GİRİŞ	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ	3
2.1. Tereyağı Hakkında Genel Bilgi.....	3
2.2. Tereyağının Tarihçesi.....	3
2.3. Tereyağının Ekonomik Önemi.....	4
2.4. Tereyağının Hammadde Özellikleri.....	5
2.5. Tereyağının Bileşimi.....	7
2.5.1. Süt yağı.....	8
2.6. Tereyağına ve Süt Yağına Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler.....	12
2.6.1. Kırılma indisi.....	12
2.6.2. Sabunlaşma sayısı.....	12
2.6.3. Asit sayısı.....	13
2.6.4. İyot sayısı.....	13
2.7. Sadeyağlar.....	14
2.8. Tez Konusuyla İlgili Yapılan Çalışmalar.....	15
3. MATERYAL VE YÖNTEM	23
3.1. Kullanılan Kimyasallar.....	23
3.2. Kullanılan Alet, Ekipman ve Cihazlar.....	23

3.3.	Materyal.....	23
3.4.	Yöntem.....	24
3.4.1.	Sadeyağların elde edilmesi.....	25
3.4.2.	Lipit miktarı.....	25
3.4.3.	Yağ asidi bileşimi.....	25
3.4.3.1.	Metil esterlerinin oluşturulması.....	25
3.4.3.2	Gaz kromatografisi ile yağ asidi bileşiminin belirlenmesi.....	25
3.4.4	Asit sayısı tayini.....	26
3.4.5.	Sabunlaşma sayısı tayini.....	26
3.4.6.	Teorik iyot sayısı.....	27
3.4.7.	Kırılma indisi tayini.....	27
3.4.8.	Kayma noktası tayini.....	27
3.4.9.	Katı yağ oranlarının belirlenmesi (Solid Fat Content, SFC)	28
3.5.	İstatistiksel Analiz.....	28
4.	ARAŞTIRMA BULGULARI.....	29
4.1.	Lipit Miktarı.....	30
4.2.	Yağ Asidi Bileşimi.....	31
4.3.	Asit Sayısı ve Serbest Asitlik Değerleri.....	39
4.4.	Sabunlaşma Sayısı.....	41
4.5	Teorik İyot Sayısı.....	43
4.6	Kırılma İndisi.....	45
4.7.	Kayma Noktası.....	47
4.8.	Katı Yağ Oranları (SFC)	49
5.	TARTIŞMA VE SONUÇ.....	52
5.1.	Lipit Miktarı.....	53
5.2.	Yağ Asidi Bileşimi.....	53

5.3.	Asit Sayısı.....	55
5.4.	Sabunlaşma Sayısı.....	55
5.5.	Teorik İyot Sayısı.....	56
5.6.	Kırılma İndisi.....	57
5.7.	Katı Yağ Oranları (SFC) (%).....	57
6.	KAYNAKLAR	59
7.	EKLER	64
	ÖZGEÇMİŞ	65

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1.	Farklı hayvanlardan elde edilen sütlerin ortalama bileşimi	6
Çizelge 2.2.	Çeşitli kaynaklara göre tereyağı bileşimi (%).....	8
Çizelge 2.3.	Farklı kaynaklara göre inek sütünden elde edilen tereyağlarının yağ yağındaki yağ asitleri oranları (%).....	10
Çizelge 2.4.	İnek sütünden elde edilen tereyağının esasını oluşturan yağ fraksiyonun içerdiği yağ asitleri.....	11
Çizelge 2.5.	Çeşitli yağların kırılma katsayıları.....	12
Çizelge 2.6.	Çeşitli yağların sabunlaşma sayıları.....	13
Çizelge 2.7.	Çeşitli yağların iyot sayıları.....	13
Çizelge 2.8.	Tereyağının bazı nitelikleri üzerine yapılan karşılaştırılmalı bir çalışmada bulunun analiz sonuçlarının ortalama değerleri.....	17
Çizelge 2.9.	Farklı tür yayık tereyağlarının ortalama serbest yağ asit içerikleri.....	18
Çizelge 2.10.	Farklı tür yayık tereyağlarının yağ asidi kompozisyonu (%).....	20
Çizelge 3.1.	Tez çalışmasında kullanılan tereyağlarının temin edildiği yerler.....	24
Çizelge 4.1.	Farklı hayvan sütlerinden üretilen tereyağlarının Folch ekstraksiyonu ile belirlenen lipit miktarları.....	30
Çizelge 4.2.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asidi bileşimi.....	34
Çizelge 4.3.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asidi bileşimi.....	36
Çizelge 4.4.	Farklı tür hayvan sütü sadeyağlarının toplam tekli doymamış, toplam doymamış ve toplam <i>trans</i> yağ asitleri.....	38
Çizelge 4.5.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların asit sayısı ve serbest asitlik değerleri.....	40
Çizelge 4.6.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların sabunlaşma sayısı değerleri.....	42
Çizelge 4.7.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı değerleri.....	44

Çizelge 4.8.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların kırılma indisi değerleri.....	46
Çizelge 4.9.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların kayma noktası değerleri.....	48
Çizelge 4.10.	Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların belirli sıcaklık derecelerindeki katı yağ oranları (%).....	51

SİMGELER VE KISALTMALAR

ABD	Amerika Bileşik Devletleri
ANOVA	Tek Yönlü Varyans Analizi
AOCS	American Oil Chemists' Society, Amerikan Yağ Kimyagerleri Topluluğu
CLA	Konjuge linoleik asit
GC	Gaz Kromatografisi
GC-FID	Gaz Kromatografisi-Alev İyonizasyon Dedektörü
İ	İnek Sütünden Üretilen Tereyağı
İSY	İnek Sütünden Üretilen Tereyağından Elde Edilen Sadeyağ
KE	Keçi Sütünden Üretilen Tereyağı
KESY	Keçi Sütünden Üretilen Tereyağından Elde Edilen Sadeyağ
KO	Koyun Sütünden Üretilen Tereyağı
KOSY	Koyun Sütünden Üretilen Tereyağından Elde Edilen Sadeyağ
SFC	Solid Fat Content (Katı Yağ Oranı)
TSE	Türk Standartları Enstitüsü

1. GİRİŞ

Ülkemizdeki gelişmeye paralel olarak fertlerin daha dengeli ve yeterli beslenmeye çalıştıklarını, en önemlisi artık beslenme sorunlarını bilinçli bir şekilde ele aldıklarını memnuniyetle izliyoruz. Organizmanın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için vücuda alınan gıda maddelerinin vücuda ne yarar sağladığını ve ne miktarda alınması gerektiğini artık ayrı ayrı bilmek gerekmektedir. Aksi halde yeterli miktarda gıda maddesi alınsa bile yanlış ve aşırı beslenme sonucu bazı fizyolojik bozukluklar meydana gelecektir. O halde vücudumuzun hangi besin elementlerine, ne miktarda ihtiyacı olduğunu bilmemizin yanı sıra, gıda maddelerinin bileşiminin ve bileşimindeki besin elementlerinin miktar ve durumlarının çok iyi bilinmesi şarttır [1].

Tereyağlarının ve sadeyağların sadece lezzet ve kalori kaynağı olmadığı aynı zamanda sağlığı koruduğu, vücudun dış etkilere karşı direncini arttırdığı ve organizmanın fonksiyonlarını yerine getirdiği için mutlaka alınması gereken bir gıda maddesi olduğu bilinmektedir. Bu durum toplumumuzun sağlığı ve beslenmesi açısından olduğu kadar, tereyağı teknolojisinin gelişmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır.

Katı yağların fiziksel özellikleri üzerine bileşiminde yer alan yağ asitlerinin zincir uzunluğu, yağ asitlerinin doymuşluk/doymamışlığı, *trans* yağ asitlerinin miktarı, doymuş trigliserit çeşit ve miktarı gibi yağ asitlerinden kaynaklanan özelliklerin ortak etkisi söz konusudur. Doymuş yağ asitlerinin insan metabolizmasında genel olarak olumsuz etkileri ön plandayken, yadsınamaz işlevleri sonucu tüketimleri kaçınılmazdır. Benzer şekilde doğal olarak *cis* formda sentezlenen ancak teknolojik işlemler (hidrojenasyon, ısıtma işlemi) sırasında *trans* forma dönüşen yağ asitlerinin ise kanserojenik, mutajenik ve kardiyovasküler rahatsızlıklara neden olma gibi başlıca olumsuzluklarına bağlı olarak özellikle son yıllarda söz konusu yağ asitlerinin tüketimi önerilmemektedir. Birçok ülkede gıda maddesi etiketinde *trans* yağ asidi içeriğinin yer alma zorunluluğu bu etkilerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmıştır [2].

Farklı hayvan türlerinin süt yağlarının bileşimindeki farklılığa bağlı olarak bunlardan elde edilen tereyağlarının lipid fraksiyonu da farklılıklar gösterecektir. Süt yağının bileşimde yer alan ve aroma oluşumunda rol oynayan özellikle kısa zincirli yağ asitlerinin miktarı sütün elde edildiği hayvan çeşitlerine göre değişkenlik göstermektedir.

Ülkemizde koyun ve keçi gibi küçükbaş hayvanların sütlerinden endüstriyel düzeyde tereyağı üretimi yaygın değildir ve genellikle evsel ölçekli üretimleri söz konusudur [3].

Sadeyağların, özellikle Gaziantep baklavası gibi özel üretimleri olan bazı ürünlerin üretiminde kullanılmaları, sadeyağların arasındaki farklılıkların belirlenmesine gereksinim oluşturmaktadır [3]. Farklı hayvan sütlerinden üretilen tereyağlarının ve bundan elde edilen sadeyağların bazı temel özelliklerinin belirlenecek olması, standartların hazırlanmasına katkı sağlayacaktır. Koyun, keçi ve inek sütlerinden üretilen tereyağlarından elde edilen sadeyağların özelliklerinin kıyaslandığı, ülkemizde ve dış kaynaklarda yapılmış herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışma bu anlamda bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Genel olarak sadeyağlar konusunda yapılan çalışmalar da çok kısıtlı miktarda bulunmaktadır.

Bu bağlamda bu tez çalışması kapsamında inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen tereyağların lipit fraksiyonu bileşimine ait bazı araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmada ülke genelindeki farklı yörelerden elde edilen, farklı hayvan sütlerinden üretilen tereyağlarının, lipit kısmındaki bazı özelliklerin ve bileşim farklılıklarının saptanması amaçlanmıştır. Bu çalışmada tereyağlarından Folch ekstraksiyonu ile lipit fraksiyonu elde edilmiş ve gaz kromatografisi (GC) ile yağ asidi bileşimi ve kapsamında *trans* ve konjuge yağ asidi izomerleri saptanmıştır. Tereyağlarından elde edilen sadeyağ kullanılarak kayma noktası ve p-NMR tekniği ile % katı yağ oranları (Solid Fat Content; SFC) saptanmıştır. Ayrıca kalite özelliklerini belirlemek amacıyla farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların serbest asitlik, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı değerleri de saptanmıştır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

2.1. Tereyağı Hakkında Genel Bilgi

Tereyağı, hammaddesi temel olarak süt yağı (krema) olan, süt yağının konsantre hale getirilmesi ve sonrasında olgunlaştırılıp yayıklanması ile elde edilen, taze ya da fermente krema ya da direkt süttten elde edilen bir süt ürünüdür. Tereyağı genelde beyazdan sarımsı renge, tatlıdan hafif ekşimsi tada ve kokusuzdan hafif mayhoş kokuya kadar değişen özelliklere sahip olan hayvansal bir yağdır [4].

Tereyağı, TS 1331 Tereyağı Standardı'ndaki [5] tanıma göre, krema (kaymak) ve ya yoğurdun tereyağına uygun metot ve aletlerle işlenmesi sonucu elde edilen, gerektiğinde Gıda Katkı Maddeleri Yönetmeliği'nde izin verilen, katkı maddeleri de katılabilen kendine has, tat ve kıvamdaki bir süt mamulüdür.

Tereyağının teknolojik olarak tanımı ise süttten elde edilen kremanın ve yoğurdun yayıklanması suretiyle suyun yağ içinde emülsiyon haline geçirildiği plastik benzeri bir kitle şeklinde yapılabilir [4].

Hoş kokulu, lezzetli, kolay ve çabuk sindirilebilen tereyağı, bünyesinde bazı temel yağ asitlerini ve çeşitli vitaminleri bulundurması ve kalori kaynağı olması nedeniyle insan beslenmesinde önemli bir yer tutar. Tereyağı diğer hayvansal ve bitkisel yağlardan farklı olarak alçak ve yüksek moleküllü doymuş yağ asitlerinin yanı sıra, monoen ve polien doymamış yağ asitleri ve çok sayıda izomerleri bünyesinde toplamıştır. Bu nedenle diğer yağlara oranla hazmı daha kolay ve fizyolojik değerleri daha üstündür. Vücut tarafından sentezlenemeyen bazı elzem yağ asitleri, tereyağının değerini daha da artırmaktadır. Yağda eriyen A, D, E, K vitaminleri de tereyağında bulunmakta ve tereyağı çocukların gelişmesinde, kemiklerin sağlamlaşmasında önemli bir rol oynamaktadır [4].

2.2. Tereyağının Tarihçesi

Tereyağının hayvancılığın başlaması ile ortaya çıktığı tahmin edilmektedir. İnek süütünün büyük kaplara konulup hayvanlar üzerinde taşınırken sürekli sallanması ve yağın birikerek katılaşması sonucu tereyağının bulunduğu düşünülmektedir. Tereyağının ilk kez nerede ve ne zaman yapıldığı kesin olarak bilinmemektedir [6].

Mısır'da yapılan kazılarda, M.Ö 2500 yıl öncesine ait bir mezarda alçı vazo içinde mumyalaştırılmış tereyağına rastlanmıştır. Romalılar ve Yunanlıların tereyağını; yara, yanık ve göz ağrılarının tedavisinde ilaç olarak, saçların parlak ve canlı görünmesi amacıyla da makyaj malzemesi olarak kullandıkları tarihsel kayıtlar arasındadır.

İbranilerin çok eski devirlerden beri tereyağı yapımını bildikleri sanılmaktadır. Tevrat'ın Genesis 18:8 bölümünde tereyağından bahsedilmekte ve Proverbs 30:33 bölümünde 'sütün yayıklanmasından tereyağı çıkar' denilmektedir. Tereyağının ancak, M.S 5. yüzyılda Avrupa'da zengin sofralarında olmak üzere yiyecek olarak tüketildiği anlaşılmaktadır. Araştırmacıların göre, 17. yüzyıla kadar İspanya'da tereyağının ancak eczanelerde ilaç olarak satıldığı ve ticari olarak ilk defa Hindistan'da ele alındığı görülmektedir.

ABD'de 1870 yılına kadar tereyağı üretimi ancak köylerde küçük mandıra tipi yerlerde yapılmasına karşın, endüstriyel anlamda ilk tereyağı üretimi 1871 yılında Manchester'da kurulan bir işletmede gerçekleştirilmiştir. Daha sonra yeni alet ve ekipmanların yapılması, kooperatiflerin kurulması ve bu konuda bilimsel çalışmaların artması gelişmeleri daha da hızlandırmıştır.

Tereyağının gıda maddesi olarak taşıdığı önem 19. asrın başlarına kadar gereğince anlaşılamamıştır. 19. yüzyılda endüstri devrimi ile birlikte büyük mandıra ve tereyağı işletmeleri türemiş ve üretim sanayileştirilmiştir. Tarımın ve hayvancılığın gelişmesi, traktör ve süt sağma makinelerinin daha genişçe kullanılmaya başlanması, nakliyat imkânların oluşması, tereyağı üretimi ve tüketiminde bir patlama oluşturmuştur. Bugün modern fabrikalarda el değmeden tonlarca tereyağı üretilebilmektedir [6].

2.3. Tereyağının Ekonomik Önemi

Tereyağına duyulan büyük gereksinim karşısında, dünya süt üretiminin önemli bir bölümü tereyağı olarak işlenmektedir. Ülkemizde üretilen sütün %35–40' ı tereyağına, %20' si peynire, %15–%20' si yoğurda, %5' i dondurma, süt tozu ve kaymak gibi ürünlere işlenmekte, geriye kalan %20 kadarı ise içme sütü olarak tüketilmektedir [7].

En büyük tereyağı üreticisi olan Avrupa'da yılda 1 540 000 tondan fazla tereyağı üretilmektedir. Batı Avrupa ülkeleri arasında ise yıllık 500 000 ton üretimle Batı Almanya başta gelir [7].

2.4. Tereyağının Hammadde Özellikleri

Tereyağı üretiminde temel hammaddesi süttür. Ancak yayıklanacak madde hacmini azaltmak, yayıklama işlemini hızlandırmak, yayıkaltı miktarını dolayısıyla toplam yağ kaybını azaltmak amacıyla süttten mekanik yöntemlerle elde edilen krema, tereyağı üretiminde hammadde olarak yaygın şekilde kullanılmaktadır. Fabrikalar genellikle krema tereyağı üretimi gerçekleştirmektedirler. Bunlara ilaveten geleneksel üretim koşullarının korunduğu yörelerde, özellikle kapalı aile ekonomisi içinde diğer bir hammadde kaynağı da yoğurttur. Yayık tereyağı üretiminde hammadde olarak yoğurttan yararlanılmaktadır. Yayık tereyağı ülke genelinde hemen hemen her bölgede üretilmekte ve çoğunlukla mahalle ve köy pazarlarında satılmaktadır. Fakat çiftliklerde ve ya köylerde üretimi yapılan tereyağların çoğu, şartların ve imkânların elverişsizliği yüzünden teknik ve sağlık bakımından birçok olumsuzluklar taşır. Bu yüzden el yapımı tereyağlarından dayanıklı, hijyenik, standartlara uygun bir ürün elde edilmesine hemen hemen imkân yok gibidir [8].

Tereyağı, en az %82 süt yağı içeren ve içerisinde süt yağından başka yağ bulunmayan aynı zamanda içerisinde %0,5–%0,8 oranları arasında süt şekeri ve süt asidi bulunduran bir süt mamulüdür [9].

Tereyağı krema veya yoğurttan yapılsa da asıl hammadde süt olmaktadır. Sütün duysal nitelikleri tereyağında daha kuvvetli hissedilirken, fiziksel ve kimyasal nitelikleri de uygulanan teknolojiyi ve tereyağının yapısal özelliklerini tayin etmektedir [10]. Ürün bazında çeşitlilikte süt türünün diğer faktörlerden daha fazla öne çıktığı görülmektedir. Nitekim birçok ürünün tanımlanmasında, süt türü belirtilerek anılan ürünün mükemmelliği karakterize edilmeye çalışılmaktadır. Örneğin koyun sütünden Ezine peyniri, Kars kaşarı, koyun yoğurdu veya keçi sütünden Sepet peyniri ve manda sütünden Afyon kaymağı gibi. Ürünlerin karakteristik özelliklerindeki farklılık, hammadde farklılığı ile ilişkilidir. Örneğin koyun sütünün bileşim özellikleri açısından diğer sütlerden zenginliği, anılan süttten üretilen değişik tip peynirlerin tat-aroma ve yapı özelliklerini ayrıcalıklı kılmaktadır [10].

Keçi sütünün kısa zincirli doymuş yağ asitleri ve lipolitik sisteminin diğer sütlere göre farklılığı, keçi sütü ürünlerinin özgün tat ve aromaya sahip olmasındaki en önemli faktör olarak birçok araştırmacı tarafından ortaya konulmuştur [10].

Tereyağının yapımında kullanılan hammadde ve sütün hangi hayvan türünden elde edildiği, tereyağının kendine has özelliklerini vermekte ve tereyağını karakterize etmektedir. Tereyağının yapımında kullanılan sütteki farklılık, tereyağlarının farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olmasını önemli derecede etkilemektedir [11]. Bunun önemli sebeplerinden biri de farklı tür sütlerin bileşenlerinin farklı oranda olmasıdır. Çeşitli tür sütlerin bileşenlerinin ortalama içerikleri, Çizelge 2.1’ de gösterilmiştir [12].

Çizelge 2.1. Farklı hayvanlardan elde edilen sütlerin ortalama bileşimi (%) [12]

Süt türü	Kuru madde	Yağ	Protein	Kazein	Laktoz	Mineral madde
İnek	12,6	3,7	3,4	2,8	4,7	0,7
Koyun	18,8	7,5	5,6	4,6	4,6	1,0
Keçi	13,2	4,5	3,6	3,0	4,3	0,8

Farklı hayvanlardan elde edilen sütlerin özelliklerini bilmek, bu sütlerden elde edilen tereyağı ve sadeyağların farklılığını anlamada önem teşkil etmektedir. Örneğin, koyun sütü; protein, yağ ve mineral maddeler açısından zengindir, bileşimindeki protein ve yağ oranının fazlalığı ile diğer sütlerden ayırt edilir. Koyun sütü teknolojik açıdan değerlendirildiğinde doğal asitliği diğer sütlerden daha yüksektir ve sonradan oluşan asitlik biraz yavaş gelişir. Koyun sütünün tadı ve kokusu kendine özgü ve biraz ağırdır, sindirimi zordur, bu yüzden içme sütü olarak pek tercih edilmez. Koyun sütü, kazein oranının yüksek olması nedeniyle peynir ve yoğurt üretiminde, yağ oranı yüksek olduğu için de tereyağı üretiminde tercih edilir [13].

Koyun sütünden yapılan tereyağları diğer sütlerden yapılan yağlara göre daha yumuşak yapıda olmaktadır. Koyun sütünün yağ asitleri kompozisyonu inek sütüne oranla farklıdır ve bu nedenle koyun sütünün sabunlaşma ve iyot sayıları keçi ve inek sütününkinden daha yüksektir. Koyun sütünün kuru madde ve yağ oranı fazla olduğundan, inek sütüne oranla sindirimi daha güçtür [13].

Keçi sütü teknolojik açıdan, peynir mayası ile inek ve koyun sütüne oranla daha çabuk ve kolay pıhtılaşır. Keçi sütünün viskozitesi inek sütüne oranla daha fazladır.

Keçi sütünün yağ globüllerinin çapı küçük olduğundan yağın ayrılması zordur ve bu nedenle geç kaymak bağlamaktadır [14].

Genel olarak bakıldığında keçi sütü bileşiminde yer alan yağ globülleri çapının, inek sütüne göre daha küçük olduğu (2 µm), yağın süt içerisinde iyi dağılıp büyük yüzey alanı oluşturduğu ve bu durumun bir yandan süte homojen bir yapı kazandırdığı bir yandan da pankreatik lipaz aktivitesinin artması ile sindirimi kolaylaştırdığı bildirilmektedir. Bu özelliği dikkate alınarak sindirim güçlüğü olan hastalar ve bebeklerin beslenmesinde keçi sütü tercih edilmektedir. Lipaz enziminin aktivite artışı; keçi sütünün bileşiminde bulunan yağın inek sütüne nazaran daha fazla sayıda kısa ve orta zincirli yağ asitlerini (C_{6:0}, C_{8:0}, C_{10:0}, C_{12:0}) içermesi ile izah edilebilmektedir. Söz konusu yağ asitleri özellikle; kistik fibroz, çocuk epilepsisi, prematüre bebek beslenmesi, inek sütü tüketen çocuklarda görülebilen egzamaya neden olmaması, safra taşlarını içeren klinik rahatsızlıklar gibi rahatsızlıklarda tedavi amacı ile kullanılmaktadır [14].

M. Atamer ve ark. [15], yaptıkları bir çalışmada keçi sütü kullanılarak üretilen tereyağı, dondurulmuş yoğurt, yağı azaltılmış, zenginleştirilmiş veya aroma ilave edilmiş sütler, yayıkaltı içeceği ve yoğurt gibi fermente ürünler, koyulaştırılmış süt ve süt tozu gibi ürünlerin üretimine ilişkin çok az verinin olduğunu belirtmiştir. Bu da keçi sütü ürünleri üzerine yapılan araştırmaların eksikliğini ve bu ürünler ile ilgili daha fazla araştırma yapılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Aynı çalışmada [15], keçi sütü ile karşılaştırıldığında inek sütünün ticari olarak etkili olduğu vurgulamaktadır.

2.5. Tereyağının Bileşimi

Tereyağının bileşimi, genel olarak süt yağı, su ve tuzlu tip tereyağında ek olarak tuzdan ibarettir. Bu üç ana unsurun miktarı, tüzükte belirlenen sınırlar içerisinde ülkeden ülkeye, hammadde, sütün elde edildiği hayvanın ırkı, türü, yem çeşidi, laktasyon dönemi ve elde edildiği mevsimlere bağlı olarak değişiklik göstermektedir. Dolayısıyla bu faktörler, tereyağının bileşimine direkt etki etmektedir. Tuzsuz tereyağı en az %82 oranında süt yağı içermelidir. Su miktarı ise en fazla, %16 olmalıdır. Buna göre yasalara uygunluk ve ekonomik üretim esas alındığında tereyağında yaklaşık %2 oranında diğer maddeler bulunabilir [5]. Bu maddeler içinde %0,5–%0,8 süt şekeri ve süt asidi, %0,6–0,7 protein ve %0,14 oranlarında mineral maddeler bulunmaktadır.

Tereyağlarda %0,2–%0,45 oranlarında lesitin, kefalin ve sifingomiyolinden oluşan fosfatidler bulunmaktadır. Tereyağının kolesterol miktarı 240 mg/100 gramdır [16]. Çeşitli kaynaklara göre tereyağı bileşimi Çizelge 2.2’ de verilmiştir [16].

Çizelge 2.2. Çeşitli kaynaklara göre tereyağı bileşimi (%) [16]

Madde (%)	R.C.Adam [17]	E.R.İzmen [18]	E.Spreer [19]	W.K. Sacks [20]
Süt yağı	80–90	84,0	82	82,8
Su	8–18	14,7	15,5	14,82
Protein	0,1–3,50	0,54	0,6	0,665
Süt şekeri	0,15–1,20	0,65	0,4	-
İnorganik madde	0,10–0,28	0,11	1,5	1,43
Tuz	0–5	-	-	-

Çizelge 2.2’ de ismi geçen maddelerden başka tereyağlarının bileşiminde fosfolipitler, vitaminler, renk maddeleri, hava, çeşitli mikroorganizma ve enzimler de bulunmaktadır [16].

2.5.1. Süt yağı

Tereyağı üretimi süt yağının bir konsantrasyon işlemidir. Tereyağının bileşiminde, sütün kuru maddesini oluşturan öğelerin tümü bulunmaktadır. Ancak, bunların oranları arasında farklılıklar mevcuttur. Örneğin, tereyağı yapımında sütün yağ içeriği, yaklaşık 20 misli kadar konsantre edilir buna karşın yağ dışındaki bileşenlerde azalmalar meydana gelir. Sütte yağ oranı ortalama %4,2, kremada %30–%40 oranları arasında, tereyağında ise minimumun %80 oranındadır [21].

Süt yağ globüllerinin etrafında bir membran mevcuttur. Bu membran, yağ küreciklerinin birbirine yapışmasını önler. Membranın mevcudiyeti, elektron mikroskopla yapılan incelemeler sonucu kanıtlanmıştır. Tereyağının oluşabilmesi için globülleri saran membranın çeşitli biçimde parçalanması gerekir. Yağ kürecikleri, sıvı ve katı yağ kısımlarından oluşur. Zarın çatlamasıyla serbest kalan yağ globülleri, şekillerini muhafaza ederek birbirleriyle birleşme imkânı bulur ve böylece tereyağı topaklarını oluştururlar [22].

Süt yağı başlıca %97–98 oranında trigliseritlerden oluşmuş, enerji ve besin öğelerini uygun miktarlarda içeren ve gıdalarda istenilen tekstür ve aroma özelliklerin oluşumuna katkı sağlayan bir üründür. Süt yağında %25 oranında tekli doymamış yağ asitleri ve %5 çoklu doymamış yağ asitleri olmak üzere %30 oranında toplam doymamış yağ asitler bulunmaktadır. Yağ asitlerinin karbon sayısı (zincir uzunluğu), doymamışlık derecesi ve yağ asitlerinin trigliserit içerisinde pozisyonel dağılımları, yağların besinsel ve fiziksel özelliklerini etkilerken, bu yağı içeren gıdaların tüketici beğenisinde de etkin rol oynamaktadırlar [23].

Tereyağındaki süt yağının yüksek doymuş / doymamış yağ asidi oranı, yüksek kan basıncı, insülin direnci ve hiperlipidemi özellikle kötü huylu kolesterol gibi kardiyovasküler hastalık riskinde etkide bulunmaktadır [24].

Konjuge linoleik asit (CLA), oktadekadienoik asidin ($C_{18:2}$) pozisyonel (8–10, 9–11, 10–12 ve 11–13. karbon atomları arasında çift bağ içermesi) ve geometrik (*cis*, *cis*; *cis*, *trans*; *trans*, *cis* ve *trans*, *trans*) izomerlerinin konjuge çift bağ yapısındaki grupları ifade eden bir terimdir [24].

Trans yağ asitleri çok eski çağlardan bu yana insan beslenmesinde yer almaktadır. Çünkü inek ve koyun gibi geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında az miktarda bulunurlar. Keçi, koyun ve inek sütlerinden üretilen tereyağlarında %0,11–%0,26 arasında değişen oranlarda *trans* yağ asidi bulunmaktadır. *Trans* yağ asitleri geviş getiren hayvanların midelerinde bulunan flora aracılığı ile oluşmakta ve dolayısıyla bu hayvanların yağlarının bileşiminde doğal olarak düşük miktarda bulunmaktadır. Değinilen ruminant aktivite sonucu oluşan bu *trans* yağ asitleri süt ve süt ürünlerinde %2–%8 oranlarında bulunabilmektedir [25].

Süt yağı, gliserinin doymamış ve doymuş yağ asitleri ile birleşerek meydana getirdikleri esterlerin karışımıdır. Süt yağı, süt serumu içerisinde yağ globülleri halinde dağılmış durumda bulunur. Süt yağının kimyasal bileşimi, elde edilecek tereyağının fiziksel özelliklerini doğrudan etkilemektedir. Süt yağının %96' sını açıl karbon sayıları 24 ile 54 arasında olan (çok sayıda) 150'den fazla değişik trigliseritler oluşturmaktadır [26].

Yemleme, laktasyon periyodu, genetik etkiler ile süt yağındaki trigliserit bileşimi önemli ölçüde değişir. Yazın uzun zincirli trigliseritler (özellikle C₅₄) %8,3' lük oranla oldukça yüksek miktardadır. Kışın ise bu oran %1,7' e düşmektedir. Bu da mera yeminde bulunan yüksek miktarda 18 C' lu stearik asidin fazla olmasından kaynaklanmaktadır. Kışın yemlerde, yağ miktarı düşük rasyon uygulanması nedeniyle süt bezlerinde yağ asitlerin artan biyosentezi sonucunda özellikle kısa zincirli yağ asitleri ve böylece daha düşük karbon sayılı trigliseritler oluşmaktadır [26].

Tereyağın bileşiminde en çok yüzdelik orana sahip olan süt yağının esas unsurları C, H ve O' dir. Yağlar, bu esas unsurlardan teşekkül eden birçok yağ asitlerinin gliserinle meydana getirdiği esterlerdir. Bu yağ asitlerinin çeşit ve oranı farklı tür hayvan sütü yağlarında farklılıklar göstermektedir [26].

İnek sütünden elde edilen tereyağlarının yağ fraksiyonundaki yağ asitleri oranının farklı kaynaklardaki sonuçları Çizelge 2.3' de verilmiştir.

Çizelge 2.3. Farklı kaynaklara göre inek sütünden elde edilen tereyağlarının yağ fraksiyonundaki yağ asitleri oranları (%) [26]

Yağ asidi (% oranı)	Z.Yöney [27]	H.C. Deeth [28]
Bütirik asit (C _{4:0})	3,7	3,0–4,45
Kaproik asit (C _{6:0})	2,0	1,3–2,2
Kaprilik asit (C _{8:0})	1,0	0,8–2,5
Kaprik asit (C _{10:0})	2,6	1,8–3,8
Laurik asit (C _{12:0})	1,7	2,0–5,0
Miristik asit (C _{14:0})	9,3	7,0–11,0
Palmitik asit (C _{16:0})	25,4	25,0–29,0
Stearik asit (C _{18:0})	10,7	7,0–13,0
Oleik asit (C _{18:1})	32,4	30,0–40,0
Diğer asitler	5,8	3,0–6,0

Çizelge 2.3 incelendiğinde oleik asit toplam yağ asitlerinin 1/3' ünü oluşturmakta ve bu yağ asidi düşük derecede kaynama noktası gösterdiğinden, tereyağında miktarı artıkça tereyağı yapısal olarak gevşeklik ve yumuşaklık kazanmaktadır.

Çizelge 2.4’ de ise inek sütünden elde edilen tereyağının esasını oluşturan yağ fraksiyonun içerdiği yağ asitleri verilmiştir [26].

Çizelge 2.4. İnek sütünden elde edilen tereyağının esasını oluşturan yağ fraksiyonun içerdiği yağ asitleri [26].

Doymuş yağ asitleri	Doymamış yağ asitleri
Bütirik asit (C _{4:0})	Desen asidi (C _{10:1})
Kaproik asit (C _{6:0})	Dodecen asidi (C _{12:1})
Kaprilik asit (C _{8:0})	Tetradecen asidi (C _{14:1})
Kaprik asit (C _{10:0})	Hexadecen asidi (C _{16:1})
Laurik asit (C _{12:0})	Octadecen asidi (C _{18:1})
Miristik asit (C _{14:0})	Octadecdien asidi (C _{18:2})
Palmitik asit (C _{16:0})	20 ve 22 C atomlu doymamış yağ asitleri

Tereyağının yağ fraksiyonunda Çizelge 2.4’ de belirtilen yağ asitlerinin dışında diğer yağ asitleri de bulunur. Tanımlaması yapılmış olan bu yağ asitlerinin 27 adedi %0,1’ in altındaki konsantrasyonlar halinde mevcuttur [26].

Tereyağının yağ kısmında triolein, tristearin, butiropalmitolein, butirodiolein ve oleodipalmitin gibi basit ve karışık trigliseritler bulunmaktadır. Lipolize uğrayarak acımış sütlerden yapılmış tereyağlarında monogliseritlere ise % 0,189 oranında rastlanmaktadır [26].

Süt yağının yapısı ve süt yağından meydana gelen tereyağı ve sadeyağın yapısı, sütü veren hayvanın tür, ırk, yem, sağlık, fizyoloji durumu, mevsimler v.s. gibi faktörler etkisi altında değişiklikler arz eder. Bu sebeplerden dolayı çeşitli türlerin veya ırkların süt yağları dolayısıyla tereyağları ve sadeyağları renk, kıvam, lezzet, yumuşaklık, sertlik gibi özelliklerce farklılık gösterir. Değinilen sebeplerden dolayı süt yağlarının dolayısıyla tereyağlarının ve sadeyağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde de bazı farklılıklar göze çarpar. Mesela dünya piyasalarında tereyağları arasında en üstün tutulan inek yağlarına bu değeri kazandıran renkleri, tatları ve kıvamlarıdır [27].

Tereyağının kıvamı da süt yağının bileşimindeki yağ asitlerinin oranı ve çeşidine bağlıdır. Süt yağında, erime noktası düşük olan yağ asitlerinin çoğalması yağı yumuşatır. Erime noktası yüksek olan yağ asitleri de tereyağını sertleştirir [27].

Tereyağının bileşimdeki esas unsur olan süt yağının çeşitli bitkisel ve hayvansal yağlardan başlıca farkı, diğer yağ asitleri yanında bütirik asit, kaproik asit ve kaprilik asit gibi düşük moleküllü yağ asitlerinin gliseritlerini de ihtiva etmesidir. Bu gibi çeşitli asitlerle ilgili bulunan fiziksel ve kimyasal yağ konstantları, tereyağlarının kalitesini veya tereyağına hile yapıp yapılmadığını anlamada işe yaramaktadır [28].

2.6. Tereyağına ve Süt Yağına Ait Fiziksel ve Kimyasal Özellikler

Yağ bileşimi hakkında bilgi edinmek yağ asitlerini tayinle mümkün olabilmektedir. Bunun dışında yağın lipit kısmının yapısını ve bileşimini anlamak üzere yağın fiziksel ve kimyasal durumları ile ilgili bilgi veren ‘konstantlar’ veya ‘sayılar’ denen değerler belirtilir. Bu değerler süt yağlarının buna bağlı olarak da tereyağlarının ve sadeyağların kalitesini belirleyen en önemli unsurlardır [29].

2.6.1. Kırılma indisi (Refraksiyon)

TS 1331 Tereyağı Standardı’nda [5], konu ile ilgili olarak herhangi bir sınırlama olmamakla birlikte, tereyağlarının kırılma indisi genellikle 40 °C’ de 1,4520–1,4620 arasındadır [30]. Farklı tür hayvanlardan elde edilen süt yağlarının kırılma indisleri Çizelge 2.5’ de verilmiştir [31].

Çizelge 2.5. Çeşitli yağların kırılma indisleri (40 °C’ de) [31]

Süt Yağı	Kırılma indisi
İnek	1,4520–1,4620
Koyun	1,4520–1,4558
Keçi	1,4536–1,4569

2.6.2. Sabunlaşma sayısı

Sabunlaşma sayısı, tereyağların başka yağlarla katkılı olup olmadığını anlamada ve ortalama olarak yağın molekül ağırlığını belirlemede yararlanılan bir değerdir. Yağ asitlerinin molekül ağırlığı arttıkça sabunlaşma sayısı düşmekte, asitlik artışı ve acılaşma durumlarında sabunlaşma sayısı yükselmektedir. Sabunlaşma sayıları tereyağlarında 208–245 değerleri arasında değişmesine karşın bitkisel yağlarda 200’ ün altındadır [30]. TS 1331 Tereyağı Standardı’nda [5], tereyağının sabunlaşma sayısına ilişkin herhangi bir veriye rastlanmamıştır.

Tereyağlarındaki sabunlaşma sayıları tür, ırk, depolama süresi, tereyağının bileşimi ve üretim yöntemi ile tereyağındaki doymamış yağ asidi içeriğinin mevsimlere göre değişim göstermesinden dolayı farklılıklar gösterebilir [30]. Farklı hayvan türlerinden elde edilen süt yağlarının sabunlaşma sayısı değerleri Çizelge 2.6’ da verilmiştir [31].

Çizelge 2.6. Çeşitli yağların sabunlaşma sayıları [31]

Süt yağı	Sabunlaşma sayısı (mg KOH/g yağ)
İnek	208–240
Koyun	216–248
Keçi	212–244

2.6.3. Asit sayısı

Tereyağlarında lipoliz düzeyini belirlemek amacıyla yapılan asit sayısı tayini, 1 g saf yağdaki serbest yağ asitlerini nötralize etmek için gerekli KOH’ın mg olarak miktarı şeklinde ifade edilebilir [30]. TS 1331 Tereyağı Standardı’ nda [5], asit sayısı ile ilgili herhangi bir sınırlama getirilmemiştir.

2.6.4. İyot sayısı

TS 1331 Tereyağı Standardı’ nda [5], iyot sayısına ilişkin herhangi bir kayıt bulunmamaktadır. Tereyağının iyot sayısı mevsim, laktasyon, yemleme vb. etkilere bağlı olarak 20–46 değerleri arasında değişebilmektedir [30]. Çünkü iyot sayısı tereyağındaki yağ bileşimine, hayvanın cinsine, hayvan yemine, tereyağlarının üretildiği mevsime ve nasıl üretildiğine göre değişiklik arz eder [32]. Farklı tür hayvan sütlerinin yağlarına ait iyot sayıları Çizelge 2.7’ de verilmiştir [31].

Çizelge 2.7. Çeşitli yağların iyot sayıları [31]

Süt yağı	İyot sayıları
İnek	21–53
Koyun	27–45
Keçi	20–39

2.7. Sadeyağlar

Sadeyağ, Türk Gıda Kodeksi Tereyağı ve Sadeyağ Tebliği'ndeki [33] tanımına göre, süt ve / veya süt ürünlerinden elde edilen, su ve ya yağsız kuru madde unsurlarının tamamına yakın bölümü uzaklaştırılmış ağırlıkça en az %99 oranında süt yağ içeriğine sahip bir süt mamulüdür.

Sadeyağ; süt, krema ve yoğurttan elde edilen tereyağın eritilmesi sonucu oluşan köpük ve suyun uzaklaştırılması ile elde edilir. Sadeyağın süt yağı oranı en az %99, su oranı en çok %1, asitlik (% laktik asit) oranı en fazla %0,36 olmalıdır [33].

Uluslararası standartlara göre sadeyağın en az %96 oranında süt yağı içermesi gerekirken, nem oranı en çok %0,3, serbest asitlik oranı en çok %0,3 ve peroksit sayısı değerleri en çok 1 meq O₂/kg sadeyağ olmalıdır [34].

Sadeyağın doymuş yağ asitleri ve kolesterol içerikleri, süt ürünlerinin kalp-damar hastalıklarını oluşturma riskini arttırıcı etkiye sahip olabileceği ile ilgili bazı soruları gündeme getirmesine rağmen, sadeyağ üzerinde gerçekleştirilen çalışmalarda bu kaygıların yersiz olabileceğini ortaya konulmuştur [35].

Gupta ve Prakash [35], Hindistan'ın kırsal bölgelerinde 20 yaş üzerindeki 2000 erkek üzerinde gerçekleştirdikleri bir araştırmada aylık 1 kg üzerinde sadeyağ tüketenlerin, sadeyağ tüketmeyenlere göre kalp-damar hastalıklarına yakalanma oranlarının daha düşük olduğunu saptamışlardır.

Kumar ve ark. [36], diyetle %10'a varan oranlarda sadeyağ eklenmesinin kalp-damar hastalıklarını oluşturma riskini arttıracak yönde etkilemediğini belirlemişlerdir.

Chin ve ark. [37], birçok deney hayvanı üzerinde gerçekleştirdikleri çalışmalarının sonuçlarına dayanarak sadeyağın yüksek oranda konjuge yağ asitleri içeriği nedeniyle antikanserojenik etkiye sahip olduğunu belirtmektedirler.

Rama ve Subramanian [38] ise ev yapımı sadeyağlarında oluşan kolesterol oksidin, kalp-damar hastalıklarına yakalanma riskini arttırabileceğini belirtmektedirler.

2.8. Tez Konusuyla İlgili Yapılan Çalışmalar

Ülkemizde tereyağının genel nitelikleri üzerine ilk araştırma Ungan [39] tarafından 1946 yılında yapılmıştır. Araştırmacı inek sütünden elde edilen tereyağlarının sabunlaşma sayısını 221,3–228,3 mg KOH/g yağ arasında olduğunu saptamıştır.

Adam [40], Türkiye’de kıvırcık koyunlarının sütlerinden elde edilen tereyağlarının bileşimi üzerine yaptığı araştırmada, ortalama kırılma katsayısını 1,4547, sabunlaşma sayısını 237,61 mg KOH/g yağ ve iyot sayısını 42,37 olarak tespit etmiştir.

Adam [41], Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine yaptığı çalışmada tereyağların ortalama kırılma katsayısını 1,460, asit sayısını 13,78 mg KOH/g yağ, sabunlaşma sayısını 237,61 mg KOH/g yağ, iyot sayısını 42,87 olarak saptamıştır.

Yöney [42], Türkiye’nin değişik yerlerinden elde ettiği 50 adet tereyağı örneğini incelemeye almış ve yağ oranını %72,08–%88,64 arasında ve ortalama %82,53, kırılma katsayısını 1,4563–1,4606 arasında ve ortalama 1,4589, asit sayısını 0,6–34,8 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 5,92 mg KOH/g yağ, sabunlaşma sayısını 214,09–237,49 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 224,926 mg KOH/g yağ ve iyot sayısını 27,33–51,51 arasında ve ortalama 40,85 olarak belirlemiştir.

Eralp [43], İzmir ili süt ürünleri üzerine yaptığı araştırmada 20 adet tereyağı örneğini incelemeye almıştır. Analiz sonucunda ortalama yağ oranı %82,65, asit sayısı 13,3 mg KOH/g yağ, iyot sayısı 36,3, sabunlaşma sayısı 230,91 mg KOH/g yağ, kırılma katsayısı 1,4598 olarak bulunmuştur.

Omurtag ve Peker [44], 50 adet tereyağı örneğinin iyot sayısını 30–33 değerleri arasında ve sabunlaşma sayısını 228–231 mg KOH/g yağ değerleri arasında olduğunu belirlemişlerdir.

Ergin [45], Doğu Anadolu mor Karaman koyunlarının süt yağlarında iki laktasyon dönemi boyunca meydana gelen değişiklikler üzerine yaptığı çalışmada, ortalama olarak kırılma katsayısını 1,4544, sabunlaşma sayısını 240,17 mg KOH/g yağ ve iyot sayısını 35,3 olarak saptamıştır.

Uraz [46], Saanen ve Kilis keçisi sütlerinden elde edilen tereyağlarının fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerine gerçekleştirdiği çalışmada, asit sayısını ortalama 1,66 mg KOH/g yağ, kırılma katsayısını 1,4573–1,4594 arasında ve ortalama 1,4584, sabunlaşma sayısını 227,29–241,22 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 235,19 mg KOH/g yağ, iyot sayısını 28,18–35,66 arasında ve ortalama 30,65 olarak saptamıştır.

Atamer ve Kaptan [47], Ankara’da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının niteliklerini incelemişler ve süt yağı içeriğini ortalama %79 bulurken, iyot sayısını 25,31–49,31 arasında ve serbest asitlik değerini %0,26–%2,43 oranları arasında tespit etmişlerdir.

Kurdal ve Koca [48], Erzurum il merkezinde tüketime sunulan tereyağlarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine yaptıkları çalışmada, süt yağ oranlarının %75–%84 arasında, asit sayısının 0,97–4,42 mg KOH/g yağ arasında, iyot sayısının 31–46 değerleri arasında olduğunu saptamışlardır.

Çon [49], Samsun piyasasında satışa sunulan tereyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiş ve tereyağların lipit oranını ortalama %75,74, asit sayısını ortalama 3,25 mg KOH/g yağ, kırılma katsayısını ortalama 1,4544 olarak saptamıştır.

Hayaloğlu’ nun [50], Malatya yöresindeki 14’ü kremadan ve 11’i yoğurttan elde edilen 25 değişik tereyağının fizikokimyasal, mikrobiyolojik ve duyuşsal nitelikleri üzerine yaptığı karşılaştırılmalı bir çalışmada bulunan analiz sonuçları Çizelge 2.8’ de verilmiştir. Yapılan çalışmada krema ve yoğurttan elde edilen tereyağlarının asit sayıları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur. Tereyağların asit sayısı üzerinde hammadde farklılığının $P < 0,05$ düzeyinde etkili olduğu saptanmıştır. Yapılan bu çalışmada krema ve yayık tereyağlarının fizikokimyasal özellikleri arasındaki farklılığın asit sayısı dışındaki diğer fizikokimyasal özellikler açısından önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$).

Çizelge 2.8. Tereyağının bazı nitelikleri üzerine yapılan karşılaştırılmalı bir çalışmada bulunun analiz sonuçlarının ortalama değerleri [50]

Tereyağı çeşitleri	Yağ (%)	Asit sayısı (mg KOH/g yağ)	Kırılma indisi	İyot sayısı	Sabunlaşma sayısı (mg KOH/g yağ)
Yayık tereyağı	78	2,28	1,46	36,12	222
Krema tereyağı	77	1,46	1,46	34,57	220

Aykanat [51], Adana ilinde tüketime sunulan 9 adet tereyağı örneğini standartlara uygunluğu açısından incelemeye almıştır. Analiz sonuçlarında yağ oranı ortalama %79,66, kırılma katsayısı ortalama 1,4545 olarak bulunmuştur. Araştırmacı, tereyağlarının sadece %44,44’ ünü ambalaj özellikleri açısından standartlara uygun bulmuştur. Diğer taraftan örneklerin %77,78 ‘inin süt yağı oranı açısından standartlara uygun olduğu görülmüştür.

Esis [52], Ağrı piyasasında satışa sunulan 20 adet tereyağı örneğinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini incelemiştir. Örneklerin ortalama yağ oranı %65,80, asit sayısı 2,64 mg KOH/g yağ, sabunlaşma sayısı 225,25 mg KOH/g yağ, kırılma katsayısı 1,4555, iyot sayısı 31,10 olarak bulunmuştur.

Şengül ve ark. [53], Trabzon ili ve ilçelerinden topladıkları 15 adet tereyağı örneğinin bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerini saptamışlardır. Yapılan çalışmada tereyağı örneklerinin ortalama yağ oranı %82, kırılma katsayısı 1,4543, iyot sayısı 34,02, sabunlaşma sayısı 221,97 mg KOH/g yağ olarak bulunmuştur.

Atamer ve Şenel,’ in [54], inek, koyun ve keçi sütlerinden üretilen yayık tereyağlarının bazı nitelikleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, serbest asitlik oranı en fazla inek (%0,63) sonra keçi (%0,31) en düşük ise koyun (%0,21) yayık tereyağında tespit edilmiştir. Çalışmada bulunan sonuçlara [54] göre bütirik asit tüm örneklerde iz miktarda saptanmış, kaproik, kaprilik, laurik, stearik, oleik ve linoleik asit en fazla keçi sonra koyun ve inek tereyağında belirlenmiştir ve kaprik, miristik, palmitik asit en fazla inek tereyağında sonra koyun ve keçi tereyağında saptanmıştır.

Çalışma [54] sonucunda bulunan koyun, keçi ve inek tereyağlarında serbest yağ asitlerinin ortalama miktarları Çizelge 2.9' da verilmiştir [54].

Çizelge 2.9. Farklı tür yayık tereyağlarının ortalama serbest yağ asit içerikleri (ppm)

Serbest yağ asitleri içerikleri	İnek tereyağları	Koyun tereyağları	Keçi tereyağları
C _{4:0}	İz	İz	İz
C _{6:0}	11,97	9,44	15,87
C _{8:0}	16,10	38,26	37,87
C _{10:0}	36,27	12,50	16,35
C _{12:0}	53,78	66,18	86,73
C _{14:0}	142,83	110,82	74,36
C _{16:0}	457,58	434,46	390,27
C _{18:0}	106,76	147,19	272,61
C _{18:1}	217,10	328,87	560,25
C _{18:2}	42,59	45,84	49,95

Sağdıç ve ark. [55] tarafından yapılan farklı tür sütlerden (keçi, inek ve koyun) üretilen yayık tereyağlarının fizikokimyasal özelliklerinin değerlendirildiği bir çalışmada, ortalama yağ içeriği oranı en yüksek koyun (%83,80) sonra keçi (%82,90) en düşük ise inek tereyağlarında (%82,15) bulunmuştur. Tereyağları, kırılma indisleri bakımından değerlendirildiğinde, kırılma indisi değerleri ortalaması en yüksek koyun (1,4690) sonra inek (1,4585) en düşük ise keçi tereyağlarında (1,4585) görülmüştür. İyot sayısı ortalaması en yüksek koyun (39,45) sonra inek (34,35) en düşük ise keçi tereyağlarında (32,35) bulunmuştur. Ortalama asit sayısı en yüksek koyun (0,92) sonra inek (0,67) en düşük ise keçi (0,64) tereyağlarında saptanmıştır.

Çalışmada [55], ortalama doymuş yağ asidi oranı en yüksek keçi (%73,88) sonra koyun (%69,10) en düşük ise inek (%67,06) tereyağında saptanmıştır. En yüksek orana sahip doymuş yağ asidi palmitik asit (C_{16:0}) olarak bulunurken, miristik asit (C_{14:0}) ve stearik asit (C_{18:0}) de tereyağlarında hakim doymuş yağ asitleri olarak gözlenmiştir. Toplam doymamış yağ asidi oranı ortalaması ise en yüksek inek (%24,01) sonra keçi (%21,20) en düşük ise koyun (%20,22) tereyağlarında tespit edilmiştir.

Aynı çalışmada [55], keçi, koyun ve inek sütlerinden elde edilen yayık tereyağlarının tekli doymamış yağ asidi içerikleri sırasıyla ortalama %21,20, %20,22, %24,01 olarak tespit edilmiştir. Yayık tereyağı örneklerinin tekli doymamış yağ asitleri arasında en yüksek içeriğin oleik aside ait olduğu saptanmıştır. Çalışma sonucunda farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarının tekli doymamış yağ asitleri oranı arasındaki farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ($P < 0,001$)

Yapılan çalışmada [55], keçi, koyun ve inek sütünden elde edilen tereyağlarının çoklu doymamış yağ asitleri oranı sırasıyla ortalama %1,44, %2,96, %1,34 olarak tespit edilmiştir. Farklı tür sütlerden yapılan tereyağlarının çoklu doymamış yağ asidi oranı arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olduğu saptanmıştır ($P < 0,001$).

Sağdıç ve ark. [55] tarafından yapılan çalışmada elde edilen yağ asidi kompozisyonu Çizelge 2.10' da verilmiştir.

Çizelge 2.10. Farklı tür yayık tereyağlarının yağ asidi kompozisyonu (%) [55]

Yağ asitleri	Keçi tereyağı	Koyun tereyağı	İnek tereyağı
Doymuş yağ asitleri	73,88	69,10	67,06
C _{4:0}	6,87	3,55	1,83
C _{6:0}	0,56	1,34	1,18
C _{8:0}	1,16	1,64	0,81
C _{10:0}	6,15	5,08	1,97
C _{11:0}	0,05	0,19	0,03
C _{12:0}	4,34	3,44	2,4
C _{13:0}	0,05	0,08	0,12
C _{14:0}	11,54	11,31	11,17
C _{15:0}	0,59	1,10	1,89
C _{16:0}	34,75	27,87	33,72
C _{17:0}	0,52	0,92	1,07
C _{18:0}	6,97	12,11	10,47
C _{20:0}	0,34	0,49	0,43
Doymamış yağ asitleri	22,35	23,18	25,34
Tekli doymamışlar	21,20	20,22	24,01
C _{14:1}	0,53	0,39	0,96
C _{15:1 c}	—	—	—
C _{16:1}	1,67	0,88	0,81
C _{17:1 c}	0,33	0,31	0,46
C _{18:1 tr}	—	—	—
C _{18:1 c}	18,38	18,65	21,78
C _{20:1}	—	—	—
Çoklu doymamışlar	1,44	2,96	1,34
C _{18:2 tr}	0,11	0,26	0,16
C _{18:2 c}	1,26	2,49	1,18
C _{18:3 c}	0,07	0,22	—
Trans yağ asitleri	0,11	0,26	0,16
C _{18:1}	—	—	—
C _{18:2}	0,11	0,26	0,16

Atasoy ve ark. [56], Şanlı Urfa’ da üretilen ve satışa sunulan sadeyağların serbest yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi üzerine yaptıkları bir araştırmada, toplam 20 adet sadeyağ örneği incelenmiştir. Araştırma sonucunda sadeyağında toplam serbest yağ asidi miktarının 79,99 ile 89,54 mg 100 gr⁻¹ sadeyağ arasında değiştiği belirlenmiştir. Yağ asitleri bileşiminin ise %0,31–%0,74 bütirik asit, %0,32–%1,06 kaproik asit, %0,25–%0,79 kaprilik asit, %1,32–%2,65 kaprik asit, %2,54–%3,70 laurik asit, %11,12–%14,38 miristik asit, %27,62–%36,82 palmitik asit, %9,14–%14,50 stearik asit, %32,43–%38,53 oleik asit ve %0,14–%0,54 oranları arasında linoleik asit şeklinde olduğu saptanmıştır.

Batun ve ark. [57]’ nin yaptığı Van ve Çevresinde üretilen yemeklik sadeyağların kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri adlı bir çalışmada, Van ve çevresinden alınan 29 adet sadeyağ örneğinin asit sayısı, peroksit sayısı, nem, yağsız kuru madde ve tuz içeriği araştırılarak örneklerin standartlara uygun olup olmadıkları saptanmıştır. Çalışma kapsamına alınan 29 adet sadeyağ örneğinin yağ içerikleri %93,85 ile %99,40 arasında saptanırken örnekler yağ oranları bakımından incelendiğinde sadece 3 adet örneğin Gıda Mevzuatına uyduğu tespit edilmiştir. Asit sayısı bakımından 17 sadeyağ örneğinin Gıda Mevzuatına uygun olmadığı görülmüştür.

Sawaya ve ark. [58] tarafından yapılan, Suudi Arabistan ‘daki 2 farklı koyun ve 1 keçi türü sütlerinden yapılan tereyağı ve bu tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ayrıca yağ asidi bileşimlerinin incelendiği bir çalışmada, Nuaimi türü koyunundan elde edilen sütle yapılan tereyağının kırılma indisi 1,4602, bu tereyağından elde edilen sadeyağın kırılma indisi ise 1,4602 olarak bulunmuştur. Nuami türü koyun tereyağının iyot sayısı 23,2, bu tereyağından elde edilen sadeyağın iyot sayısı 31,8 bulunmuştur. Nuami türü koyun tereyağının sabunlaşma sayısı 232 mg KOH/g yağ, bu tereyağından elde edilen sadeyağın sabunlaşma sayısı 228 mg KOH/g yağ olarak bulunmuştur. Nuami türü koyun tereyağlarının asit sayısı 1,05 mg KOH/g yağ, bu tereyağından elde edilen sadeyağının asit sayısı 1,82 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır. Aardi türü keçiye ait sütlerden elde edilen tereyağlarının kırılma indisi 1,4568, iyot sayısı 24, sabunlaşma sayısı 240 mg KOH/g yağ, asit sayısı 1,16 mg KOH/g yağ, bu türe ait sadeyağının kırılma indisi ise 1,46, iyot sayısı 31,9, sabunlaşma sayısı 239 mg KOH/g yağ ve asit sayısı 3,26 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır.

Aynı çalışmada [58], Najdi türü koyun türüne ait süttten yapılan tereyağının kırılma indisi 1,4559, iyot sayısı 21,3, sabunlaşma sayısı 217, asit sayısı 0,96 mg KOH/g yağ bulunurken bu tereyağından elde edilen sadeyağın kırılma indisi 1,4591, iyot sayısı 28,4, sabunlaşma sayısı 207 mg KOH/g yağ, asit sayısı 1,91 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır.

Bu çalışmanın sonucunda [58], sadeyağların ve tereyağlarının fizikokimyasal değerleri birbirlerine yakın değerler çıkıp aynı türe ait sadeyağların ve tereyağlarının kırılma indisi arasında istatistiksel olarak bir fark gözlenmemiştir. Sadeyağların iyot sayısının, aynı türe ait tereyağların iyot sayısına göre fazla olduğu ve bu farkın istatistiksel açıdan önemli olduğu saptanmıştır. Tereyağlarının sabunlaşma sayısı, sadeyağlara oranla fazla bulunurken bu farkın istatistiksel açıdan önemli olmadığı belirlenmiştir. Sadeyağların asit sayısı aynı türe ait tereyağlarına göre daha yüksek çıkmış, bu fark istatistiksel açıdan önemli bulunmuştur. Koyun tereyağı ve sadeyağlarının kırılma indisi, keçi tereyağı ve sadeyağına göre fazla bulunmuştur. İyot sayısı, sabunlaşma sayısı ve asit sayısı gibi diğer fizikokimyasal özellikler bakımından ise keçi tereyağı, koyun tereyağına göre yüksek değer almıştır. Çalışmadaki koyun tereyağı ve keçi tereyağlarının fizikokimyasal özellikleri ile koyun sadeyağı ve keçi sadeyağlarının fizikokimyasal özellikleri arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır.

Aynı çalışmanın [58], yağ asidi bileşimleri sonuçlarında, toplam doymuş yağ asidi oranı, Aardi türü keçi tereyağında % 66,9, Najdi türü koyun tereyağında %74,1, Nuami türü koyun tereyağında %57,6 olarak bulunmuştur. Yağ asidi kompozisyonu detaylı bir şekilde incelendiğinde ise hem sadeyağı hem tereyağı örneklerinde doymuş yağ asitleri arasında en çok yüzde orana sahip olan yağ asidi palmitik asit ($C_{16:0}$), doymamış yağ asitleri içinde yüzdece en çok miktarda bulunan yağ asidi oleik asit ($C_{18:1}$) olarak saptanmıştır. Palmitik asit oranı Aardi keçi türü tereyağında ve Nuami koyun türü tereyağının her ikisinde de %28,6 olarak bulunurken Najdi koyun türü tereyağında %30,5 olarak bulunmuştur.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Kullanılan Kimyasallar

Çalışmada kullanılan bütün kimyasallar ‘Sigma’ firmasından temin edilmiştir. Bu tez çalışmasında; aseton, dietil eter, etil alkol, fenol fitalein, hegzan, hidroklorik asit, karbon tetra klorür, kloroform, metanol, nişasta, sodyum tiyosülfat, susuz sodyum sülfat, sodyum klorür kimyasalları kullanılmıştır. Metil esterlerinin oluşturulmasında kullanılan metanol kromatografik saflıktadır.

3.2. Kullanılan Alet, Ekipman ve Cihazlar

Ayırma hunisi, ağzı tıraşlı cam balon, beher, büret, ceketli ısıtıcı, erlen mayer, etüv, kapiler tüp, hassas terazi, Gaz Kromatografisi-Alev İyonizasyon Dedektörü (GC-FID), geri soğutucu, magnet, otomatik pipet, NMR cihazı, refraktometre, rotary evaporatör, termostatl su banyosu, santrifüj cihazı, su banyosu, termometre, vial, vorteks karıştırıcı ve genel laboratuvar alet ve ekipmanları kullanılmıştır.

3.3. Materyal

Çalışmada inek, koyun ve keçi sütünden elde edilen 15 adet tereyağı örneği Çizelge 3.1’ de gösterildiği şekilde Türkiye’nin farklı yörelerinden temin edilmiş ve kodlanmıştır. Farklı üreticiler tarafından üretilen tereyağı örnekleri analiz edilinceye kadar -18 °C’ de muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3.1. Tez çalışmasında kullanılan tereyağlarının temin edildiği yerler

Örnekler	Örneklerin alındığı yöreler	Tereyağı tipi	Üretici
İnek sütü tereyağları			
İ1	Kayseri (Develi)	Yayık	Çiftçi
İ2	Tokat (Niksar)	Yayık	Çiftçi
İ3	Malatya (Hekimhan)	Yayık	Çiftçi
İ4	Malatya (Arguvan)	Yayık	Çiftçi
İ5	Malatya	Krema	Fabrika (Karlıdağ)
Koyun sütü tereyağları			
KO1	Kayseri (Develi)	Yayık	Çiftçi
KO2	Malatya (Arguvan)	Yayık	Çiftçi
KO3	Malatya (Hekimhan)	Yayık	Çiftçi
KO4	Malatya (Atmalı)	Yayık	Çiftçi
KO5	Malatya (Arapgir)	Yayık	Çiftçi
Keçi sütü tereyağları			
KE1	Kahramanmaraş	Krema	Fabrika (Şensa)
KE2	Kayseri (Develi)	Yayık	Çiftçi
KE3	Kahramanmaraş	Krema	Fabrika (Doru)
KE4	Kahramanmaraş	Krema	Fabrika (Ak)
KE5	Malatya (Arguvan)	Yayık	Çiftçi

3.4. Yöntem

3.4.1. Sadeyağın elde edilmesi

Tereyağı örnekleri bir beher içerisinde 60 °C’ deki etüvde uygun süre bekletilerek yağ-su emülsiyonunun kırılması sağlanmış ve yağ fazı filtre edilerek diğer unsurlardan arındırılmıştır. Sadeyağlar 2 paralelli olarak elde edilmiştir. Elde edilen sadeyağı analiz edilinceye kadar -18 °C’ de bekletilmiştir.

3.4.2. Lipit miktarı

Yağ asidi birleşiminin belirlenmesinde kullanılan lipit fraksiyonu Folch *et.al.* [59]'da öngörüldüğü şekilde kloroform: methanol (2:1, v/v) karışımı kullanılarak yapılmıştır.

Yaklaşık 3 g tereyağı 60 mL solvent karışımı kullanılarak homojenize edilmiş ve yaklaşık 1 saat süresince çalkalanmıştır. Süre sonunda karışım filtre edilerek, filtrat 15 mL %1 NaCl çözeltisi ile yıkanmış ve bir ayırma hunisi kullanılarak fazlar ayrılmıştır. Altteki organik faz alındıktan sonra 20 mL solvent karışımı kullanılarak ikinci ekstraksiyon gerçekleştirilmiş ve elde edilen ekstraktlar birleştirilmiştir. Susuz sodyum sülfat ile suyu giderildikten sonra Rotary evaporatör RE 100 (Bibby Sterilin Ltd., UK) kullanılarak 37 °C' de organik çözücü uzaklaştırılmıştır. Azot gazı kullanılarak lipit fraksiyonunda kalan çözücü uzaklaştırılmış ve desikatöre alınarak sabit tartıma gelmesi beklenmiştir. Elde edilen yağ miktarı tereyağında % lipit olarak ifade edilmiştir.

3.4.3. Yağ asidi bileşimi

3.4.3.1. Metil esterlerinin oluşturulması

Metil esterleri, Şahin ve ark. [60]'nın kullandığı yöntemle göre hazırlanmıştır. Buna göre; Folch ekstraksiyonu ile elde edilen lipit fraksiyonundan yaklaşık 50 mg yağ, amber renkli viallere tartılmış ve üzerine 3 mL %6 HCl içeren metanol eklenmiştir. Vialler vortekslenmiş ve 75 °C' ye ayarlanmış bir etüvde 2 saat bekletilmiştir. Etüvden çıkarılan vialler buz üzerinde bekletilerek soğutulmuş, her bir vial 2 mL hegzan eklenerek çalkalanmış ve 2000 rpm' de 5 dakika santrifüjlenmiştir. Hegzan fazı bir pastör pipetiyle viallere alınarak yağ asidi bileşimini tespit etmek amacıyla kullanılmıştır.

3.4.3.2. Gaz kromatografisi ile yağ asidi bileşiminin belirlenmesi

Metil esterleri oluşturulan örneklerin yağ asidi bileşimi Agilent 7890A Gaz kromatografi sistemi, 7683B serisi oto enjektör ve alev iyonizasyonu dedektörü (FID) ile belirlenmiştir. Kromatografik ayırım için HP-88 kapillar GC kolonu (100 m×0,25×mm, 0,20 µm film kalınlıklı; J&W Scientific, USA) kullanılmıştır. Analiz şartları; enjektör sıcaklığı; 250 °C, fırın sıcaklığı programı; 140 °C' de 5 dakika, 4°C/dakika artışla 240 °C ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekleyecek şekilde belirlenmiştir.

Taşıyıcı gaz olarak helyum (30 mL/dk akış hızıyla) kullanılmış ve 1/30 split modu seçilmiştir. Ticari yağ asidi metil esterleri karışımı, dış standart olarak her bir yağ asidi metil esterinin çıkış zamanını belirlemek için kullanılmıştır. Her bir yağ asidinin % oranı, o yağ asidine ait pikin kalan alanının, toplam pik alanına bölümünden elde edilmiştir.

3.4.4. Asit sayısı tayini

American Oil Chemists' Society (AOCS) Methods Cd 3d-63 metodunda [61] tanımlandığı şekilde yapılmıştır. Buna göre; yaklaşık 5 g sadeyağı örneği alınarak 50 mL etilalkol:dietil (1/1, v/v) eter karışımında çözülmüş, çözeltinin üzerine 3 damla fenol fitalein damlatılmış ve renk pembe oluncaya kadar 0,5 N etil alkollü KOH ile renk pembe oluncaya kadar titre edilmiştir. Tereyağlarından elde edilen sadeyağ örneklerindeki % serbest yağ asitleri ve asit sayısı aşağıdaki formüller yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\% \text{ Serbest yağ asitleri} = \frac{V.M.N}{10P}$$

$$\text{Asit sayısı} = \frac{56,1.V.N}{P}$$

V: Harcanan etil alkollü KOH (mL)

N: KOH'in normalitesi

M: İfade edilecek asit cinsinin molekül ağırlığı (g)

P: Alınan örnek miktarı (g)

3.4.5. Sabunlaşma sayısı tayini

American Oil Chemists' Society (AOCS) Methods Cd 3-25 metodunda [61] tanımlandığı şekilde yapılmıştır. Buna göre; yaklaşık 2 g sadeyağı örneği ağız tıraşlı bir balon içerisinde 25 mL etilalkollü KOH çözeltisiyle karıştırılıp geri soğutucuda 1 saat kaynatılmıştır. Süre sonunda geri soğutucudan alınan balon içindeki çözeltiye 3-4 damla fenol fitalein eklenip renk pembeden beyaza dönünceye kadar 0,5 N HCl ile titre edilmiştir. Aynı işlem bir de şahit deney için yapılmıştır.

Her beş örnek için bir şahit deney gerçekleştirilmiştir. Tereyağlarından elde edilen sadeyağlardaki sabunlaşma sayısı aşağıdaki formül yardımıyla hesaplanmıştır.

$$\text{Sabunlaşma sayısı} = \frac{V_2 - V_1}{P} \times 28.05 \text{ mg KOH/g yağ}$$

V_1 : Örnek ile yapılan deney için harcanan 0,5 N HCl çözeltisi (mL)

V_2 : Şahit için harcanan 0,5 N HCl çözeltisi (mL)

P: Örnek ağırlığı (g)

3.4.6. Teorik iyot sayısı

Yağ asidi bileşimi kullanılarak iyot sayısı değerleri teorik olarak hesaplanmıştır. Yağ asitleri oranları ve her bir yağ asidinin molekül ağırlığı dikkate alınarak 1 mol yağ asidi ile trigliseridin molekül ağırlığı hesaplanmıştır. Bileşimde iyot bağlama özelliği olan doymamış yağ asitlerinin % oranları dikkate alınarak bağlayabilecekleri iyot miktarları hesaplanarak 1 mol trigliseridin bağlayabileceği iyot miktarı teorik olarak hesaplanmıştır. EK 1’ de teorik iyot sayısının nasıl hesaplandığı verilmiştir.

3.4.7. Kırılma indisi tayini

Keçi, koyun ve inek tereyağlarından elde edilen sadeyağların kırılma indisleri American Oil Chemists’ Society (AOCS) Methods Tp 1a–64 metodunda [61] tanımlandığı şekilde yapılmıştır. Buna göre; 40 °C ayarlı su banyosuna bağlanmış refraktometre yardımıyla sadeyağların kırılma indisleri okunmuştur.

3.4.8. Kayma noktası tayini

Kayma noktası tayini American Oil Chemists’ Society (AOCS) Methods Cc 3–25 metodunda [61] tanımlandığı şekilde yapılmıştır. Buna göre iç çapı 1mm, dış çapı 2mm ve uzunluğu 50–80 mm olan kapiler tüpleri, yağ seviyesi 10 mm olacak şekilde tamamen sıvı haldeki eritilmiş sadeyağı örneklerine daldırılmıştır. Ardından kapiler tüpler bir behere koyularak 4 °C’ deki buzdolabında 16 saat bekletilmiştir. Süre sonunda buzdolabından çıkarılan kapiler tüpler bir lastik bant ile termometreye bağlanmıştır. Daha sonra termometre, yarısına kadar saf su doldurulmuş 600 mL hacimli bir beher içerisine 30 mm dalacak şekilde daldırılmıştır.

Beherdeki saf su kapiler tüpteki yağda bir kayma hareketi oluncaya kadar ısıtılmış ve kapiler tüpteki yağda kayma hareketinin olduğu andaki termometre sıcaklığı sadeyağın erime noktası olarak kaydedilmiştir.

3.4.9. Katı yağ oranlarının belirlenmesi (Solid Fat Content, SFC)

Katı yağ oranları (SFC), pulsed nuclear magnetic resonance (p-NMR) ile Bruker PC/20 serisi NMR cihazı (Minispec) kullanılarak ölçülmüştür. I.U.P.A.C. 2, 50 resmi metodu [62] ile SFC belirlenmiş olup ölçümler 10, 20, 30 ve 35°C' lerde yapılmıştır.

3.5. İstatistiksel Analiz

Araştırma sonuçları one-way ANOVA (tek yönlü varyans analizi) ile incelenmiştir. Keçi, koyun ve inek sütlerinden elde edilen tereyağı ve bu tereyağlarından elde edilen farklı tür sadeyağlarının arasında incelenen parametrelerin ortalamalarının birbirinden farklı olup olmadıkları, Duncan çoklu karşılaştırma testine göre belirlenmiştir. Sonuçlar ($P < 0,05$) önem seviyesinde değerlendirilmiştir. Farklı grupların istatistiksel olarak önem düzeyleri a,b,c...şeklinde indislerle gösterilmiştir. Tüm istatistiksel analizlerin gerçekleştirilmesinde SPSS paket programı (sürüm16.0) kullanılmıştır.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Lipit Miktarı

Folch ekstraksiyonu yöntemi ile tespit edilen tereyağlarındaki lipit miktarları Çizelge 4.1’ de verilmiştir. Yapılan analiz sonuçları incelendiğinde farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarının ortalama lipit miktarları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı görülmüştür ($P > 0,05$).

Farklı koyun, keçi ve inek sütlerinden yapılan tereyağlarının analiz edildiği bu çalışmada en yüksek lipit içeriği sırasıyla koyun (%86,88) sonra inek (%82,38) en düşük ise keçi sütü tereyağlarında (%81,40) tespit edilmiştir.

Örneklerin tamamı dikkate alındığında tereyağlarının lipit içeriği %70,72 ile %93,10 oranları arasında ve ortalama %83,55 olarak saptanmıştır. Yapılan çalışmada %93,10’ luk lipit oranı ile en yüksek lipit miktarı içeriğine sahip tereyağının Kayseri’ nin Develi ilçesinden temin edilen koyun sütünden yapılan KO1 kodlu yayık tereyağı olduğu bulunurken en düşük lipit miktarı %70,76 oranı ile Malatya’ nın Atmalı yöresinden elde edilen koyun sütünden yapılan KO4 kodlu yayık tereyağında saptanmıştır.

Çizelge 4.1. Farklı hayvan sütlerinden üretilen tereyağlarının Folch ekstraksiyonu ile belirlenen lipit miktarları

Tereyağları		Lipit miktarı (%)
İnek sütünden üretilen tereyağı (İ)	İ1	82,03±0,67de
	İ2	80,03±1,94cde
	İ3	82,45±1,06e
	İ4	88,15±1,04f
	İ5	79,20±1,65cde
	Ortalama	82,38±3,49A
Koyun sütünden üretilen tereyağı (KO)	KO1	93,10±2,74g
	KO2	87,31±2,57f
	KO3	79,65±1,06cde
	KO4	70,76±1,33a
	KO5	87,47±0,04f
	Ortalama	86,88±8,65A
Keçi sütünden üretilen tereyağı (KE)	KE1	87,62±2,91f
	KE2	89,82±2,62fg
	KE3	77,40±0,23bc
	KE4	73,80±1,58ab
	KE5	78,35±0,40cd
	Ortalama	81,40±7,77A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarına ait lipit miktarı oranı için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağlarına ait lipit miktarı oranı (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.2. Yağ Asidi Bileşimi

Folch ekstraksiyonu ile elde edilen lipid fraksiyonundan oluşturulan metil esterleri GC ile incelenmiş ve tanımlanan her bir pik alanının toplam pik alanına oranlanması ile belirlenen % yağ asidi çeşitleri ve oranları Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4 'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre ayrımı ve tanımlaması yapılabilen yağ asidi sayısı 25 olarak saptanmıştır. Tanımlanan yağ asitleri 4 ile 20 arasında C atomuna sahip olup farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağları başta palmitik ($C_{16:0}$) asit olmak üzere, miristik ($C_{14:0}$), oleik ($C_{18:1}$ *cis*) ve linoleik ($C_{18:2}$) asitleri majör yağ asidi olarak içermektedirler.

İncelenen farklı tür sadeyağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi içeriği ortalama %65,64 olarak saptanırken en yüksek toplam doymuş yağ asidi içeriği ortalaması sırasıyla koyun (%69,45) sonra keçi (%65,73) en düşük ise inek sütü sadeyağlarında (%61,76) saptanmıştır.

Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asidi bileşimi Çizelge 4.2' de verilmiştir. Sadeyağların doymuş yağ asitleri içerikleri tek tek ele alınırsa; $C_{6:0}$, $C_{8:0}$, $C_{10:0}$, $C_{12:0}$, $C_{18:0}$, $C_{20:0}$, $C_{22:0}$ yağ asitleri oranları en fazla koyun, $C_{13:0}$, $C_{14:0}$, $C_{15:0}$, $C_{16:0}$ yağ asitleri oranları en fazla inek, $C_{4:0}$ ve $C_{17:0}$ yağ asitleri oranı ise en fazla keçi sütü sadeyağlarında saptanmıştır.

Yağ asidi kompozisyonu detaylı bir şekilde incelendiğinde sadeyağı örneklerinde doymuş yağ asitleri arasında en büyük orana sahip olan yağ asidi palmitik asit ($C_{16:0}$) olarak saptanmıştır. Palmitik asit içeriği, farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarında %26,8-%41,48 arasında ve ortalama %30,94 olarak bulunmuştur. Palmitik asit içeriği ortalaması en fazla inek (%34,4) sonra koyun (%28,67) en düşük ise keçi sütü sadeyağlarında (%30,31) bulunmuştur. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların palmitik asit oranı ortalamaları arasındaki farklılık, koyun ve keçi sütü sadeyağlarının palmitik asit oranı ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Palmitik asidi içeriğinden sonra sadeyağı örneklerinin yağ asidi bileşiminde hakim olan diğer bir doymuş yağ asidi de miristik asittir ($C_{14:0}$). Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların miristik asit oranı ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$). Çizelge 4.2 'de gösterildiği üzere miristik asit oranı ortalaması en yüksek inek (%11,05) sonra koyun (11,04) en düşük ise keçi sütü sadeyağlarında (%9,73) bulunmuştur.

Yapılan çalışmada sadeyağlarının toplam doymamış yağ asidi oranları %26,19- %44,91 arasında ve ortalama %35,22 olarak saptanmıştır. Çizelge 4.4 'de gösterildiği üzere toplam doymamış yağ asidi oranları ortalaması en yüksek inek (%38,80) sonra keçi (%35,07) en düşük ise koyun sütü sadeyağlarında (31,79) tespit edilmiştir. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların toplam doymamış yağ asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık, inek ve keçi sütü sadeyağlarının toplam doymamış yağ asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Sadeyağların doymamış yağ asitleri içerikleri tek tek ele alınırsa $C_{14:1}$, $C_{15:1}$, $C_{16:1}$, $C_{17:1}$, $C_{18:1c}$, $C_{18:3}$, $C_{20:2}$ yağ asitleri oranları en fazla inek, CLA oranı en fazla koyun, $C_{18:1tr}$, $C_{18:2}$, $C_{18:2tr}$, $C_{20:3}$ yağ asitleri oranı ise en fazla keçi sütü sadeyağlarında saptanmıştır. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asidi bileşimi Çizelge 4.3' de verilmiştir.

Yağ asidi kompozisyonu detaylı bir şekilde incelendiğinde sadeyağı örneklerinde doymamış yağ asitleri arasında en büyük orana sahip olan yağ asidi oleik asit ($C_{18:1c}$) olarak saptanmıştır. *Cis* oleik asit içeriği sadeyağı örneklerinde %17,87-%33,33 arasında ve ortalama %23,99 olarak bulunmuştur. *Cis* oleik asit oranı ortalaması en fazla inek (%26,95) sonra keçi (%23,69) en düşük ise koyun sütü sadeyağlarında bulunmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde ise farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların *cis* oleik asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık, inek ve koyun sütü sadeyağlarının *cis* oleik asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Cis oleik asidi içeriğinden sonra sadeyağı örneklerinde yağ asidi bileşiminde hakim olan diğer bir doymamış yağ asidi de linoleik asittir ($C_{18:2}$). Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların linoleik asit oranı ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$). Sadeyağı örneklerinin linoleik asit içeriği %2,04-%5,11 arasında ve ortalama %2,73 olarak bulunmuştur. Linoleik asit oranı ortalaması en yüksek keçi (%3,54) sonra koyun (%2,58) en düşük ise inek sütü sadeyağlarında (%2,48) saptanmıştır. Çalışmadaki sadeyağı örneklerinin tekli doymamış yağ asidi oranları %22,16-%40,38 arasında ve ortalama %29,28 bulunurken tekli doymamış yağ asidi oranı ortalaması en yüksek inek (%33,50) sonra keçi (%28,75) en düşük ise koyun sütü sadeyağlarında (%25,62) görülmüştür. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde ise farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların tekli doymamış yağ asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık, koyun ve keçi sütü sadeyağlarının toplam doymamış yağ asidi oranı ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Sadeyağlarda CLA oranları %0,27-%2,57 arasında ve ortalama%1,13 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.3 'de gösterildiği üzere CLA oranı ortalaması en yüksek koyun (%1,48) sonra keçi (%1,13) en düşük ise inek sütü sadeyağlarında (%0,78) bulunmuştur. Sonuçlar istatistiksel olarak incelendiğinde ise farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların CLA oranı ortalamaları arasındaki farklılık, inek ve koyun sütü sadeyağlarının CLA oranı ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0,05$).

Sadeyağlarının toplam *trans* yağ asidi içeriği %1,12-%4,77 arasında ve ortalama %3,24 olarak tespit edilmiştir. Toplam *trans* yağ asidi oranı ortalaması en fazla keçi (%3,65) sonra koyun (%3,5) en az ise inek sütü sadeyağlarında (%2,57) saptanmıştır. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan sadeyağların toplam *trans* yağ asidi ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmamıştır ($P > 0,05$). Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların toplam tekli doymamış, toplam doymamış ve toplam *trans* yağ asitleri bileşimi Çizelge 4.4' de verilmiştir.

Çizelge4.2. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asidi bileşimi

Sadeyağlar		Yağ Asitleri (%)					
		C _{4:0}	C _{6:0}	C _{8:0}	C _{10:0}	C _{12:0}	C _{13:0}
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	ISY1	0,41 ± 0,02ab	0,43 ± 0,06a	0,54 ± 0,07a	1,70 ± 0,18a	2,64 ± 0,21bc	0,09 ± 0,01bcd
	ISY2	0,27 ± 0,01ab	0,39 ± 0,01a	0,46 ± 0,00a	1,55 ± 0,01a	2,73 ± 0,01bc	0,12 ± 0,00e
	ISY3	0,40 ± 0,13ab	0,42 ± 0,13a	0,49 ± 0,13a	1,42 ± 0,29a	2,29 ± 0,32ab	0,09 ± 0,00cd
	ISY4	0,44 ± 0,11ab	0,52 ± 0,08abc	0,69 ± 0,10a	2,14 ± 0,22ab	3,36 ± 0,22cd	0,35 ± 0,01bcd
	ISY5	0,34 ± 0,01ab	0,40 ± 0,06ab	0,51 ± 0,06a	1,60 ± 0,17a	2,63 ± 0,19bcd	0,09 ± 0,01d
Ortalama		0,37 ± 0,07A	0,43 ± 0,05A	0,54 ± 0,09A	1,68 ± 0,28A	2,73 ± 0,39A	0,15 ± 0,11B
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	0,22 ± 0,04a	0,37 ± 0,04a	0,77 ± 0,08a	3,49 ± 0,24b	2,65 ± 0,13bc	0,07 ± 0,01ab
	KOSY2	0,49 ± 0,04ab	0,70 ± 0,11bcd	1,31 ± 0,19b	5,99 ± 0,70cd	4,93 ± 0,40f	0,11 ± 0,01de
	KOSY3	0,29 ± 0,01ab	0,59 ± 0,01abcd	1,35 ± 0,00b	6,06 ± 0,01cd	3,00 ± 0,00bcd	0,07 ± 0,00abc
	KOSY4	0,45 ± 0,01ab	0,83 ± 0,01d	1,79 ± 0,02c	7,64 ± 0,08e	3,72 ± 0,03de	0,09 ± 0,01cd
	KOSY5	0,41 ± 0,06ab	0,77 ± 0,11cd	1,56 ± 0,30bc	6,85 ± 1,03cde	4,38 ± 0,95ef	0,11 ± 0,01de
Ortalama		0,37 ± 0,11A	0,65 ± 0,18B	1,35 ± 0,38C	6,00 ± 1,56B	3,74 ± 0,94B	0,09 ± 0,02AB
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	0,41 ± 0,16ab	0,37 ± 0,11a	0,40 ± 0,09a	1,20 ± 0,19a	1,80 ± 0,18a	0,06 ± 0,01a
	KESY2	0,38 ± 0,19ab	0,75 ± 0,06bcd	1,52 ± 0,18bc	7,27 ± 0,88de	4,24 ± 0,40ef	0,09 ± 0,01cd
	KESY3	0,37 ± 0,08ab	0,41 ± 0,04a	0,53 ± 0,02a	1,74 ± 0,06a	2,71 ± 0,09bc	0,09 ± 0,01bcd
	KESY4	0,52 ± 0,30b	0,71 ± 0,35bcd	1,43 ± 0,54bc	6,46 ± 1,87cde	3,64 ± 0,73de	0,09 ± 0,01bcd
	KESY5	0,32 ± 0,01ab	0,49 ± 0,06ab	1,16 ± 0,06b	5,60 ± 0,09c	3,10 ± 0,03bcd	0,07 ± 0,01abc
Ortalama		0,40 ± 0,08A	0,54 ± 0,17AB	1,00 ± 0,52B	4,45 ± 2,79B	3,10 ± 0,93AB	0,08 ± 0,01A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asitleri değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asitleri değerleri için (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

Çizelge 4.2. (devamı) Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asidi bileşimi

Sadeyağlar		Yağ Asitleri (%)						
		C _{14:0}	C _{15:0}	C _{16:0}	C _{17:0}	C _{18:0}	C _{20:0}	C _{22:0}
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	ISY1	10,53 ± 0,68cde	1,18 ± 0,06cde	32,65 ± 1,08f	0,70 ± 0,02abcd	10,55 ± 0,09d	0,15 ± 0,04ab	0,54 ± 0,07a
	ISY2	11,38 ± 0,02de	1,93 ± 0,03f	41,48 ± 0,04h	0,89 ± 0,04ef	4,09 ± 0,01a	0,11 ± 0,00a	0,46 ± 0,00a
	ISY3	10,53 ± 0,74cde	1,10 ± 0,11bcd	31,76 ± 0,23ef	0,64 ± 0,02ab	5,80 ± 0,45b	0,15 ± 0,03ab	0,49 ± 0,13a
	ISY4	11,94 ± 0,31e	1,27 ± 0,06e	32,19 ± 0,23ef	0,62 ± 0,03ab	11,07 ± 0,57de	0,24 ± 0,04bcd	0,69 ± 0,10a
	ISY5	10,86 ± 0,57de	1,12 ± 0,04cde	32,14 ± 0,60f	0,63 ± 0,01abc	8,80 ± 0,40de	0,17 ± 0,04ab	0,51 ± 0,06a
	Ortalama	11,05 ± 0,61A	1,32 ± 0,35B	34,04 ± 4,17B	0,69 ± 0,11A	8,06 ± 3,03A	0,16 ± 0,05A	0,54 ± 0,09A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	9,61 ± 0,25bc	1,11 ± 0,01bcd	26,08 ± 0,08a	0,84 ± 0,00de	13,44 ± 0,51f	0,46 ± 0,04f	0,77 ± 0,08a
	KOSY2	15,28 ± 0,57f	1,22 ± 0,02de	35,83 ± 0,21g	0,62 ± 0,02ab	6,98 ± 0,54c	0,33 ± 0,06de	1,31 ± 0,19a
	KOSY3	8,93 ± 0,06ab	1,06 ± 0,01bc	25,64 ± 0,04a	1,02 ± 0,03f	18,49 ± 0,13j	0,43 ± 0,01ef	1,35 ± 0,00a
	KOSY4	10,07 ± 0,18bcd	0,98 ± 0,03b	27,56 ± 0,71b	0,87 ± 0,01def	15,09 ± 0,41g	0,29 ± 0,06cd	1,79 ± 0,02a
	KOSY5	11,33 ± 1,60de	1,12 ± 0,17bcd	28,24 ± 0,26bc	0,75 ± 0,19abcde	15,58 ± 0,28gh	0,30 ± 0,04d	1,56 ± 0,30a
	Ortalama	11,04 ± 2,52A	1,10 ± 0,09A	28,67 ± 4,14A	0,82 ± 0,15A	13,91 ± 4,28B	0,36 ± 0,08C	1,35 ± 0,38A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	7,85 ± 0,40a	0,82 ± 0,01a	30,38 ± 0,30d	0,71 ± 0,04abcde	16,72 ± 0,84h	0,18 ± 0,04abc	0,40 ± 0,09a
	KESY2	11,10 ± 0,35de	1,09 ± 0,02bcd	31,46 ± 0,78e	0,82 ± 0,04cde	11,26 ± 0,66de	0,49 ± 0,03f	1,52 ± 0,18a
	KESY3	10,68 ± 0,28cde	1,06 ± 0,04bc	32,29 ± 0,22ef	0,60 ± 0,01a	11,68 ± 0,18de	0,15 ± 0,01ab	0,53 ± 0,02a
	KESY4	9,50 ± 0,88bc	1,08 ± 0,05bcd	27,75 ± 0,12bc	0,60 ± 0,12a	11,90 ± 1,05e	0,17 ± 0,09ab	1,43 ± 0,54a
	KESY5	9,56 ± 0,45bc	1,08 ± 0,01bcd	28,71 ± 0,25c	0,79 ± 0,15bcde	15,17 ± 0,75g	0,31 ± 0,11de	1,16 ± 0,06b
	Ortalama	9,73 ± 1,27A	1,02 ± 0,12A	30,11 ± 1,88A	0,70 ± 0,10A	13,34 ± 2,45B	0,26 ± 0,14B	1,00 ± 0,52A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asitleri değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağların doymuş yağ asitleri değerleri için (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

Çizelge 4.3. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asidi bileşimi

Sadeyağlar		Yağ Asitleri (%)					
		C _{14:1}	C _{15:1}	C _{16:1}	C _{17:1}	C _{18:1α}	C _{18:1ω}
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	ISY1	0,81 ± 0,03b	0,39 ± 0,01ef	1,59 ± 0,01d	0,37 ± 0,01ab	2,65 ± 0,18cd	26,56 ± 1,51fg
	ISY2	1,83 ± 0,33d	0,47 ± 0,04f	3,37 ± 0,07f	0,80 ± 0,01ab	0,83 ± 0,04a	23,17 ± 0,33cde
	ISY3	1,35 ± 0,34c	0,23 ± 0,02abcd	3,50 ± 0,01f	0,81 ± 0,01ab	1,16 ± 0,08a	33,33 ± 1,02h
	ISY4	1,41 ± 0,37c	0,35 ± 0,04def	1,42 ± 0,12d	0,27 ± 0,02a	2,87 ± 0,01d	22,93 ± 0,74cde
	ISY5	1,13 ± 0,03b	0,28 ± 0,02bcde	2,41 ± 0,04d	0,53 ± 0,01ab	1,98 ± 0,13d	28,75 ± 0,66efg
	Ortalama	1,30 ± 0,37B	0,34 ± 0,10A	2,46 ± 0,97A	0,55 ± 0,25A	1,90 ± 0,89A	26,95 ± 4,32B
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	0,15 ± 0,02a	0,22 ± 0,02abc	0,70 ± 0,03ab	0,37 ± 0,02ab	2,73 ± 0,17cd	27,03 ± 1,53g
	KOSY2	0,38 ± 0,02a	0,47 ± 0,01f	2,14 ± 0,01e	0,34 ± 0,01ab	0,98 ± 0,00a	17,87 ± 0,91a
	KOSY3	0,06 ± 0,01a	0,19 ± 0,01a	0,39 ± 0,02a	0,26 ± 0,01a	3,65 ± 0,01e	21,21 ± 3,82bc
	KOSY4	0,10 ± 0,02a	0,20 ± 0,02a	0,47 ± 0,04ab	0,28 ± 0,01a	3,00 ± 0,08d	20,88 ± 0,62bc
	KOSY5	0,25 ± 0,19a	0,34 ± 0,18cde	0,57 ± 0,18ab	0,33 ± 0,06ab	2,94 ± 0,01d	19,69 ± 1,06ab
	Ortalama	0,18 ± 0,13A	0,28 ± 0,12A	0,85 ± 0,73A	0,31 ± 0,04A	2,66 ± 1,00A	21,34 ± 3,44A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	0,39 ± 0,04a	0,30 ± 0,00abcde	1,54 ± 0,44d	0,26 ± 0,00a	3,68 ± 0,09e	25,90 ± 0,71fg
	KESY2	0,15 ± 0,03a	0,21 ± 0,03ab	0,80 ± 0,30cb	0,35 ± 0,06ab	1,71 ± 0,21b	19,64 ± 1,17ab
	KESY3	0,91 ± 0,02b	0,31 ± 0,00abcde	2,08 ± 0,00e	0,31 ± 0,00ab	2,78 ± 0,04cd	26,17 ± 0,42fg
	KESY4	0,16 ± 0,04a	0,33 ± 0,04bcde	1,07 ± 0,03c	0,90 ± 0,96b	2,49 ± 0,25c	24,52 ± 1,90def
	KESY5	0,13 ± 0,00a	0,23 ± 0,02abcd	0,45 ± 0,08a	0,32 ± 0,08ab	3,37 ± 0,42e	22,25 ± 0,87cd
	Ortalama	0,35 ± 0,33A	0,27 ± 0,05A	1,19 ± 0,64B	0,43 ± 0,27A	2,80 ± 0,77A	23,69 ± 2,75AB

Çizelge 4.3. (devamı) Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asidi bileşimi

Sadeyağlar		Yağ Asitleri (%)					
		C _{18:2α}	C _{18:2}	C _{18:3}	CLA	C _{20:2}	C _{20:3}
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	ISY1	0,42 ± 0,03ab	3,58 ± 0,21d	0,64 ± 0,23a	0,54 ± 0,04abc	0,75 ± 0,07cdef	0,12 ± 0,00bcd
	ISY2	0,29 ± 0,08ad	2,06 ± 0,04a	0,38 ± 0,13a	0,74 ± 0,01abcd	0,59 ± 0,00bc	0,07 ± 0,01abc
	ISY3	0,45 ± 0,01ab	2,40 ± 0,16ab	0,32 ± 0,41a	0,64 ± 0,01abc	0,71 ± 0,01def	0,04 ± 0,01a
	ISY4	1,32 ± 0,04d	2,04 ± 0,11a	0,77 ± 0,01a	1,13 ± 0,01de	0,88 ± 0,00ef	0,07 ± 0,01abc
	ISY5	0,90 ± 0,11ab	2,31 ± 0,08cd	0,69 ± 0,57a	0,89 ± 0,05abc	0,80 ± 0,01ef	0,06 ± 0,02cd
	Ortalama	0,67 ± 0,43A	2,48 ± 0,64A	0,56 ± 0,20A	0,78 ± 0,23A	0,74 ± 0,11A	0,07 ± 0,03A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	1,41 ± 0,30	3,64 ± 0,74d	0,94 ± 1,00a	2,57 ± 0,30g	0,92 ± 0,11f	0,12 ± 0,13bcd
	KOSY2	0,52 ± 0,16ab	2,23 ± 0,02a	0,42 ± 0,35a	0,44 ± 0,04ab	0,38 ± 0,04a	0,06 ± 0,01abc
	KOSY3	1,12 ± 0,08cd	2,60 ± 0,06ab	0,58 ± 0,11a	2,15 ± 0,01fg	0,72 ± 0,01cdef	0,03 ± 0,00a
	KOSY4	0,62 ± 0,02ab	2,25 ± 0,18a	0,54 ± 0,29a	1,40 ± 0,12e	0,80 ± 0,04def	0,03 ± 0,01a
	KOSY5	0,57 ± 0,05ab	2,18 ± 0,08a	0,24 ± 0,15a	0,85 ± 0,66bcd	0,56 ± 0,30abc	0,02 ± 0,00a
	Ortalama	0,84 ± 0,39A	2,58 ± 0,61A	0,54 ± 0,26A	1,48 ± 0,89B	0,68 ± 0,21A	0,05 ± 0,04A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	0,49 ± 0,01ab	5,11 ± 0,01e	0,39 ± 0,44a	0,27 ± 0,05a	0,60 ± 0,05cde	0,18 ± 0,02d
	KESY2	1,21 ± 0,26d	2,19 ± 0,13a	0,56 ± 0,05a	2,17 ± 0,13fg	0,43 ± 0,03ab	0,03 ± 0,01a
	KESY3	0,59 ± 0,13ab	3,05 ± 0,01bcd	0,27 ± 0,32a	0,35 ± 0,00ab	0,73 ± 0,01cdef	0,14 ± 0,01cd
	KESY4	1,20 ± 0,40d	2,93 ± 0,01bc	0,12 ± 0,11a	1,00 ± 0,01cde	0,86 ± 0,04ef	0,04 ± 0,01ab
	KESY5	0,78 ± 0,19bc	2,45 ± 0,69ab	0,75 ± 1,00a	1,86 ± 0,30f	0,88 ± 0,02ef	0,14 ± 0,01cd
	Ortalama	0,85 ± 0,34A	3,14 ± 1,15A	0,41 ± 0,25A	1,13 ± 0,86AB	0,70 ± 0,19A	0,10 ± 0,06A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asitleri değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asitleri (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

Çizelge 4.4. Farklı tür hayvan sütü sadeyağlarının toplam tekli doymamış, toplam doymamış ve toplam *trans* yağ asitleri

Sadeyağlar		Yağ Asitleri (%)		
		Toplam tekli doymamış yağ asitleri	Toplam doymamış yağ asitleri	Toplam <i>trans</i> yağ asidi
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	ISY1	32,36 ± 1,68f	38,41 ± 2,26gh	3,07 ± 0,21cd
	ISY2	30,46 ± 0,00def	34,58 ± 0,01de	1,12 ± 0,04a
	ISY3	40,37 ± 0,60g	44,91 ± 1,18j	1,60 ± 0,08b
	ISY4	29,23 ± 0,18d	35,43 ± 0,33def	4,19 ± 0,04f
	ISY5	35,07 ± 0,71def	40,70 ± 1,22efg	2,88 ± 0,01de
Ortalama		33,50 ± 4,43B	38,80 ± 4,19B	2,57 ± 1,22A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	31,19 ± 1,70ef	40,77 ± 0,06gh	4,14 ± 0,13f
	KOSY2	22,16 ± 0,88ab	26,19 ± 1,15b	1,50 ± 0,16c
	KOSY3	25,74 ± 0,10f	32,94 ± 0,19fg	4,77 ± 0,09de
	KOSY4	24,91 ± 0,68de	30,54 ± 1,35def	3,61 ± 0,10e
	KOSY5	24,11 ± 0,46c	28,51 ± 1,53d	3,50 ± 0,06f
Ortalama		25,62 ± 3,38A	31,79 ± 5,61AB	3,50 ± 1,23A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	32,06 ± 0,33def	39,08 ± 0,08h	4,16 ± 0,08f
	KESY2	22,86 ± 1,03a	29,44 ± 0,57a	2,91 ± 0,06ab
	KESY3	32,56 ± 0,45c	37,68 ± 0,64cd	3,37 ± 0,08g
	KESY4	29,46 ± 3,05bc	35,59 ± 2,59bc	3,68 ± 0,16e
	KESY5	26,73 ± 1,32abc	33,56 ± 0,91ab	4,14 ± 0,61de
Ortalama		28,73 ± 4,02A	35,07 ± 3,78A	3,65 ± 0,53A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asitleri değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağların doymamış yağ asitleri (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.3. Asit Sayısı ve Serbest Asitlik Değerleri

Keçi, koyun ve inek sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağ örneklerinin asit sayısı ve serbest asitlik değerleri Çizelge 4.5’ de verilmiştir. İnek, keçi sütü sadeyağları ile koyun sütü sadeyağlarının asit sayısı ve serbest asitlik değerleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$). Keçi ve koyun sütü sadeyağlarının arasında, asit sayısı ortalamaları açısından ise istatistiksel olarak önemli düzeyde bir farklılık olmadığı tespit edilmiştir ($P > 0,05$).

Yapılan çalışmada asit sayısı ortalamasının en yüksek inek sonra keçi en düşük ise koyun sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir. İnek sütü sadeyağlarının asit sayısı 1,770–3,855 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 2,459 mg KOH/g yağ, koyun sütü sadeyağlarının asit sayısı 0,423–0,448 mg KOH/g arasında ve ortalama 0,438 mg KOH/g yağ, keçi sütü sadeyağlarının asit sayısı 0,661–0,875 mg KOH/g arasında ve ortalama 0,748 mg KOH/g olarak tespit edilmiştir.

İnek sütü sadeyağlarının serbest asitlik değerleri %0,808–%1,765 arasında ve ortalama %1,121, koyun sütü sadeyağlarının serbest asitlik değerleri %0,193–%0,202 arasında ve ortalama %0,199, keçi sütü sadeyağlarının serbest asitlik değerleri ise %0,301–%0,399 arasında ve ortalama %0,341 olarak tespit edilmiştir.

İncelenen farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının asit sayısı değerleri 0,423–3,865 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 1,21 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır. Bu çalışmada en yüksek asit sayısına sahip sadeyağ 3,865 mg KOH/g değerinde asit sayısına sahip olan Kayseri’ nin Develi yöresinden alınan inek yayık tereyağından elde edilen İSY1 kodlu sadeyağ olarak tespit edilirken en düşük asit sayısı değerine sahip sadeyağının 0,423 mg KOH/g yağ değerinde asit sayısına sahip olan Malatya’ nın Arguvan yöresinden alınan koyun yayık tereyağından elde edilen KOSY2 kodlu sadeyağ olduğu saptanmıştır.

Benzer şekilde sadeyağ örneklerinin serbest asitlik değerleri %0,193–%1,765 arasında ve ortalama %0,55 olarak bulunmuştur. Büyükten küçüğe doğru yapılan değerlendirmede asit sayısı değerleriyle aynı değişim serbest asitlik değerlerinde de görülmüştür.

Çizelge.4.5. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların asit sayısı ve serbest asitlik değerleri

Sadeyağlar		Asit sayısı (mg KOH/g yağ)	Serbest asitlik (%)
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	3,865 ± 0,134g	1,765 ± 0,064g
	İSY2	2,677 ± 0,012f	1,215 ± 0,007f
	İSY3	1,880 ± 0,165d	0,858 ± 0,076d
	İSY4	1,770 ± 0,004d	0,808 ± 0,002d
	İSY5	2,105 ± 0,163e	0,962 ± 0,075e
	Ortalama	2,459 ± 0,404B	1,121 ± 0,393B
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	0,437 ± 0,001a	0,197 ± 0,004a
	KOSY2	0,423 ± 0,006a	0,193 ± 0,003a
	KOSY3	0,448 ± 0,000a	0,202 ± 0,003a
	KOSY4	0,440 ± 0,002a	0,202 ± 0,001a
	KOSY5	0,444 ± 0,000a	0,202 ± 0,000a
	Ortalama	0,438 ± 0,010A	0,199 ± 0,004A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	0,671 ± 0,001b	0,306 ± 0,001b
	KESY2	0,661 ± 0,005b	0,301 ± 0,003b
	KESY3	0,857 ± 0,004c	0,390 ± 0,003c
	KESY4	0,875 ± 0,004c	0,399 ± 0,003c
	KESY5	0,675 ± 0,000b	0,308 ± 0,000b
	Ortalama	0,748 ± 0,108A	0,341 ± 0,049A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların asit sayısı ve serbest asitlik değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların asit sayısı ve serbest asitlik değerlerinin ortalamaları arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.4. Sabunlaşma Sayısı

Keçi, koyun ve inek sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağ örneklerinin sabunlaşma sayısı değerleri Çizelge 4.6 'da verilmiştir. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının sabunlaşma sayıları ortalamaları arasındaki farklılık, koyun sütü ve keçi sütü sadeyağlarının sabunlaşma sayıları ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Yapılan çalışmada sabunlaşma sayısı ortalamasının en yüksek keçi sonra koyun en düşük ise inek sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir.

İnek sütü sadeyağlarının sabunlaşma sayıları 174,49–222,21 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 195,13 mg KOH/g yağ, keçi sütü sadeyağlarının sabunlaşma sayıları 201,76- 207,14 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 204,88 mg KOH/g yağ, koyun sütü sadeyağlarının sabunlaşma sayıları 199,04–202,95 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 201,61 mg KOH/g yağ olarak tespit edilmiştir.

Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağları bir arada değerlendirildiğinde sabunlaşma sayısı değerleri 174,49–207,14 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 200,54 mg KOH/g yağ olarak bulunmuştur. En yüksek sabunlaşma sayısına sahip sadeyağı 207,14 mg KOH/g yağ sabunlaşma sayısı değeri ile Kahramanmaraş' tan temin edilen keçi sütünden yapılan tereyağından elde edilen KESY1 kodlu sadeyağ olarak tespit edilirken en düşük sabunlaşma sayısı değerine sahip sadeyağın 174,49 mg KOH/g yağ değeri ile Malatya' dan temin edilen ve endüstriyel olarak üretilen inek sütünden yapılan tereyağından elde edilen İSY5 kodlu sadeyağı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.6. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların sabunlaşma sayısı değerleri

Sadeyağlar		Sabunlaşma sayısı (mg KOH/g yağ)
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	192,00 ± 0,07b
	İSY2	222,21 ± 0j
	İSY3	191,16 ± 0,30b
	İSY4	195,78 ± 0,61c
	İSY5	174,49 ± 0,21a
	Ortalama	195,13 ± 17,21A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	199,04 ± 0,89d
	KOSY2	202,95 ± 1,12g
	KOSY3	200,40 ± 0,07e
	KOSY4	201,79 ± 0,07f
	KOSY5	203,85 ± 0,56g
	Ortalama	201,61 ± 1,93BC
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	207,14 ± 0,75i
	KESY2	205,84 ± 0,80h
	KESY3	201,76 ± 0f
	KESY4	203,71 ± 0,42g
	KESY5	205,77 ± 0h
	Ortalama	204,88 ± 2,14C

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların sabunlaşma sayısı değerleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların sabunlaşma sayısı (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.5. Teorik İyot Sayısı

Farklı hayvanlara ait sadeyağların yağ asidi bileşimleri Çizelge 4.2, Çizelge 4.3 ve Çizelge 4.4’ de verilmiştir. Yağ asitlerinin % oranları ve molekül ağırlıkları dikkate alınarak teorik olarak bir mol yağ asidi ve 1 mol trigliseridin molekül ağırlıkları hesaplanmıştır. Doymamış yağ asitlerinin % oranları ve bağlayabilecekleri iyot miktarları belirlenerek 1 mol trigliseridin bağlayabileceği iyot miktarı da hesaplanmış ve 100 kısım bağlayabileceği iyot miktarı belirlenerek teorik iyot sayısı şeklinde değerler hesaplanmıştır (Çizelge 4.7). Keçi, inek ve koyun sütü sadeyağlarının iyot sayıları ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Yapılan hesaplamada en yüksek iyot sayısı değerleri sırasıyla inek sonra keçi ve koyun sütü sadeyağlarında bulunmuştur. İnek sütü sadeyağlarının iyot sayıları 37,4–45,2 arasında ve ortalama 39,3 bulunurken keçi sütü sadeyağlarının iyot sayıları 36,3–41,1 arasında ve ortalama 37,8, koyun sütü sadeyağlarının iyot sayıları 28,4–44,6 arasında ve ortalama 34,8 olarak tespit edilmiştir.

Çalışmamızda incelenen farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı değerleri 28,4–45,2 arasında ve ortalama 37,3 olarak hesaplanmıştır. En yüksek iyot sayısına sahip sadeyağı 45,2 değerinde iyot sayısına sahip olan Malatya’ nın Hekimhan yöresinden alınan inek yayık tereyağından elde edilen İSY3 kodlu sadeyağ olarak tespit edilirken en düşük iyot sayısı değerine sahip sadeyağının ise 28,4 değerinde iyot sayısına sahip olan Malatya’ nın Arguvan yöresinden alınan koyun yayık tereyağından elde edilen KOSY2 kodlu sadeyağı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.7. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı değerleri

	Sadeyağlar	İyot Sayısı
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	39,9 ± 2,03fg
	İSY2	35,6 ± 0,24cd
	İSY3	45,2 ± 0,56h
	İSY4	37,4 ± 0,27def
	İSY5	38,3 ± 0,35def
	Ortalama	39,3 ± 3,67B
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	44,6 ± 0,27h
	KOSY2	28,4 ± 0,53a
	KOSY3	36,5 ± 0,05de
	KOSY4	33,4 ± 1,32bc
	KOSY5	31,0 ± 2,16b
	Ortalama	34,8 ± 6,25A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	41,1 ± 0,12g
	KESY2	33,4 ± 0,22bc
	KESY3	39,0 ± 0,09efg
	KESY4	39,2 ± 1,44fg
	KESY5	36,3 ± 2,32d
	Ortalama	37,8 ± 3,01AB

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.6. Kırılma İndisi

Keçi, koyun ve inek sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağ örneklerinin kırılma indisi değerleri Çizelge 4.8’ de verilmiştir. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların kırılma indisi değerleri ortalamaları arasındaki farklılık, inek sütü ve koyun sütü sadeyağlarının kırılma indisi değerleri ortalamaları arasındaki farklılık hariç, istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Yapılan çalışmada kırılma indisi değerlerinin yüksekten düşüğe doğru keçi, inek ve koyun sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir.

İnek sütü sadeyağlarının kırılma indisi değerleri 1,4510–1,4555 arasında ve ortalama 1,4538 olarak bulunurken keçi sütü sadeyağlarının kırılma indisi değerleri 1,4550–1,4560 arasında ve ortalama 1,4554, koyun sütü sadeyağlarının kırılma indisi değerleri 1,4535–1,4540 arasında ve ortalama 1,4537 olarak tespit edilmiştir.

Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının kırılma indisi değerleri 1,4510–1,4560 arasında ve ortalama 1,4543 olarak bulunmuştur. En yüksek kırılma indisine sahip sadeyağı 1,4560 değerinde kırılma indisine sahip olan Kahramanmaraş’ tan temin edilen endüstriyel olarak üretilmiş keçi sütünden yapılan tereyağından elde edilen KESY3 kodlu sadeyağ olarak tespit edilirken en düşük kırılma indisine sahip sadeyağının 1,4510 değerinde kırılma indisine sahip olan Kayseri’ nin Develi yöresinden alınan inek sütünden yapılan tereyağından elde edilen İSY1 kodlu sadeyağı olduğu saptanmıştır.

Çizelge 4.8. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların kırılma indisi değerleri

	Sadeyağlar	Kırılma indisi
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	1,4510
	İSY2	1,4525
	İSY3	1,4555
	İSY4	1,4550
	İSY5	1,4550
	Ortalama	1,4538±0,0020A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	1,4535
	KOSY2	1,4535
	KOSY3	1,4540
	KOSY4	1,4540
	KOSY5	1,4535
	Ortalama	1,4537±0,0003A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	1,4555
	KESY2	1,4550
	KESY3	1,4560
	KESY4	1,4555
	KESY5	1,4550
	Ortalama	1,4554±0,0004B

Farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen tereyağlarında standart sapmalar 0,0007 değerlerinde olup çizelgede verilmemiştir. Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların kırılma indisleri için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağların kırılma indisi (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.7. Kayma Noktası

Keçi, koyun ve inek sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağ örneklerinin kayma noktası değerleri Çizelge 4.9’ da verilmiştir. İnek, keçi ve koyun sütü sadeyağlarının kayma noktası değerleri ortalamaları arasındaki farklılık istatistiksel olarak önemli düzeyde bulunmuştur ($P < 0,05$).

Yapılan çalışmada kayma noktası değerleri yüksekten küçüğe doğru koyun, inek ve keçi sütü sadeyağları şeklinde tespit edilmiştir. Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının kayma noktası değerleri 31°C–33,5°C arasında ve ortalama 32,1°C olarak bulunmuştur. İnek sütü sadeyağlarının kayma noktaları 31,5°C–32,5°C arasında ve ortalama 32,1°C, keçi sadeyağlarının kayma noktaları 31°C–31,5°C arasında ve ortalama 31,2°C, koyun sütü sadeyağlarının kayma noktaları 33°C–33,5°C arasında ve ortalama 33,2°C olarak tespit edilmiştir.

Çizelge 4.9. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların kayma noktası değerleri

Sadeyağlar		Kayma noktası (°C)
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	32,5
	İSY2	32,0
	İSY3	31,5
	İSY4	32,0
	İSY5	32,5
Ortalama		32,1 ±0,42B
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	33,5
	KOSY2	33,0
	KOSY3	33,0
	KOSY4	33,5
	KOSY5	33,0
Ortalama		33,2 ±0,27C
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	31,5
	KESY2	31,0
	KESY3	31,0
	KESY4	31,5
	KESY5	31,0
Ortalama		31,2±0,27A

Büyük harfler aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların kayma noktası (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

4.8. Katı Yağ Oranları (SFC)

NMR cihazı kullanılarak ölçülen SFC değerleri Çizelge 4.10' da verilmiştir. 10°C, 20°C, 35°C' de yapılan ölçümlerde keçi, inek ve koyun sütü sadeyağlarının SFC ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır ($P > 0,05$). Yapılan ölçümlerde 30°C' de, inek sütü sadeyağları ile keçi ve koyun sütü sadeyağlarının SFC ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli olduğu tespit edilirken ($P < 0,05$), keçi sütü sadeyağlarının ve koyun sütü sadeyağlarının ortalamaları arasındaki farklılığın ise istatistiksel olarak önemli olmadığı görülmüştür ($P > 0,05$).

Yapılan ölçümlerde 10°C' de, SFC ortalamasının koyun ve keçi sütü sadeyağlarında aynı oranda olduğu (%47,7) en düşük SFC ortalamasına ise inek sütü sadeyağlarının sahip olduğu tespit edilmiştir (%46,6). Ölçümlerde 20°C' de, SFC değerleri yüksekte düşüğe doğru koyun (%16,5), inek (%15,9) ve keçi (%15,6) sadeyağları şeklinde tespit edilmiştir. Yapılan ölçümlerde 30°C' de, SFC ortalamasının en yüksek inek (%5,1) sonra koyun (%3,4) en düşük ise keçi (%3,3) sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir. Ölçümlerde 35°C' de, SFC ortalamasının en yüksek inek (%0,9) sonra keçi (%0,5) en düşük ise koyun (%0,2) sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir.

10°C, 20°C, 30°C ve 35°C' de farklı tür hayvan sütlerden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarında yapılan SFC oranı ölçümlerinde sıcaklık artıkcça katı yağ oranının azaldığı saptanmıştır.

Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının 10°C' de yapılan ölçümlerinde SFC oranları %43,4-%51 arasında ve ortalama %47,3 olarak saptanmıştır. Bu sıcaklıkta yapılan ölçümlerde en yüksek SFC değeri %51 değeri ile Malatya' nın Arguvan yöresinden alınan koyun yayık tereyağından elde edilen KOSY2 kodlu sadeyağında tespit edilirken en düşük SFC değeri %43,4 ile Kahramanmaraş' tan temin edilen endüstriyel keçi sütü tereyağından elde edilen KESY4 kodlu sadeyağında saptanmıştır.

Yapılan çalışmada 20°C’ de yapılan ölçümlerde sadeyağı örneklerinin SFC oranları %14-%18,3 arasında ve ortalama %16 olarak saptanmıştır. Bu sıcaklıkta yapılan ölçümlerde en yüksek SFC %18,3 değeriyle Kahramanmaraş’tan temin edilen endüstriyel keçi sütü tereyağından elde edilen KESY1 kodlu sadeyağında tespit edilirken en düşük SFC değeri %14 ile Malatya’ nın Hekimhan yöresinden alınan koyun sütünden yapılan tereyağından elde edilen KOSY3 kodlu sadeyağında saptanmıştır.

Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının 30°C’de yapılan ölçümlerde SFC oranları %2-%8,7 arasında ve ortalama %3,9 olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıkta yapılan ölçümlerde en yüksek SFC %8,7 değeriyle Tokat’ ın Niksar yöresinden alınan inek sütünden yapılan yayık tereyağından elde edilen İSY2 kodlu sadeyağında tespit edilirken en düşük SFC %2 değeriyle Kayseri’nin Develi yöresinden alınan keçi sütünden yapılan tereyağından elde edilen KESY2 kodlu sadeyağında saptanmıştır.

Yapılan çalışmada 35°C’ de yapılan ölçümlerde sadeyağı örneklerinin SFC değerleri %0-%2,8 arasında ve ortalama %0,53 olarak bulunmuştur. Bu sıcaklıkta yapılan ölçümlerde en yüksek SFC %2,8 değeriyle Tokat’ ın Niksar yöresinden alınan inek sütünden yapılan yayık tereyağından elde edilen İSY2 kodlu sadeyağda tespit edilmiştir.

Çizelge 4.10. Farklı hayvan sütleri tereyağlarından elde edilen sadeyağların belirli sıcaklık derecelerindeki katı yağ oranları (%)

Sadeyağlar		Test Sıcaklıkları (°C)			
		10	20	30	35
İnek sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (İSY)	İSY1	43.6 ± 0.7a	16.3 ± 0.2bcde	6.0 ± 0.1i	1.1 ± 0.1d
	İSY2	51.1 ± 0.7f	16.4 ± 0.1bcde	8.7 ± 0.4j	2.8 ± 0.0e
	İSY3	45.4 ± 1.8abc	14.4 ± 1.1abc	2.4 ± 0.1bc	0.0 ± 0.0a
	İSY4	46.6 ± 1.6abcde	15.1 ± 2.0abcd	4.2 ± 0.1f	0.3 ± 0.1ab
	İSY5	46.4 ± 0.4abcde	17.2 ± 1.0cde	4.1 ± 0.1f	0.3 ± 0.4ab
	Ortalama	46.6 ± 0.6A	15.9 ± 0.8A	5.1 ± 0.1B	0.9 ± 0.1A
Koyun sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KOSY)	KOSY1	45.3 ± 3.0ab	18.1 ± 2.5de	4.5 ± 0.1fg	0.5 ± 0.1bc
	KOSY2	51.0 ± 1.7f	18.0 ± 1.7de	3.1 ± 0.2de	0.0 ± 0.0a
	KOSY3	49.4 ± 2.8def	14.0 ± 1.7ab	3.1 ± 0.3de	0.6 ± 0.1bc
	KOSY4	46.0 ± 2.1abcd	15.0 ± 2.0abcd	2.5 ± 0.2c	0.0 ± 0.0a
	KOSY5	46.8 ± 1.3abcde	17.5 ± 1.5cde	3.4 ± 0.1e	0.0 ± 0.0a
	Ortalama	47.7 ± 0.7A	16.5 ± 0.4A	3.3 ± 0.1A	0.2 ± 0.1A
Keçi sütü tereyağından elde edilen sadeyağ (KESY)	KESY1	47.4 ± 0.3bcde	18.3 ± 0.3e	5.2 ± 0.1h	1.4 ± 0.3d
	KESY2	48.9 ± 0.4cdef	14.4 ± 0.1abc	2.0 ± 0.1a	0.0 ± 0.0a
	KESY3	49.2 ± 0.1def	17.7 ± 0.1de	4.8 ± 0.1g	0.8 ± 0.1c
	KESY4	43.4 ± 0.4a	12.4 ± 0.1a	2.1 ± 0.2ab	0.1 ± 0.1a
	KESY5	49.7 ± 0.1ef	15.2 ± 0.1abcd	2.9 ± 0.1d	0.2 ± 0.3ab
	Ortalama	47.7 ± 0.2A	15.6 ± 0.1A	3.4 ± 0.1A	0.5 ± 0.1A

Küçük harfler aynı satırda farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların farklı test sıcaklıklarındaki katı yağ oranları için $P < 0,05$ düzeyinde farklılığı, büyük harfler ise aynı sütunda farklı hayvan sütü tereyağından elde edilen sadeyağlar (ortalamalar) arasındaki farklılığı $P < 0,05$ düzeyinde göstermektedir.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada Malatya, Kayseri, Kahramanmaraş, Tokat illerinin farklı ilçe ve köylerinde 11 farklı çiftçi ve 4 farklı fabrikadan temin edilen 4' ü krema tipi, 11' i yayık tipi 15 farklı tereyağı örneği kullanılmıştır. Toplamda 15 adet olan tereyağı örneklerinin 5 tanesi farklı koyun sütlerinden yapılmış tereyağları, 5 tanesi farklı keçi sütlerinden yapılmış tereyağları, 5 tanesi de farklı inek sütlerinden yapılmış tereyağlarıdır. Bu çalışmada farklı hayvan sütlerinden yapılan tereyağları ve bu tereyağlarından elde edilen sadeyağları incelenerek tereyağlarının lipit kısmındaki bazı fizikokimyasal özellikler ve bileşim farklılıkları saptanmıştır. Literatürde sadeyağı üzerine yapılan toplam üç adet çalışma olup, bunların hiç biri koyun, keçi ve inek türü sütlerinden elde edilen sadeyağların özelliklerini kıyaslamaya yönelik çalışmalar değildir bu bakımdan söz konusu çalışma bir ilk olma özelliği taşımaktadır. Bu yüzden bu çalışmada yapılan analizlerin sonuçları, göreceli bir kıyaslama yapılabilmesi açısından literatürdeki tereyağları üzerine yapılan çalışmaların sonuçlarıyla da karşılaştırılarak değerlendirilecektir.

5.1. Lipit Miktarı

Yapılan çalışmada tereyağlarının lipit içerikleri %70,72 ile %93,10 oranları arasında ve ortalama %82,47 olarak saptanmıştır. TS 1331 Tereyağı Standardı' nda [5] öngörülen tereyağlarında olması gereken yağ oranının minimum %82 olduğu göz önüne alınırsa çalışmada kullanılan tereyağı örneklerin 8 tanesi Tereyağı Standardı'na [5] uygun bulunurken 7 tanesi standart dışı bulunmuştur.

Literatürdeki çalışmalarda tereyağlarının lipit miktarları %52-%90 arasında değişmektedir. Bu çalışmada analizi yapılan tereyağı örneklerinin lipit miktarı oranları literatürdeki çalışmalarla genel olarak uyum içindedir. Görüldüğü gibi yapılan çalışmada saptanan tereyağlarındaki % lipit miktarı ve çoğu araştırmacının tereyağı örneklerinde saptadıkları % lipit miktarı oldukça geniş bir aralıkta değişim göstermektedir. Tereyağında lipit miktarı içeriğinin bu kadar geniş bir yelpazede değişim göstermesi, piyasada satılan özellikle el yapımı yayık tipi tereyağlarının, çoğunlukla ilkel koşullarda üretilmiş olması, fabrika üretimi olan krema tipi tereyağlarında ise uygulanan teknolojik işlemlerin özellikle yayıklama ve malakse işlemlerinin gereği gibi yapılmaması ve üreticilerin ilgili standartlarda belirtilen esaslara uymamasından kaynaklanabileceği söylenebilir.

Tereyağında lipit miktarı, öncelikle tereyağının esasını oluşturan süt yağına bağlı olmakla birlikte, tereyağında lipit oranını, sütün elde edildiği hayvanın türü, ırkı, şahsı, yaşı, laktasyon süresi, beslenme şekli, sütün elde edildiği mevsim, tereyağının hammaddesi doğrudan etkilemektedir [31].

Bu çalışmada farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarının lipit miktarları oranlarının ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı görülmüştür ($P > 0,05$). Çalışmada lipit içeriği ortalaması en fazla koyun sonra inek en düşük ise keçi sütü tereyağlarında tespit edilmiştir. Sağdıç ve ark. [55] tarafından yapılan farklı tür hayvan sütlerinden yapılan yayık tereyağlarının özelliklerinin kıyaslandığı bir çalışmada ise en yüksek lipit içeriği koyun yayık tereyağlarında bulunmuştur.

Yapılan çalışmada koyun tereyağlarının lipit miktarı oranları %70,76–%93,10 arasında ve ortalama %83,65 bulunurken inek sütü tereyağlarında lipit miktarı oranları %79,20–%88,15 arasında ve ortalama %82,37, keçi sütü tereyağlarında lipit miktarı oranları %73,80–%80,62 arasında ve ortalama % 81,40 olarak tespit edilmiştir. Sağdıç ve ark. [55] tarafından yapılan bir çalışmada ise yağ içeriği ortalama keçi yayık tereyağlarında %82,90, koyun tereyağlarında %83,80 ve inek tereyağlarında %82,15 olarak bulunmuştur. Bu sonuçlar göz önüne alındığında bizim çalışmamızdaki sonuçlar, Sağdıç ve ark. [55] tarafından yapılan çalışmadaki sonuçlarla paralellik göstermektedir.

5.2. Yağ Asidi Bileşimi

Farklı süt yağlarının bileşimini teşkil eden yağ asitlerinin oranı ve çeşidi aynı değildir. Bu yüzden her yağ çeşidi kendisine mahsus bir özellik arz eder. Örneğin inek yağları için bilhassa düşük moleküllü yağ asitlerinin fazlalığı karakteristiktir. Koyun ve keçi yağları genel olarak inek yağlarına benzerler fakat daha fazla kaprilik ve kaproik asidi ihtiva ederler. Yağ bileşimindeki asitlerin miktarını değiştiren faktörler: sütün elde edildiği hayvanının türü, ırkı, yaşı, laktasyon dönemi, beslenme şekli ve sütün sağıldığı mevsim olarak sayılabilir [31].

İncelenen farklı tür sadeyağ örneklerinin toplam doymuş yağ asidi içeriği ortalama %65,64 olarak saptanırken en yüksek toplam doymuş yağ asidi içeriği ortalaması sırasıyla koyun (%69,45) sonra keçi (%65,73) en düşük ise inek sütü sadeyağlarında (%61,76) saptanmıştır

Çalışmamızdaki sadeyağı örnekleri başta palmitik ($C_{16:0}$) asit olmak üzere, miristik ($C_{14:0}$), oleik ($C_{18:1}$ *cis*), linoleik ($C_{18:2}$) asitleri majör yağ asidi olarak içermektedirler.

Sadeyağlarının tümünde ortalama toplam doymamış yağ asidi %35,22, tekli doymamış yağ asidi %29,28, CLA %1,13, toplam trans yağ asidi %3,24 olarak tespit edilmiştir. Toplam doymamış yağ asitleri içeriği en fazla inek sonra keçi en az ise inek sütü sadeyağlarında bulunmuştur. Doymamış yağ asitleri arasında en büyük orana sahip olan yağ asidi oleik asit ($C_{18:1c}$) olarak saptanmıştır. Sadeyağların doymamış yağ asitleri içerikleri tek tek ele alınırsa $C_{14:1}$, $C_{15:1}$, $C_{16:1}$, $C_{17:1}$, $C_{18:1c}$, $C_{18:3}$, $C_{20:2}$ yağ asitleri oranları en fazla inek, CLA oranı en fazla koyun, $C_{18:1tr}$, $C_{18:2}$, $C_{18:2tr}$, $C_{20:3}$ yağ asitleri oranı ise en fazla keçi sütü sadeyağlarında saptanmıştır.

Sawaya ve ark. [58] tarafından yapılan, Suudi Arabistan' daki 2 farklı koyun ve 1 keçi türünden elde edileni süttten yapılan tereyağı ve sadeyağlarının fiziksel ve kimyasal özelliklerinin ayrıca yağ asidi bileşimlerinin incelendiği bir çalışmada, yağ asidi kompozisyonu detaylı bir şekilde incelendiğinde, hem sadeyağı hem tereyağı örneklerinde doymuş yağ asitleri arasında en çok yüzde orana sahip olan yağ asidi palmitik asit ($C_{16:0}$), doymamış yağ asitleri içinde yüzdece en çok miktarda bulunan yağ asidi oleik asit ($C_{18:1}$) olarak saptanmıştır. Bu sonuçlar bizim çalışmamızdaki sonuçlarla benzerlik göstermektedir.

Her yağın bileşimine, yani ihtiva etmekte bulunduğu yağ asitlerinin çeşit ve nispetine uygun bir kıvamı vardır. Bütirik asit, oleik asit gibi oda sıcaklığında sıvı olan asitlerin oranı tereyağında arttıkça yağ yumuşar. Tereyağların sertliği bilhassa oda sıcaklığında katı olan miristik, palmitik ve stearik gibi asitlerin fazlalığından ileri gelmektedir. Yağ asidi bileşimi yağların kıvamını etkileyen en önemli faktördür [31].

5.3. Asit Sayısı

Yapılan çalışmada farklı tür sütlerden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağların asit sayısı değerleri 0,423 ile 3,865 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 1,21 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır. TS 1331 Tereyağı Standardı'nda [5], asit sayısı ile ilgili herhangi bir sınırlama getirilmemiştir. Literatürde diğer araştırmacıların bu konudaki çalışmaları gözden geçirildiğinde sadeyağlarla ilgili nadir çalışma bulunmakla beraber şimdiye kadar yapılmış çalışmalarda genellikle tereyağında asit sayısı incelenmiş ve 0,6–49,14 mg KOH/g yağ değerleri arasında saptanmıştır.

Sawaya ve ark. [58]'nin, yaptıkları bir çalışmada ise keçi sütü sadeyağlarının asit sayısı 3,26 mg KOH/g yağ, 2 farklı koyun türüne ait sadeyağlarının asit sayıları 1,82 ve 1,91 mg KOH/g yağ olarak saptanmıştır. Bizim çalışmamızdaki sadeyağların asit sayısı ise inek sütü sadeyağlarında ortalama 2,459 mg KOH/g yağ, koyun sütü sadeyağlarında 0,438 mg KOH/g yağ, keçi sütü sadeyağlarında 0,748 mg KOH/g olarak tespit edilmiştir. Bu sonuçlar göz önüne alındığında bizim çalışmamızda bulunan asit sayısı değerleri, literatürdeki tereyağı üzerine yapılan çalışmalardaki sonuçlarla paralellik gösterirken Sağdıç ve ark. [55]'nin yaptıkları çalışmadaki sonuçlarla farklılık arz etmektedir. Bu farklılık, tereyağlarının ve bunlardan elde edilen sadeyağlarının bileşimine, elde edildiği hayvanın türüne, ırkına, tereyağlarının üretim yöntemine, depolama koşulları ve süresinden kaynaklanabileceği gibi yayık tereyağlarının genellikle çiftçiler tarafından üretilip belirli bir standarda uygun üretilmemesinden kaynaklanabilir.

5.4. Sabunlaşma Sayısı

Farklı tür hayvan sütlerinden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağları bir arada değerlendirildiğinde sabunlaşma sayısı değerleri 174,49–207,14 mg KOH/g yağ arasında ve ortalama 200,54 mg KOH/g yağ olarak bulunmuştur. Literatürdeki çalışmalarda ise tereyağlarında sabunlaşma sayısı değerleri 124,70–240,17 mg KOH/g yağ aralığında saptanmıştır. Çalışmamızdaki sabunlaşma sayısı analizine ait sonuçlar tereyağı üzerine yapılan çalışmalardaki sonuçlarla uyumlu bulunmuştur.

Yapılan çalışmada sabunlaşma sayısı ortalamasının en yüksek keçi (204,88 mg KOH/g yağ) sonra koyun (201,61 mg KOH/g yağ) en düşük ise inek sütü sadeyağlarında (195,13 mg KOH/g yağ) olduğu tespit edilmiştir.

Sawaya ve ark. [58]'nın yaptıkları bir çalışmada ise 2 farklı koyun sadeyağına ait sabunlaşma sayısı 207 ve 228 mg KOH/g yağ, keçi türü sadeyağının sabunlaşma sayısı 239 mg KOH/g yağ bulunmuştur. Bu sonuçlarla çalışmamızdaki sonuçlar kıyaslandığında sabunlaşma sayısı değerinin türler arasında yüksekten alçağa doğru sıralamasındaki sonuçlar benzerlik göstermekte fakat sayısal değerler açısından sonuçlar farklılık göstermektedir. Bunun nedeni sadeyağın elde edildiği hammadde, sütün elde edildiği hayvanın türü, ırkı, yaşı, tereyağının depolama süresi, tereyağının bileşimi ve üretim yöntemi ile tereyağındaki doymamış yağ asidi içeriğinin mevsimlere göre değişim göstermesi ve mevsimsel değişiklikler olabilir.

5.5. Teorik İyot Sayısı

Çalışmamızda incelenen farklı hayvan sütü tereyağlarından elde edilen sadeyağların iyot sayısı değerleri 28,4–45,2 arasında ve ortalama 37,3 olarak hesaplanmıştır. Literatürdeki tereyağı üzerine yapılan çalışmalarda tereyağlarının iyot sayısı değerleri 23,2–50,3 arasında değişmektedir.

Çalışmamızda yapılan hesaplamada en yüksek iyot sayısı değerleri sırasıyla inek (39,3) sonra keçi (37,8) ve koyun sütü sadeyağlarında (34,8) bulunmuştur. Yapılan bir çalışmada ise koyun tereyağlarında iyot sayısı 30–35, keçi tereyağlarında iyot sayısı 21–39, inek tereyağlarında iyot sayısı 26–46 arasında tespit edilmiştir [54]. Bu sonuçlar göz önüne alındığında literatürdeki çalışmalarla bizim çalışmamızdaki sonuçlar paralellik göstermektedir.

Sawaya ve ark. [58] ise, 2 farklı koyun türü sütüne ait sadeyağın iyot sayısını 28,4 ve 31, keçi sütü sadeyağının iyot sayısını 31,9 olarak bulmuşlardır. Yapılan çalışmada bulunan sonuçlarla [58], bizim çalışmamızdaki sadeyağlarına ait hesaplanan teorik iyot sayısı sonuçları farklılık arz etmektedir. Bunun nedeni iyot sayısı analiz metodunun farklılığı, sadeyağların elde edildiği tereyağların hammaddesi olan sütün sağıldığı hayvanın türü, ırkı, laktasyon dönemi ve mevsimler olabileceği gibi tereyağlarına hile amaçlı katılmış olabilen farklı yağlardan kaynaklanabilir.

Örneğin hile amacıyla süt yağına bitkisel yağ katılması iyot sayısını yükseltir. Bu yüzden iyot sayısı bu gibi hile amaçlı karışımları anlamada önemli bir ipucudur.

Süt yağının bileşimi ile ilgili olan iyot sayısı aynı zamanda tereyağının sertlik özelliklerin bir ölçüsü olmaktadır. Doymamışlığın bir göstergesi olan iyot sayısının daha düşük olduğu tereyağları, daha yüksek iyot sayılı tereyağlarına göre daha serttir [31].

5.6. Kırılma İndisi

Yapılan çalışmada farklı tür hayvan sütünden yapılan tereyağlarından elde edilen sadeyağlarının kırılma indisi değerleri 1,4510–1,4560 arasında ve ortalama 1,4543 olarak bulunmuştur. Bu çalışmada kırılma indisi değerlerinin yüksekten düşüğe doğru keçi (1,4554), inek (1,4538) ve koyun (1,4537) sütü sadeyağlarında olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalarda ise tereyağlarında kırılma indisi değerleri 1,4539–1,4693 arasında değişmektedir.

Sawaya ve ark. [58], yaptıkları çalışmada 2 farklı koyun sütü sadeyağının kırılma indisini 1,4591 ve 1,4602 olarak, keçi türü sadeyağının kırılma indisini 1,46 olarak bulmuşlardır. Bizim çalışmamızdaki sadeyağların kırılma indisi değerleri, literatürdeki tereyağı üzerine yapılan çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Aynı zamanda çalışmamızdaki değerler Sawaya ve ark. [58]' nin sadeyağı üzerine yaptıkları çalışmadaki keçi sadeyağının kırılma indisi değeriyle benzerlik gösterirken, koyun sadeyağlarının kırılma indisi değerleriyle farklılık göstermektedir. Bu farklılık tereyağının hammaddesindeki farklılıktan, sütün elde edildiği havanın ırkı, yaşı, tereyağların depolama süresi ve şeklindeki farklılıklardan kaynaklanabilir.

5.7. Katı Yağ Oranları (SFC) (%)

Yapılan çalışmada 10°C, 20°C, 35°C' de yapılan ölçümlerde keçi, inek ve koyun sütü sadeyağlarının SFC ortalamaları arasındaki farklılığın istatistiksel olarak önemli düzeyde olmadığı saptanmıştır. Yapılan ölçümlerde 10°C' de SFC ortalamasının koyun ve keçi sütü sadeyağlarında aynı oranda olduğu (%47,7), en düşük SFC ortalamasına ise inek sütü sadeyağlarının sahip olduğu tespit edilmiştir. Ölçüm sıcaklığı arttıkça sadeyağlarında SFC oranı ortalama % 0,58' e kadar düşmüştür.

Literatürde farklı tür hayvan sütlerinden elde edilen tereyağların ve sadeyağların % katı yağ oranlarının incelendiği ve kıyaslandığı bir çalışma olmamakla birlikte söz konusu çalışma bu anlamda bir ilk olma özelliği göstermektedir.

Tereyağların, sadeyağların ve margarinlerin konsistens ve plastisiteleri ve bunların sıcaklığa göre gösterdiği değişiklikler, yağı oluşturan sıvı ve katı fraksiyonların oranlarına bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Bir yağın katı gliserit içeriğinin miktarı, çeşitli etkenlerden kaynaklanmaktadır [63].

Bünyede toplam doymuş yağ asitlerinin ve *trans* yağ asitlerinin miktarının yüksekliğine bağlı olarak katı yağ oranı yükselmektedir. *Trans* izomer formları yağa bazı fiziksel özellikler kazandırmakta ve bu açıdan doymuş bir yağın özelliklerini göstermektedir. Tereyağının bileşimde yüksek sayıda karbon atomu içeren, uzun zincirli yağ asitlerinin varlığı da SFC oranını arttırmaktadır. Buna karşın, doymamış yağ asitlerinin varlığı ve içermiş oldukları çift bağların sayısı ile bu oran arasında ters bir ilişki söz konusudur [64].

Madison ve Hill' e [65] göre, SFC oranının belirlenmesinde NMR tekniği güvenilir bir şekilde kullanılabilir. Herhangi bir sıcaklıkta katı bir yağın işlenebilirliği ve konsistensine bağlı özellikleri, içerdiği katı gliserit oranıyla ilişkilidir. SFC ölçümünde, NMR tekniği ile herhangi bir analizatör kullanılarak, katı kısımdaki hidrojen atomu miktarının, toplamdaki (sıvı ve katı) hidrojen atomuna oranı tespit edilmektedir. NMR metodu, dilatometrinin yerini alan ve gıda endüstrisinde SFC belirlenmesinde kullanılan yeni bir tekniktir. Günümüzde NMR cihazları doğrudan SFC' yi verebilmektedir. Bu nedenle yöntem, çok hızlı bir şekilde üretim aşamasındaki kalite kontrolü için yaygın bir şekilde kullanılmaktadır [66].

NMR ile belirlenen katı yağ oranları N değeri ile sembolize edildiğinde N_{20} değeri, 20 °C' deki katı oranını ve tereyağının sertliğini ifade etmekte, N_{30} ve N_{35} değerleri de tereyağının tadım veya ağızda erime özelliği hakkında fikir vermektedir [67].

6. KAYNAKLAR

- [1] M. Metin, E. Sezgin, *Ankara piyasasındaki tereyağların saflık kontrolü üzerinde gaz kromatografisi ile incelemeler*, **Gıda Dergisi**, Ayrı basım, Ankara, 2:4 (1976) 9–10.
- [2] R. G. Jensen, *The composition of bovine milk lipids*, Invited Rev., January 1995 to December 2000, **J. Dairy Sci.**, 85 (2002) 295–350.
- [3] A. Kurt, Süt Teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 573, Erzurum, 1994, s. 102.
- [4] M. Atamer, Tereyağı Teknolojisi Uygulama Kılavuzu, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 1314, Ankara, 1993, s. 35–46.
- [5] TS 1331, Tereyağı Standardı, TSE, Ankara, (1995).
- [6] H. Yaygın, Tereyağı Üretim Teknikleri, Süt Ürünleri Semineri, İstanbul Ticaret Odası Yayınları, No: 1987, 6 Mayıs, (1985), s. 12–26.
- [7] G. Ergin, Ülkemizde Tereyağı Sektörünün Sorunları, Ulusal Süt Ürünleri Sempozyumu, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 394, Ankara, (1989).
- [8] M. Eralp, Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 375, Ders Kitabı: 133, Ankara, 1969, s. 252.
- [9] M. Metin, Süt Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No: 33, Ege Üniversitesi Basımevi, İzmir, 1996, s. 623.
- [10] A. Baysal, Beslenme, Hatipoğlu Yayınları, 7. Baskı, No: 93, Ankara, 1997, s. 494.
- [11] L. M. Lambert, *Modern Dairy Products*, Food Trade Press Ltd., London, 1970, p. 418.
- [12] M. Metin, Süt Teknolojisi, Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları, No:33, İzmir, 1996, s. 623.
- [13] T. Uraz, E. Sezgin, C. Koçak, A. Yetişmeyen, Süt ve Süt Mamulleri Teknolojisi, Segem Yayınları, Yayın No:103, Ankara, 1983, s. 89–100.
- [14] T. İnal, O. Ergün, Süt ve Ürünleri Teknolojisi, Panzehir Yayınları, No: 1, İstanbul, 1990, s. 27.
- [15] M. Atamer, A. Gürsoy, E. Şenel ve Ş. Öztekin, *Keçi Sütü Yoğurtlarında Organik Asit İçeriğinin Tat-Aroma Üzerine Etkisi*, Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Sonuç Raporu, Ankara, 2004.
- [16] M. Üçüncü, Süt ve Mamulleri Teknolojisi, Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü, İzmir, 2005, s. 54–65.

- [17] R. C. Adam, Tereyağcılık, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 87, Ders Kitabı: 34, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1956, s. 203.
- [18] E. R. İzmen, Süt Mamülleri Teknolojisi, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 155, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1959, s. 598.
- [19] E. Spreer, Milk and Dairy Products Technology, New York, 1998, p. 483.
- [20] W. K. Downey, *Butter quality*, Published by An Foras Taluntais 19 Sadyamount Avenue Dublin 4, **Dairy Res. Rev. Series**, 7 (1975) 142.
- [21] M. Demirci, A. N. Yüksel, M.İ. Soysal, *Memeden Mamul Maddeye Süt*, **Hasad Dergisi**, 1 (1991) 364.
- [22] G. Hillbrick, M. A. Augustin, *Milk fat characteristics and functionality: opportunities for improvement*, **Aust. J. Dairy Technol.**, 57 (2002) 45–51.
- [23] R. R. Grummer, *Effect of feed on the composition of milk fat*, **J. Dairy Sci.**, 74 (1991) 3244–3257.
- [24] S. F. Chin, J.M. Storkson, M.W. Pariza, *Dietary sources of conjugated dienoic derivatives of linoleic acid, a newly recognized class of anticarcinogens*, **J. Food Compos. Anal.**, 5 (1992) 185–197.
- [25] T. A. Sanders, *Essential and trans-fatty acids in nutrition*, **Nutr. Res. Rev.**, 1 (1988) 57-58.
- [26] A. Konar, Süt Teknolojisi, Çukurova Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 140, Ders Kitabı: 45, Adana, 1996, s.189.
- [27] Z. Yöney, Süt Kimyası, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 530, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1974, p. 263.
- [28] H.C. Deeth, C. H.Geralds, A. J. Snow, *A gas chromatographic method for the quantitative determination of free fatty acids in milk and milk products*, **New Zealand, J. Dairy Sci. Technol.**, 18 (1983) 13–20.
- [29] H. Temiz, *Süt lipitlerinin bazı özellikleri*, **Gıda Dergisi**, 28:6 (2003) 579–587.
- [30] A. Kurt, S. Çakmakçı, A. Çağlar, Süt ve Mamülleri Muayene ve Analiz Metodları Rehberi, Atatürk Üniversitesi Yayınları, No: 252/d, Erzurum, 1996, p. 238.
- [31] R. C. Adam, Sütteki Yağ ve Yağ Benzeri Maddeler, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 103, Yardımcı Ders Kitabı: 39, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1956, s. 136.
- [32] F. Alp, Tereyağı, Etlik Veteriner Bakteriyolojisi ve Serolojisi Enstitüsü Yayını, Güven Matbaası, Ankara, 1962, s. 85.

- [33] Gıda Kodeksi, Tereyağı, Sadeyağ ve Diğer Sürülebilir Süt Yağı Esaslı Ürünler ve Sadeyağ Tebliği, Tebliğ No: 2005/19, 12.04.2005 tarih ve 25784 sayılı Resmi Gazete.
- [34] Anonymous, Anhydrous Milkfat, Anhydrous Butteroil or Anhydrous Butterfat, Ghee, Standards of Identify, Standard 86 A, IDF, Brussels, Belgium, 1977.
- [35] R. Gupta and H. Prakash, *Association of dietary ghee intake with coronary hearth diseaseand risk factor prevalence in rural males*, **J. Indian Med. Assoc.**, 3:83 (1997) 67–69.
- [36] M. V. Kumar, S. Kari and B.R. Lokesh, *Effect of dietary ghee-the anhydrous milk fat on blood and liver lipids in rats*, **J. Nutr. Biochem.**, 10:2 (1999) 96–104.
- [37] S. F. Chin, W. Liu, J.M. Storkson, Y. L. Ha and M. W. Pariza, *Dietary sources of conjugated dienoic isomers of linoleic acid, a newly recognised class of anticarcinogenes*, **J. Food Compos. Anal.**, 5 (1992) 185–179.
- [38] P. C. Rama and R. Subramanian, *Qualitative and comparative studies of cholesterol oxides in commercial and home made indian ghees*, **Food Chem.**, 45:1 (1992) 71–73.
- [39] A. Ungan, Türk Hijyen ve Tecrübî, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 48, Ders Kitabı, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1946, s. 123.
- [40] R. C. Adam, *Orta Anadolu Kıvırcık Koyunlarının Süt Verimleri ile Bilhassa Sütlerin Terkibi ve Süt Yağlarının Kimyasal, Fiziksel Konstatntları Üzerine Araştırmalar*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 20, Çalışmalar 9, Ankara, 1950.
- [41] R. C. Adam, Trabzon Yağı, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 4, Ayrı Basım, Ankara, 1954.
- [42] Z. Yöney, *Yurdumuzun Belli Başlı Yerlerinde İstihsal ve İstihlak Edilen Tereyağlarının Yapılışları ve Genel Vasıfları Üzerine Araştırmalar*, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 117, Ankara Üniversitesi Basımevi, Ankara, 1957, s. 83.
- [43] M. Eralp, *İzmir İli Süt Mamülleri Üzerine Araştırmalar*, Ankara Üniveristesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No:304, Ankara, 1967.
- [44] A. C. Omurtag, M. Peker, *Ankara piyasasında satılan hususi tereyağı evsafındaki tereyağların kimyasal özelliklerinin tespiti üzerinde araştırma*, **Türk Veteriner Hekimler Derneği Dergisi**, 38 (1946) 3–7.
- [45] G. Ergin, *Doğu Anadolu mor karaman koyunlarının süt verimi, sütlerin bileşimi ve süt yağlarının fiziksel ve kimyasal konstatntları üzerine bir araştırma*, **Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 3:4 (1972) 39–46.
- [46] T. Uraz, *Saanen ve Kilis Keçisi Melezlerinin F₁ Döllerinde Sütlerin Bileşimi ile Süt Yağının Fiziksel ve Kimyasal Konstantları Üzerine Araştırmalar*, Ankara

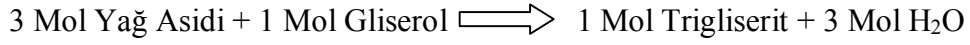
Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, Bilimsel Araştırmalar ve İncelemeler, Ankara, 477 (1972) 278.

- [47] M. Atamer, N.Kaptan, *Ankara’da tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının nitelikleri üzerine araştırmalar*, **Gıda Dergisi**, 4 (1982) 189–198.
- [48] E. Kurdal, A. F. Koca, *Erzurum il merkezinde tüketime sunulan kahvaltılık tereyağlarının kimyasal ve mikrobiyolojik özellikleri üzerine bir araştırma*, **Gıda Dergisi**, 12:5 (1987) 299–304.
- [49] A. H. Çon, “*Samsun Piyasasında Satışa Sunulan Tereyağlarının Bazı Nitelikleri Üzerine Bir Araştırma*”, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Samsun, 1990.
- [50] A. A. Hayaloğlu, “*Malatya Yöresinde Kremadan ve Yoğuttan Elde Edilen Çeşitli Tereyağlarının Fizikokimyasal*”, *Mikrobiyolojik ve Duyusal Nitelikleri Üzerine Karşılaştırmalı Bir Araştırma*, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1999.
- [51] Z. Aykanat, “*Adana ilinde Tüketime Sunulan Bazı Süt Ürünlerinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri Açısından Standartlara Uygunluğunun Araştırılması*”, Yüksek Lisans Tezi, Adana, 1995.
- [52] İ. Esis, “*Ağrı Piyasasında Satışa Sunulan Tereyağlarının Fiziksel, Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri Üzerine Bir Araştırma*”, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ, 1997.
- [53] M. Şengül, S. Çakmakçı ve M. Ünsal, Trabzon Tereyağlarının Bazı Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerinin Tespiti: V. Süt ve Ürünleri Sempozyumu, Geleneksel Süt Ürünleri, 21–22 Mayıs Tekirdağ, Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları, No: 621 Ankara, 1998.
- [54] M. Atamer, E. Şenel, F. Ş. Öztekin, *Farklı Tür Sütlerden Üretilen Yayıık Tereyağlarının Bazı Nitelikleri*, Tübitak Projesi Sonuç Raporu, Proje No:105 O 157, Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Bölümü, Ankara, Mayıs 2007.
- [55] O. Sağdıç, M. Dönmez and M. Demirci, *Comparison of characteristic and fatty acid profiles of traditional turkish yayık butters produced from goats’, ewes’ or cows’ milk*, **Food Control**, 15 (2004) 485–490.
- [56] A. F. Atasoy, H. Türkoğlu, *Şanlıurfa’da üretilen ve satışa sunulan sadeyağların (Urfa yağı) serbest yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi üzerine bir araştırma*, **Harran Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi**, 14:2 (2010) 9–12.
- [57] P. Batun, A. Kirazcı, M. Küçük, *Van ve Çevresinde İmal Edilen Sadeyağların Kimyasal ve Mikrobiyolojik Özellikleri*, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, VAN, 2005, www.gelenekselgidalar.com.
- [58] W. N. Sawaya, P. Khan, A. F. Al-Shalhat, *Physical and chemical characteristics of ghee and butter from goat's and sheep's milk*, **Food Chem.**, 14 (1984) 227–232.

- [59] J. Folch, M. Lees and G. H. Stanley, *A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissue*, **J. Biol. Chem.**, 226 (1957) 497–509.
- [60] N. Şahin, C. Akoh, A. Karaali, *Lipase-catalyzed acidolysis of tripalmitin with hazelnut oil fatty acids and stearic acid to produce human milk fat substitutes*, **J. Agric. Food Chem.**, 46 (1998) 4113–4117.
- [61] AOCS, *Official and Recommended Methods of the American Oil Chemists' Society* Champaign, IL: J. Am. Oil Chem. Soc., 1997.
- [62] Anonymous, *Standart Methods of the Oils and Fats*, Division of the I.U.P.A.C., Sth.Ed. Butterworths Scientific Publications, London, 1964.
- [63] L. Deman and B. Blackman, *Physical and textural characteristics of some north American shortenings*, **J. Amer. Oil Chem. Soc.** 68:7 (1991) 63–69.
- [64] M. Kayahan, A. Tekin, *Türkiye'de üretilen bazı margarinlerdeki trans yağ asitleri ve konjuge yağ asitleri miktarları üzerine araştırma*, **Gıda Dergisi**, 19:3 (1994) 147–153.
- [65] B. L. Madison and R. C Hill, *Determination of the solid fat content of commercial fats by pulsed nuclear magnetic resonance*, **J. Amer. Oil Chem. Soc.** 55 (1978) 328–331.
- [66] R. E. Timms and E. M. Goh, *Comparison of Determination of Presented at AOCS Annual Meeting*, May, 1986.
- [67] O. Şimşek, M. Alpaslan ve H. Pehlivan, *Trakya bölgesinde satılan kahvaltılık margarin ve kahvaltılık tereyağlarındaki katı yağ oranları ile yağ asitleri kompozisyonu üzerine bir araştırma*, **Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi**, Tekirdağ, 5:1 (1996) 28–33.

7. EKLER

EK 1. TEORİK İYOT SAYISININ HESAPLANMASI



$$3 \times (\text{Y.A}) + (92) = 1 \text{ Mol TG} + (3 \times 18)$$

Teorik yağ asidi molekül ağırlığının hesaplanmasında örneklerin yağ asidi bileşimi ve her bir yağ asidinin molekül ağırlıkları kullanılmıştır.

$$\text{Teorik yağ asidi molekül ağırlığı (g/mol)} = \text{Mw}_1 \times \text{Y}_1 + \text{Mw}_2 \times \text{Y}_2 + \dots + \text{Mw}_n \times \text{Y}_n$$

Molekül ağırlığı hesaplanan yağ asidinin ne kadar iyot bağladığını bulmak amacıyla doymamışlık derecesine göre tek çift bağ içeren yağ asitlerinin 253,8 g, iki çift bağ içerenlerin 507,6 g ve üç çift bağ içerenlerin ise 761,4 g iyot bağladıkları kabul edilmiştir. Her örneğin yağ asidi bileşimi kullanılarak bir mol yağ asidinin bağlayacağı teorik iyot sayısı hesaplanmış ve 1 mol trigliseridin bağlayabileceği iyot miktarı bulunmuştur. Bu değerler kullanılarak 100 kısım yağın bağlayacağı iyot miktarı belirlenerek teorik iyot sayısı olarak kabul edilmiştir.

$\text{Mw}_1, \text{Mw}_2, \dots, \text{Mw}_n$: Bileşimde yer alan yağ asitlerinin molekül ağırlıkları (g/mol)

$\text{Y} = \% \text{ Yağ Asidi Oranı}$

ÖZGEÇMİŞ

9 Haziran 1985 tarihinde Kayseri’de doğdu. Lise öğrenimini Talas Fatma Kemal Timuçin Anadolu Lisesi’nde tamamladı. 2004 yılında başladığı lisans öğrenimini İnönü Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümünde 2009 yılında tamamladı. 2007–2008 Bahar Döneminde Erasmus programı kapsamında Yunanistan’ da Agricultural Universty of Athens’ de Food and Science bölümünde 5 ay eğitim gördü. 2009 yılı Eylül ayında yüksek lisans eğitimine başladı. Şu an Akmed Yönetim ve Danışmanlık’ta Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır.