



**SÜT ÜRÜNLERİNDE YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE BAZI STEROLİK
(KOLESTEROL VE BETA-SİTOSTEROL)
FRAKSİYONLARININ APOLAR KOLON KULLANILARAK
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kutalmış Gökhan TURAN

Danışman

Prof. Dr. Harun DIRAMAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Ekim 2024

**AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**SÜT ÜRÜNLERİNDE YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE BAZI STEROLİK
(KOLESTEROL VE BETA-SİTOSTEROL)
FRAKSİYONLARININ APOLAR KOLON KULLANILARAK
BELİRLENMESİ**

Kutalmış Gökhun TURAN

Danışman

Prof. Dr. Harun DIRAMAN

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI

Ekim 2024

TEZ ONAY SAYFASI

Kutalmış Gökhan TURAN tarafından hazırlanan “Süt Ürünlerinde Yağ Asidi Profili ve Bazı Sterolik (Kolesterol ve Beta-Sitosterol) Fraksiyonlarının Apolar Kolon Kullanılarak Belirlenmesi” adlı tez çalışması lisansüstü eğitim ve öğretim yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca 25/10/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından **oy birliği** ile Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Danışman : Prof. Dr. Harun DIRAMAN

Başkan : Prof. Dr. Harun DIRAMAN
Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fakültesi

Üye : Prof. Dr. Ahmet Şükrü DEMİRCİ
Tekirdağ Namık Kemal Üni. Ziraat Fakültesi

Üye : Doç. Dr. Gökhan AKARCA
Afyon Kocatepe Üni. Mühendislik Fakültesi

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun
..... /..... /..... tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

.....

Prof. Dr. Bekir YALÇIN

Enstitü Müdürü

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİM SAYFASI
Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversite veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

25 / 10 / 2024

Kutalmış Gökhan TURAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

SÜT ÜRÜNLERİNDE YAĞ ASİDİ PROFİLİ VE BAZI STEROLİK (KOLESTEROL VE BETA-SİTOSTEROL) FRAKSİYONLARININ APOLAR KOLON KULLANILARAK BELİRLENMESİ

Kutalmış Gökhun TURAN

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Harun DIRAMAN

Bu araştırmada, süt lipidlerinin iki zıt bileşeni (sabunlaşan kısım: gliseridik fraksiyon [cis yağ asitleri izomerleri] ve sabunlaşmayan kısım [sterolik (kolesterol)]) bir apolar kapiler kolon (HP5 kolon) yardımıyla gaz kronatografisi alev iyonizasyon dedektörü (FID) kullanımı ile analiz edilmiştir. Afyonkarahisar’da yerel marketlerden toplanan çeşitli süt ürünleri örneklerinin [n=25] (5 tereyağı, 5 kaşar peyniri, 5 tulum peyniri, 5 dil peyniri ve 5 eritme-tost peyniri) cis yağ asidi profili ve sterolik bileşenleri (kolesterol ve β -sitosterol miktarı [bitkisel (palm) yağı tesbiti için indikatör bileşen]) GC-FID kapiler kolon yöntemi ile incelenmiştir. Yapılan analizlerde örneklerin bazısında (2 tereyağı [% 4.71 – 6.44], 3 kaşar peyniri [%3.23 – 8.62], 2 eritme-tost peyniri [% 5.84 – 11.13] ve 2 tulum peyniri [% 3.53 – 7.79]) β -sitosterol miktarının limit değerlerinin (maksimum % 2) üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Dil peynirlerinde β -sitosterol miktarı limit değerin altındadır. Bütün süt ürünleri örneklerinde majör sterol bileşeni kolesteroldür (% 88.87 – 98.74). Süt ürünü örneklerinde apolar HP5 kapiler kolonu ile (bütirik asitten lignoserik aside kadar) 19 adet cis formunda yağ asidi (CLA ve EPA dahil) belirlenmiş olup, ancak ilgili kolonda – süt ürünlerinde var olduğu kesin bilinen - *trans* yağ asitlerinin tesbiti de mümkün olmamıştır. Ayrıca apolar HP5 kolonu için linoleik ve linolenik yağ asitlerinin separasyonu mümkün olmamış, bu iki yağ asidi tek bir pik olarak elde edilmiştir. Süt ürünleri örnekleri için ilgili HP5 kapiler kolon üzerinde cis majör-minör yağ asitlerinin dağılımı en çoktan en aza doğru palmitik, oleik, stearik, miristik, laurik, kaprilik ve bütirik asit olmuştur. Ayrıca yağ asitlerine göre hesaplanan bazı parametrelerin

(özellikle linoleik/miristik, palmitik/miristik, laurik/miristik, stearik/laurik, palmitik/laurik, oleik/miristik ve iyot sayısı) hile ve tağşişlerin tespitinde kullanılabileceği görülmüştür. Çoklu veri analizinde (PCA) süt ürünlerinin karakterizasyonu ve sınıflandırılmasında kromatografik verilerin (yağ asitleri bileşenleri/parametreler ve kolesterol) faydalı olabileceği görülmüştür.

2024, x + 85 sayfa

Anahtar Kelimeler: Cis yağ asidi, Apolar kolon, β -sitosterol, Tereyağı, Peynir, Gaz kromatografisi.



ABSTRACT

M.Sc. Thesis

DETERMINATION OF FATTY ACID PROFILE AND SOME STEROLIC (CHOLESTEROL AND BETA-SITOSTEROL) FRACTIONS IN DAIRY PRODUCTS USING AN APOLAR COLUMN

Kutalmış Gökhan TURAN

Afyon Kocatepe University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Prof. Harun DIRAMAN

In this study, two opposite components of milk lipids (saponifiable part: glyceridic fraction [cis fatty acid isomers] and unsaponifiable part [sterolic (cholesterol)]) were analyzed by of an apolar capillary column (HP5 column) using gas chromatography flame ionization detector (FID). Cis fatty acid profile and sterolic components (cholesterol and β -sitosterol amount [indicator component for determination of vegetable (palm) oil in dairy products]) of various dairy product samples collected from local markets in Afyonkarahisar [n=25] (5 butter, 5 kashar cheese, 5 tulum cheese, 5 string cheese and 5 process-toast cheese) were examined with a GC-FID capillary column method. In the analyses performed, in some of the samples (2 butter [4.71% - 6.44%], 3 kashar cheese [3.23% - 8.62%], 2 processed-toast cheeses [5.84% - 11.13%] and 2 tulum cheeses [3.53% - 7.79%]) were found to have β -sitosterol levels above the limit values (maximum 2%). The β -sitosterol levels in string cheeses were below the limit value. The major sterol component in all dairy product samples was cholesterol (88.87% -98.74%). In dairy product samples, 19 cis form fatty acids (including CLA and EPA) were determined with the apolar HP5 capillary column (from butyric acid to lignoceric acid), but it was not possible to determine trans fatty acids –its presence is definitely known- in dairy products – in this column. In addition, it was not possible to separate linoleic and linolenic fatty acids for the apolar HP5 column, and these two fatty acids were obtained as a single peak on the chromatogram. For dairy products samples, the distribution of cis major-minor fatty acids in the involved HP5 capillary column

from most to least was palmitic, oleic, stearic, myristic, lauric, caprylic and butyric acid. It was also observed that some parameters (linoleic/myristic, palmitic/myristic, lauric/myristic, stearic/lauric, palmitic/lauric, myristic/oleic and iodine number) calculated based on fatty acids could be used in the detection of adulteration and fraud for dairy products. In addition, chromatographic data (fatty acid components/parameters and cholesterol levels) could be useful in the characterization and classification of dairy products in multiple data analysis (PCA) was seen.

2024, x + 85 pages

Keywords: Cis fatty acid, Apolar column, β -sitosterol, Butter, Cheese, Gas chromatography.

TEŞEKKÜR

Bu araştırmanın konusu, deneysel çalışmaların yönlendirilmesi, sonuçların değerlendirilmesi ve yazımı aşamasında yapmış olduğu büyük katkılarından dolayı kıymetli hocam ve tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Harun DIRAMAN'a, analizlerin gerçekleştirilmesi ve sürecin yürütülmesinde her türlü desteği veren Afyonkarahisar Gıda Kontrol Laboratuvar Müdürü Sayın Murat KUZKALE'ye, Müdür Yardımcısı Sayın Ahmet YILDIRIM'a, Kimyasal Analiz Birim Sorumlusu Sayın İsmail YEŞİLDAĞ'a, Kimyasal Analiz Birimi personeli arkadaşlarıma, öneri ve eleştirileriyle yardımlarını gördüğüm jüri üyesi hocalarıma ve arkadaşlarıma ve ayrıca kemometrik analizlerdeki yardımı için Sayın Mehmet ŞAHİN (TAGEM Bahri Dağdaş Uluslararası Tarımsal Araştırma Enstitüsü- Konya)'e teşekkür ederim.

Bu araştırma boyunca maddi ve manevi desteklerini esirgemeyen sevgili aileme teşekkür ederim.

Kutalmış Gökhan TURAN

Afyonkarahisar 2024

İÇİNDEKİLER DİZİNİ

	Sayfa
ÖZET	i
ABSTRACT	iii
TEŞEKKÜR	v
İÇİNDEKİLER DİZİNİ.....	vi
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	ix
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	x
1. GİRİŞ.....	1
2. LİTERATÜR BİLGİLERİ	5
2.1 Süt ve Süt Ürünlerinin Yağ Asitleri Temeline Göre Yapısı.....	5
2.2 Tereyağı.....	7
2.3 Peynir.....	8
2.3.1 Kaşar Peyniri	9
2.3.2 Eritme-Tost Peyniri	10
2.3.3 Dil Peyniri	11
2.3.4 Tulum Peyniri.....	12
2.4 Bitkisel Yağ Aranmasında Kullanılan Temel Sterol Bileşeni (β -sitosterol)	12
2.5 Çeşitli Süt Ürünlerinde Analitik Kalite Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Kromatografik Çalışmalar	15
2.6 Yağ Asidi Profilinin Belirlenmesinde Apolar Kolonların Kullanımına İlişkin Çalışmalar	17
2.7 Süt ve Süt Ürünlerinde Yağ Asitleri Bileşenleri ve Taklit-Tağşiş ve Hilelerin Belirlenmesi Üzerine Yapılan Kromatografik Çalışmalar	20
2.8 Süt ve Süt Ürünlerindeki Taklit, Tağşiş ve Hilelere İlişkin Ülkemizdeki Mevcut Durum	32
3. MATERYAL ve METOT	36
3.1 Materyal.....	36
3.2 Metot.....	36
3.2.1 Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	36
3.2.2 Kromatografik Analizler.....	36
3.2.2.1 Süt Ürünlerinde Bitkisel Yağ (β -sitosterol) İçeriğinin Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi İle Belirlenmesi.....	36

3.2.2.2 Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi ile Belirlenmesi.....	38
3.3 Süt Ürünleri Örneklerinin Lipid Profillerinin Kemometrik Analizi.....	40
4. BULGULAR.....	41
4.1 Süt Ürünleri Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	41
4.2 Süt Ürünleri Örneklerinde Bitkisel Yağ Aranması (β -sitosterol) ve Kolesterol Düzeyleri Analizi Sonuçları	42
4.3 Süt Ürünleri Örneklerine Ait Yağ Asitleri Kompozisyonu AnaliziSonuçları.....	44
5. TARTIŞMA ve SONUÇ	52
5.1 Tartışma.....	52
5.1.1 Süt Ürünleri Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	52
5.1.2 Süt Ürünleri Örneklerinin Sterol Kompozisyonu Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	56
5.1.3 Süt Ürünleri Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Parametreleri Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi	60
5.1.4 Süt Ürünleri Örnekleri İçin Sterol ve Yağ Asidi Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme	63
5.2 Sonuç	70
6. KAYNAKLAR.....	73
ÖZGEÇMİŞ.....	85

SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ

Simgeler

m	Metre
H ₂	Hidrojen
g	Gram
kg	Kilogram
UV	Ultraviyole
mg	Miligram
mL	Mililitre
mm	Milimetre
KM	Kurumadde
O ₂	Oksijen
pH	Power of Hydrogen
N	Normalite
M	Molarite
dk	Dakika
sn	Saniye
v	Hacim
µm	Mikrometre
µL	Mikrolitre
°C	Derece santigrat
%	Yüzde

Kısaltmalar

GC	Gaz Kromatografisi
FID	Flame İonisation Detector
PCR	Polimer Chain Reaction
EC	European Commission
GCMS/MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry
ELISA	Enzyme-Linked Immunosorbent Assay
FAO	Gıda ve Tarım Örgütü
FDA	ABD Gıda ve İlaç İdaresi
HPLC	Yüksek Basınç Sıvı Kromatografisi
NMR	Nükleer Manyetik Rezonans
TSE	Türk Standartları Enstitüsü
TOB	Tarım ve Orman Bakanlığı
LC-MS/MS	Sıvı Kromatografisi-Kütle Spektrometresi
FAME	Yağ Asitleri Metil Esterleri
ISO	International Standart of Organization
DNA	Deoksiribo Nükleik Asit
EN	Euopen Norm
T.G.K.	Türk Gıda Kodeksi
WHO	Dünya Sağlık Örgütü
UV	Ultra Viyole

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Zoosterollerin önemli üyesi Kolesterol'ün kimyasal yapısı.....	14
Şekil 2.2 Fitosterollerin önemli üyesi β - sitosterol'ün kimyasal yapısı	14
Şekil 4.1 Araştırmada apolar HP-5 kolonu ile analiz edilen Tereyağı (TY1) örneğine ait kolesterol ve β -sitosterol kromatogramı	44
Şekil 4.2 Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen Tereyağı (TY1) örneğine ait yağ asitleri bileşenleri kromatogramı.....	45
Şekil 5.1 Süt ürünleri örneklerine ait temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait biplot analiz grafiği	69
Şekil 5.2 Süt ürünleri örneklerine ait yağ asitleri bileşenlerine göre hesaplanan parametreler temelinde yapılan biplot analiz grafiği	70

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 2.1	Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen çeşitli süt ürünlerinde tağşiş ve hilelerin dağılımı	34
Çizelge 2.2	Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen çeşitli süt ürünlerinde tespit edilen tağşiş ve hile tipleri.....	34
Çizelge 2.3	Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen peynir türlerine göre tağşiş ve hile oranları.....	35
Çizelge 4.1	Araştırmada analiz edilen süt ürünleri örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal (% kurumadde, %yağ, % kurumadde’de yağ) analizlerinin sonuçları	41
Çizelge 4.2	Araştırmada analiz edilen süt ürünleri örneklerinin apolar HP5 kapiler kolon ile yapılan sterolik bileşen (% kolesterol ve % β -sitosterol) analizlerinin sonuçları	43
Çizelge 4.3	Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi bileşenleri (%)	46
Çizelge 4.4	Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi (%) değerlerine göre hesaplanan temel yağ asidi bileşenleri.....	48
Çizelge 4.5	Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi bileşenleri temelinde hesaplanan bazı parametreler.....	50
Çizelge 5.1	Süt ürünleri örneklerine ait temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait Pearson Korelasyon Katsayıları.....	68
Çizelge 5.2	Süt ürünleri örneklerinin yağ asitleri bileşenlerine göre hesaplanan parametrelerine ait Pearson korelasyon katsayıları	71

1. GİRİŞ

İnsan beslenmesinde önemli bir yer tutan süt ve süt ürünleri, hem besleyici özellikleri hem de içerdikleri birçok faydalı biyoaktif bileşen nedeniyle sağlıklı bir hayat için önemlidirler. Süt yağı, besinsel ve duyuşal niteliklerinin birçok sağlık yararı sağlaması nedeniyle vazgeçilmez süper bir gıda olarak kabul edilmiştir. Bu haliyle süt ve süt ürünleri dünya genelinde küçük büyük bütün insanlar için günlük beslenmenin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Uluslararası Süt Federasyonu (IDF) , yıllar içinde süt yağının ve duyuşal özelliklerinin vermiş olduğu olumlu sağlık değerdendirmesi nedeniyle bitkisel yağ bazlı ikamelerden süt ürünlerine (özellikle tereyağına ve süt yağına [krema]) doğru bir talep kayması olduğunu belirtmektedir. Artan talep ile yükselen fiyat ve ürünlerin mevsimsel bulunabilirliğindeki dalgalanma, süt yağı üreticilerine üretim maliyetlerini düşürmek ve kar marjlarını artırmak için daha ucuz yağlar/yağlarla hileli bir şekilde karıştırmaları için bir avantaj sağlamaktadır. Bu husus ekonomik olarak sahtekârlığı teşvik etmekte ve ayrıca insan sağlığı yönünden de riskler içermektedir. Süt yağının saflığı için karakterizasyonu, sürekli ve iyi tanımlanmış bir kaliteyi sağlamak için mutlak bir zorunluluktur. Süt yağındaki sahtekârlıkların tespiti, yapısındaki mevcut gliseridik yapının (yağ asitleri ve trigliseritler [TAG]) değışken bileşimi nedeniyle her zaman bir zorluk oluşturmaktadır. Süt yağının özelliklerinde mevsimsel, ilgili hayvan türü veya hatta onların ırkla ilgili farklılıkları nedeniyle sütteki ve süt ürünlerindeki yabancı yağları tespit etme zorluğu daha da büyümeğtedir. Yirminci yüzyılın ortalarında hidrojene bitkisel yağ (HVO) endüstrisinin ortaya çıkması, her iki yağın da eşleşen bazı fiziksel özellikleri nedeniyle süt yağının HVO ile büyük ölçekli sahteciliğine yol açmıştır. Süt ürünlerindeki yabancı yağların tespiti ve miktarlarının belirlenmesiyle ilgili çalışmalar onlarca yıldır yürütölmekte ve birçok araştırma merkezinde öncelikli alanları oluşturmaktadır (Rebecchi vd. 2016).

Süt ürünleri üreten fabrika ve işletmelerde uygulanan üretim ve sanitasyon yöntemleri ile uygulanan teknoloji ölkemizde büyük farklılıklar göstermektedir. Uygulanan işlemlerdeki bu farklılıkların ürün maliyeti üzerinde etkili olduğu bilinmektedir. İşletme ve üretim maliyetlerinden doğan farklar piyasaya sunulan süt ürünlerinin fiyatlarını etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı, özellikle büyük süt ürünleri üreticisi işletmelerle kalite ve fiyat konusunda rekabet edemeyen bazı küçük veya orta büyüklükteki

Üreticiler, daha düşük gelir seviyesindeki tüketicilerle hitap etmek suretiyle, daha ucuz fiyatlı ürünlerle tüketicilerle pazarında yer bulmaya çalışmakta, ürün girdi maliyetlerini azaltma/düşürme ve kar payını arttırma/ pazarda yer alma isteği, süt ürünlerinin üretiminde taklit ve tağşiş edilmesi sonucunu getirmektedir. Değerli bir gıda hammaddesi olan süt yağı ekonomik sebepler yüzünden ucuz olan bitkisel ve hayvansal yağlar ile karıştırılarak hile-tağşişe maruz kalabilmektedir. Sahip olduğu yüksek gıda değeri ve lezzeti ile günlük oğnlerin vazgeçilmez gıdalarından olan peynir ve – zellikle de- tereyağının hile ve tağşişe maruz kalması, antik dönemden beri her zaman güncelliğini korumakta, bu yolla tüketiciler mağdur edilmekte ve aldatılmakta, tereyağı ve peynirin üstün besinsel özelliklerinden hakkıyla yararlanılamamaktadır (Dıraman 2006; Bilgiç vd. 2014, Gümüş 2015 ve 2018).

İnsan beslenmesinde önemli olan ve kullanım alanı çok çeşitli olan süt ve süt ürünlerinin taklit-tağşiş yöntemleri de çok çeşitlidir. Özellikle sütün en değerli bileşeni olması itibariyle süt yağının sütten ayrılması ve yerine ikame yağlar katılması en sık karşılaşılan taklit-tağşiş yöntemidir. Tereyağı ve peynir içerisine birçok katı ve sıvı formda bitkisel yağ katılmakla birlikte- ucuz olması ve yaygın olarak çok kolay tedariki nedeniyle günümüzde- daha çok – bir bitkisel yağ kaynağı olarak- palm yağı katılmaktadır. Süt ve süt ürünlerinde en çok karşılaşılan diğer taklit ve tağşiş yöntemleri ise; koruyucu madde kullanımı, süte su katılması, süt yağını almak, nişasta jelatin ve pektin eklenmesi, tereyağına margarin katılması, tereyağına renklendirici katılması, soya proteini katılması, tarihi geçmiş kaşar peynirlerinin tekrar kaşar peyniri üretiminde kullanılması, tulum peynirine patates püresi katılması, bozulmuş ve tarihi geçmiş peynirlerin eritme tuzları ile eritme-krem peynirine dönüştürülmesi gibi yöntemler vardır.

Hidrojenle doyuurulmuş bitkisel yağların, damar tıkanıklığı, kalp krizi, obezite gibi hastalıklara yol açtığına dair yapılan araştırmalar kamuoyunda bu ürünlere karşı hassasiyet oluşmasına neden olmuş, talepteki azalma üreticileri farklı yağ arayışlarına yönelmiştir. Bunun sonucunda da palm yağı kullanımı ortaya çıkmıştır. Palm yağı oda sıcaklığında %50 katı (stearin) %50 sıvı (olein) yağ formunda bulunması, üretim maliyetinin ve fiyatının düşük olması, yüksek sıcaklıklara dayanıklı olması, kullanıldığı

ürünün tat-koku-aroma-tekstüründe iyileştirmeler yapması dolayısıyla tercih edilmektedir.

Taklit-tağışış amacıyla palm yağı katılmış bir süt ürününü dışardan ayırt etmek ve duyuusal tadım ile bunu tesbit etmek imkânsızdır. Bu da palm yağının girdiği ürünle son derece uyumlu olasıından kaynaklanmaktadır. Süt ve süt ürünlerinin bitkisel yağlar kullanılarak tağışışının tespiti için çeşitli yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemler arasında prtaikte en duyarlı ve güvenilir olanı kromatografik metotla bitkisel yağ içeriğinin belirlenmesidir (Bilgiç vd. 2014). Bu maksatla GC’de düşük polariteli (apolar özellikte) olan kapiler kolonlar kullanılmaktadır. Düşük polariteye sahip veya apolar özellikte HP-5 kapiler kolon bu analizlerde en yaygın kullanılan kullanılan bir araçtır. HP-5 kolon genel amaçlı bir kapiler kolon olup, yağ asitlerinin cis formları, sterol bileşenleri (β -sitosterol dâhil), bazı pestisit ve uçucu yağ bileşenlerinin tesbitinde başarı bir şekilde kullanılmaktadır. Gıda lipidleri – süt ürünleri de dâhil olmak üzere – kimyasal yapı olarak sabunlaşan ve sabunlaşmayan bileşenler şeklinde iki ana fraksiyondan oluşmaktadır. Yağ asitleri ve trigliseridler (TAG) süt ve ürünlerine ait lipidlerin sabunlaşan fraksiyonunu oluşturmaktadır. Zoosterol olarak da tanımlanan sterolik bileşenler ise sabunlaşmayan fraksiyonunu meydana getirmektedir. Lipidlerin iki zıt kimyasal fraksiyonunun (yağ asidi ve sterolik profiller) apolar - özellikle tek bir - kapiler kolon (HP5) yardımıyla analiz edilmesi ve süt ürünlerine yapılan tağışış ve hilelerin tesbiti ile birlikte lipidlerin yağ asidi profili temelinde gıda değerlerinin de ortaya konulması bu araştırmada gerçekleştirilmiştir. Bu çalışma ile birlikte apolar kolonun (HP5) süt ürünlerindeki sabunlaşan ve sabunlaşmayan bileşiklerinin analizlerde kullanımı konusundaki performansı da ortaya konulmuştur.

Bu çalışmada düşük polariteli (apolar) bir kapiler kolon (HP-5) yardımı ile ülkemizde taklit, tağışış ve hile oranının en yüksek olabileceği en muhtemel süt ürünleri (tereyağı, kaşar peyniri, eritme-tost peyniri, dil peyniri ve tulum peyniri)’nde bitkisel (palm) yağ kaynağı kullanımına bağlı olarak- öncelikle- β -sitosteroünl belirlenmesi hedeflenmiştir. Ayrıca söz konusu kapiler kolonun yağ asidi profilinin tespitinde kullanılmasından dolayı, adı geçen süt ürünlerinin de yağ asidi cis profilleri incelenmiştir. Bu çalışmanın amacı apolar bir kapiler kolon ile günlük diyetle önemli fonksiyonları olduğu bilinen

süt ürünlerinde insan beslenme fizyolojisi açısından önem arz eden yağ asidi profili ile birlikte, taklit/tağşış ve hile bağlamında gıda güvenliği/ güvenilirliği kapsamında önem taşıyan bitkisel yağ aranması da amaçlanmıştır. Bu araştırma ile ekonomik olarak büyük kayıplara sebep olan bu güncel duruma (taklit/tağşış ve hile) kamuoyunun dikkatinin daha fazla çekilmesi mümkün olacaktır.



2. LİTERATÜR BİLGİLERİ

2.1 Süt ve Süt Ürünlerinin Yağ Asitleri Temeline Göre Yapısı

Canlının büyümesi ve gelişmesi için başta gelen besinlerden biri olan süt, içerdiği bileşimi gereği canlı vücudunun fizyolojik ihtiyaçlarını oluşturan besin maddelerinin hemen hemen tamamını tam ve yeterli seviyede karşılayabilmektedir (Özcan vd. 1998, Tarakçı vd. 2003, Anonim 2009). Süt fiyatlarının tespit edilmesinde önemli bir ölçüt olan süt yağı, sütün ekonomik, beslenme, tat-aroma ve yağın fiziksel özellikleri yönünden önem taşımaktadır. Ayrıca süt yağı, üretilen çeşitli süt ürünlerinin fiziksel niteliklerinde, aromalarında (lezzet-tat profilleri) ve gıda değerinde de oldukça önemli role sahiptir (Renner 1982).

Süt yağı, trigliseritler (TG), digliseritler (DG) ve monogliseritler (MG), kolesterol ve kolesterol esterleri, serbest yağ asitleri (FA), glikolipitler ve fosfolipitler (PL'ler) dahil olmak üzere kimyasal olarak farklı bileşiklerin büyük çeşitliliğini kapsayan bir mozaiktir (Jensen, 2002; Pimentel, Gomes, Pintado, vd., 2016). Süt lipidlerinden elde edilen saf süt yağı, sadece trigliseridlerin (% 98 -99) bir karışımı olup, bunlar sabunlaşabilen özelliktedir. Geri kalan % 1-2 kısım ise sütün minör lipidleridir. Sabunlaşan bileşenlerden digliseridler % 0.3 – 1.8; monogliseridler % 0.002 -0.1, fosfolipidler (lesitin, sefalin, sfingomyelin) % 0.2 – 1 oluşturmakta olup, sabunlaşmayan bileşenlerden steroller (Kolesterol ve lanosterol) ise % 0.2 – 0.4 düzeyde bulunmaktadır (Metin 2012).

Yağ -Su emülsiyonu olarak mikroskobik kürecikler şeklinde süt içerisinde yer alan süt yağı, temel kimyasal yapı olarak kısa (C4-C8), orta (C10-C14) ve uzun (C16-C20) karbon zincirine sahip yağ asitleri içeren trigliseridlerden meydana gelmiş olup, yağ asitleri bileşimini, sütün kaynağı (küçük- büyük baş hayvan türü, yaş), genetik, hayvanın beslenmesi, çevresel vb. birçok faktör etkilemektedir (Jensen vd. 2002, Hinrics vd. 1992; Mac Gibbon ve Taylor, 2006). Süt yağında içerdiği karmaşık yağ asitleri kompozisyona bağlı olarak, 400'ün üzerinde yağ asidinin tanımlanması, farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip trigliseridlerin oluşmasına da neden olmaktadır

(Jensen vd. 1991, Gresti vd. 1993). Tanımlanan bu minor özellikli yağ asitlerinden en az 12 tanesi > % 0,01 miktarda bulunmaktadır.

Süt yağında önemli miktarlarda bulunan doymuş yağ asitleri, uzunlukları 4 ila 18 karbon atomu arasında değişen dallanmamış hidrokarbon zincirlerine sahip moleküller olup, bu yağ asitleri toplam yağ asitlerinin yaklaşık %70 ila %75'ini oluşturmaktadır. Doymuş yağ asitlerinin kantitatif açıdan % 25 -30 'unu oluşturanlar C16:0' (palmitik asit) olup diğer yağ asitleri olan C14:0 (miristik) ve C 18:0 (stearik) ise %10 - %13 arasında bulunmaktadır. Süt lipidlerinin cis-monoenoik asit içeriği yaklaşık %18 – 24 arasında olup, Oleik asit (9c-18:1), monoenik yağ asidi toplamının yaklaşık %15 21'ini oluşturan başlıca cis yağ asididir. Ayrıca diğer cis-monoenik (MUFA) asitlerden de nispeten küçük düzeylerde tespit edilenler de ([C14:1 (miristoleik asit, yaklaşık %1,0) ve 16:1 (palmitoleik yaklaşık %1,5)]) bulunmaktadır. Cis-polienoik asitler (PUFA), rumende gerçekleşen biyohidrojenasyon reaksiyonları nedeniyle süt yağında düşük konsantrasyonlarda bulunmaktadır. Bu grup yağ asitleri % 1.2 ila %1,7 oranında linoleik asitten (9c, 12c-18:2) ve %0,9 ila %1,2 oranında alfa-linolenik asitten (9c, 12c, 15c-18:3) oluşmaktadır. Bu iki yağ asidi esansiyel yağ asitleri olup, vücutta sentezlenemezler ve diyetle alınmaları gerekmektedir. Diğer iki esansiyel yağ asidi olan (eikosapentaenoik asit, 20:5 (EPA) ve dokosaheksaenoik asit, 22:6 (DHA) da süt lipidlerinde bulunmaktadır. Ayrıca süt lipidleri arasında tespit edilen diğer bir PUFA yağ asidi konjuge linoleik asit (CLA)tir. CLA (9c, 11t-18:2) süt lipidlerinde konjuge linoleik asitlerin (CLA) başlıca izomeridir. CLA terimi, konjuge çift bağlara sahip oktadekadienoik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımını ifade eder (örn. 10t, 12c-18:2, 10t, 12t-18:2). Süt yağındaki CLA içeriği iki ilişkili kaynaktan türemektedir. Birincisi, 9c, 11t-18:2, rumen içindeki yağ asitlerinin biyohidrojenasyonunun bir ara ürünüdür. İkinci olarak, 11t-C18:1, normalde Stearik asidin (C18:0) oleik aside (9c-C18:1) dönüşümünü katalize eden stearyl-CoA desaturaz (SCD) enzimi tarafından meme bezinde 9c, 11t-C 18:2'ye dönüştürülmesi ile oluşmaktadır. (Mac Gibbon ve Taylor, 2006).

Süt lipidlerinde biyohidrojenasyonunun bir ara ürünü ve de vaksenik asidin enzimatik aktivitesinin bir sonucu olarak oluşan CLA'nın antikarsinojenik ve antiaterojenik

özelliklere sahip olduğu açıkça ortaya konulmuştur. Süt ve süt ürünleri, CLA için en önemli kaynaktır. Yapılan çalışmalar, süt ve süt ürünlerinin doğal bir gıda bileşeni olarak diyet ile (özellikle de zenginleştirilmiş tereyağı şeklinde) sağlandığında güçlü bir antikarsinojen etki verebileceği sonucunu göstermektedir (Bauman ve Lock, 2006).

Süt yağı, süt bileşenleri içerisinde en pahalı olanı olup, bu sebeple süt yağının karakterizasyonu iyi kalitede ve standart bir ürün üretimini garanti etmede çok önemli bir rol oynamaktadır. Süt yağının daha ucuz yağlarla hile-tağışışının tespiti, süt yağının kimyasal kompozisyonunun sahip olduğu doğal çeşitliliğinin korunması yönünden daima önem arz etmiştir (Dıraman, 2006; Rebechi vd. 2016).

2.2 Tereyağı

Yapısında kısmen kristalize olmuş %80'i aşkın süt yağı içeren tereyağı, yayıklama ve malakse işlemi ile kremadan üretilen bir süt ürünüdür. Ayrıca fermente süt ürünü olan yoğurttan elde edilen, ayranın yayıklanmasıyla da tereyağı elde edilir (Walstra et al.2006). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'nde 'Tereyağı, ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kurumaddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip olan ve Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği'nde izin verilen katkı maddelerinin kullanılabildiği bir süt ürünüdür' şeklinde tanımlanmaktadır (Anonim 2005).

Yağların gıda bileşenleri arasında en yüksek enerji değerine sahip bir unsur olduğu bilinmektedir. Canlı metabolizmasının günlük enerji ihtiyacının karşılanmasında yağlar önemli bir yere sahip olup, bu açıdan bünyesinde en az %80 oranında süt yağı içeren tereyağının insan beslenmesindeki önemi çok büyüktür (Koyuncu 2010). Tereyağının gıda değerini daha da arttıran diğer bir husus, insan vücudu tarafından sentezlenemeyen bazı esansiyel yağ asitlerini (linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit gibi) bünyesinde bulundurmasıdır (Metin vd. 1976).

Gıda sanayisinde çoğu üründe doğrudan ya da dolaylı olarak tereyağı kullanılır. Tereyağının yerine kullanılabilecek bazı alternatifler arasında margarin, bitkisel yağlar

veya hindistan cevizi yağı bulunabilir. Diğer yağlara göre tereyağının ekonomik değerinin yüksek oluşu hususu; kötü niyetli ve haksız kazanç sağlamak isteyen kesimler tarafından çeşitli zamanlarda yapılan hile ve tağşişlerden dolayı (daha çok margarin ilavesi), tüketici yıllardır mağdur olmuş ve aldatılmıştır. Ülkemizde özellikle de tereyağına yapılan hile-tağşiş konusu her zaman güncelliğini sürdürmesine rağmen, özellikle son yıllarda tüketicilerde bu kaygıların arttığı görülmektedir. Bu fırsatçılık ve kötü niyete bağlı olarak, yağın fiziksel durumunun hile-tağşişe açık olması da kolaylık sağlamaktadır. Dolayısıyla tüketici tereyağının içerdiği zengin gıda potansiyelinden hakkıyla yararlanılamamaktadır (Dıraman, 2006; Çakmakçı vd. 2020). Tereyağına hile-tağşiş yapılması dünyanın farklı ülkelerinde de yaygın bir uygulama olup, bu durum tüketicileri endişelendirmektedir. Bu nedenle orijinalliği garantili ürünlere olan talep dünyada da gittikçe artmaktadır (Karoui vd. 2007).

2.3 Peynir

Peynir genel olarak süt protein olan kazeinin pıhtılaştırılması, pıhtının bir yada birden fazla kez parçalanması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılması daha sonra da oluşan telemin istenilen şekilde işlenmesiyle elde edilir. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde peynir; “Hammaddenin uygun bir pıhtılaştırıcı kullanılarak pıhtılaştırılması ve pıhtıdan peyniraltı suyunun ayrılmasıyla ya da sütün permeatının ayrılmasından sonra pıhtılaştırılmasıyla elde edilen, farklı sertliklerde ve yağ içeriklerinde, salamura ile ya da kuru tuzlama ile tuzlanarak ya da tuzlanmadan, starter kültür kullanarak ya da kullanmadan, telemesi haşlanarak ya da haşlanmadan, çeşnili ya da çeşnisiz olarak, tekniğine uygun olarak üretilen, olgunlaştırılmadan ya da olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, çeşidine özgü karakteristik özellikleri gösteren süt ürünleri” şeklinde tanımlı yapılmıştır (Anonim 2015).

Peynir geleneksel ve teknolojik olarak üretilen ve hemen herkes tarafından tüketilen bir süt ürünü olmasına rağmen, değişen yaşam standartları, hazır gıda sektöründe farklı ürün arayışları, peynir çeşitlerinde de beklentileri değiştirmiş, farklı özelliklerde ürün arayışına neden olmuş, maliyeti düşürme daha fazla kazanç sağlama gibi durumlardan dolayı işlenmiş peynirler ortaya çıkmıştır. İşlenmiş peynirler; üretilen bir peynirin çeşitli

yöntemlerle yeniden üretilen ve tamamen imitasyon taklit olan peynirler olmak üzere ikiye ayrılır. İşlenmiş peynir üretimi için, daha önce üretilen herhangi bir peynir seçilir ve parçalanır, içerisine katılmak istenilen yağsız süt tozu, peynir altı suyu, peynir altı suyu protein konsantrasyonu, emülsifiye edici tuzlar, su renklendirici, tatlandırıcı, koruyucu gibi maddeler katılarak işlenir ve homojenize edilerek üretilir. İmitasyon peynirler ise peynir olmayıp peynir aroma ve görüntüsüne sahip ürünlerdir. Bir peynirin gerçek mi yoksa imitasyon mu olduğu kromatografik yöntemle tespiti yapılabilir.

2.3.1 Kaşar Peyniri

Kaşar peyniri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği'nde 'hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin tekniğine uygun olarak işlenmesi ile üretilen, üretim aşamalarındaki farklılıklara göre taze veya olgunlaştırılmış olarak tanımlanabilen ve çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren telemesi haşlanan peynir' olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015). En az 120 gün süre ile olgunlaştırılarak üretilen kaşar peynirlerine eski (veya olgun) kaşar denilir.

Taze çiğ süt standardize edilir (%3 yağ), pastörize edilir ve starter kültür ilave edilir. Pıhtılaştırılır. Pıhtı kesilir ve ısıtılır, preslenir ve suyu uzaklaştırılır. Teleme kesilir ve fermentasyon için 22-25 °C de 16 saat beklenir. Teleme parçalanır ve 75 °C de 3 dk haşlanır. Teleme yoğrulur ve kalıplara yerleştirilir, kalıptan çıkarılır ve ön olgunlaştırma için 15 °C'de 5-7 gün beklenir (Üçüncü 2015).

Kaşar peyniri telemesi haşlanan ve yoğrulan yarı sert peynirlerden olup pasta filata yani uzayabilen sünebilen peynir grubunda yer almaktadır. Telemenin sıcak suya daldırılıp haşlanmasıyla kazeine bağlı kalsiyum miktarı azalmakta ve telemede plastiğimsi bir yapı kazanmaktadır (Üçüncü 2015, Çetinkaya 2012).

Pastörize süttten üretilecek kaşar peynirinde ise starter kültür kullanılmaktadır. Ticari olarak popüleritesinin artmasıyla ve gelişen teknolojinin yardımıyla son yıllarda kaşar peynirinin kalitesini arttırmak ve standartlaştırmak için pastörize süt kullanımı yaygınlaşmış olup, starter kültürler kademeli olarak kullanılmaktadır. Geleneksel olarak

Üretimde ise çiğ süt kullanılırken starter kültür kullanılmamakta, hayvansal kaynaklı peynir mayası kullanılmakta ve olgunlaştırma süresi daha uzun tutulmaktadır (akmakı 2011, De Angelis vd. 2011, Niro vd. 2014).

Günümüzde Kaşar peyniri benzeri peynir üretiminde yeni yöntemler kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemlerden biri ise, kaşar peyniri üretiminde telemenin tuzlu suda haşlanması yerine, telemeye eritme tuzlarının ilave edilmesiyle özel kazanlarda eritme işlemi yapılarak yoğurma, gramajlama (kalıplama) ve ambalajlama işleminin uygulanmasıdır (rk 2006).

2.3.2 Eritme-Tost Peyniri

Süt ve süt ürünleri üretimi gerçekleştiren firmalar artan talep ve değişen yaşam koşullarına ayak uydurabilmek adına son yıllarda fonksiyonel özelliklere sahip ürünlerin üretim çalışmalarını arttırmışlardır. Eritme peyniri de bu ürünler arasında yer almaktadır (Turhan 1993, Suna ve Ersan 2020).

Eritme peyniri, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde ‘telemenin, bir veya bir kaç çeşit peynirin, doğrudan doğruya veya bu ürünlere gerektiğinde süt tozu, peyniraltı suyu tozu, tereyağı, krema gibi süt ürünleri katılarak elde edilen karışıma emülsifiye edici tuzlar ilave edilerek, karışımın pastörizasyon normunda veya daha yüksek sıcaklıklarda ve srelerde ısıl işlem uygulanması ile elde edilen, dilimlenebilir veya sürülebilir nitelikler gibi çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir’ olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015).

Eritme peyniri; uygun peynirin seçilmesi, uygun katkı maddelerinin seçilmesi, birleşim ve formülasyonun oluşturulması, parçalama, emülsifiye edici tuzlar ve su eklenmesi, ısıl işlem ve karıştırma, homojenizasyon ve paketleme, soğutma ve n olgunlaştırma, depolama aşamalarıyla üretilir (Caric vd. 1985, Solak 2013).

En yaygın emülsifiye edici tuzlar, sodyum fosfat, polifosfatlar, sitratlar ve bunların kombinasyonlarıdır. (Weiserova vd. 2011, Solak 2013, Chen ve Liu 2012).

Eritme peynirlerini diğer peynirlerden ayıran en belirgin özelliği hammaddesinin doğrudan süt olması yerine peynir olmasıdır. Tereyağ, krema, süt tozu, kazein veya kazeinat, peyniraltı suyu proteinleri emülsifiye edici tuzlar, aroma ve katkı maddeleri gibi çeşitli ürünlerinde eritme peyniri yapımında formülasyona katılmaktadır. Bu maddelerin hepsi eritme peyniri üretiminde ayrı ayrı kalite özelliklerini üstlenir. Ayrıca rennet kazein diğer protein kaynaklarına göre daha iyi lezzet sağlamaktadır (Guinee vd. 2000, Kızıllöz vd. 2009).

Eritme peyniri üretiminde yasal düzenlemeler kapsamında izin verilen miktarlarda gıda katkı maddeleri (renklendiriciler, aroma vericiler, çeşniler vb.) kullanılmaktadır. Üretimin sonunda üründe istenilen renge ulaşmak ve tüketicinin ilk olarak duyuusal beğenisini kazanmak için eritme peyniri üretiminde doğal ve yapay renklendiriciler kullanılmaktadır (Solak 2013)

2.3.3 Dil Peyniri

Dil peyniri; çiğ sütün pastörize edilip soğutulduktan sonra starter kültür olarak peynir altı suyundan elde edilen maya ilave edilip peynir pıhtısı elde edilmesi ve ardından pıhtının kesilip peynir altı suyunun uzaklaştırılması, fermente edilmesi, şekil verme, kesme, dinlendirme, ambalajlama ve depolama işlemleriyle üretilir.

Dil peyniri Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde telemesi haşlanan peynirler grubunda yera aldığı fade edilmekte olup; sözkonusu ürün ‘hammaddenin (süt) peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermentasyon işleminden sonra tuzlu veya tuzsuz sıcak su içerisinde ya da sıcak peyniraltı suyu içerisinde haşlanmasıyla üretilen peynirler’ olarak tanımlanmıştır (Anonim 2015).

Dil Peyniri üretimi ve yapısı itibarıyla kaşar, eritme-tost, çeçil gibi peynirlere benzemektedir. Geleneksel dil peyniri, telemesi haşlanıp, yüksek bir yağ oranı içeren, az tuzlu ve kolayca liflere ayrılabilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir peynir çeşididir. Dil peyniri; hemen her yerde satışı olan, kolay ulaşılabilen ve

tanınırlığı yüksek olan bir peynir olsa da hakkında yapılan akademik ve sektörel kaynaklı çalışmalar oldukça azdır.

2.3.4 Tulum Peyniri

Tulum peyniri ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen peynirlerden olup, Türkiye’de üretim miktarı açısından bakıldığında beyaz ve kaşar peynirden sonra üçüncü sırayı almaktadır (Çakmakçı 2008). Türkiye’de üretimi yapılan peynirlerin yaklaşık %60’ını Beyaz peynir, %15’ini Kaşar ve %15’ini Tulum ve Mihaliç, kalan diğer %10’u ise yöresel peynirlerimizden oluşmakta olduğu Türkiye İstatistik Kurumu kayıtlarınca ifade edilmektedir (Hayaloğlu 2008).

Kökeni çok eskilere dayanan Tulum peyniri, konar-göçer toplulukların sütü bir çeşit dayandırma yöntemi olarak da değerlendirdikleri bir peynir çeşidi olup, bu toplulukların yaşam tarzının etkisinde şekillenmiş bir üretim tekniğine sahiptir (Yazıcı 2016). Yapım tekniği, kullanılan hammaddeler (süt çeşidi), (olgunlaştırmada kullanılan ve satış için kullanılan) ambalaj materyali gibi farklılıklar sebebi ile çok fazla tulum peyniri çeşidi bulunmaktadır. (Sancak vd. 2018, Ünsal 1997).

Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği’nde tulum peyniri, ‘hammaddenin peynir mayası kullanılarak pıhtılaştırılması ile elde edilen telemenin fermentasyonunu takiben ufalanıp tuzlanması, daha sonra gıdaya temasa uygun bir ambalaj malzemesine veya deri tulumlara sıkıca basılarak üretilen ve olgunlaştırıldıktan sonra piyasaya arz edilen çeşidine özgü karakteristik özellikler gösteren peynir’ olarak tanımlanmaktadır (Anonim 2015).

2.4 Bitkisel Yağ Aranmasında Kullanılan Temel Sterol Bileşeni (β -sitosterol)

Fitosteroller, hücre membranının önemli bir bileşeni olan triterpenler grubunda yer alırlar. Şekil 1 ve 2’ de sırasıyla zoosterollerin en önemli üyeleri olan kolesterol ve β -sitosterol’ün kimyasal yapıları verilmiştir. β -sitosterol’ün kimyasal yapısı (Şekil 2) kolesterole (hayvansal sterol / zoosterol, Şekil 1) çok benzemekle birlikte fazladan etil

veya metil grubu ve yan zincirde çift bağ içerirler (Ateş vd. 2005). Fitosteroller kimyasal olarak, doğada serbest halde veya yağ asitleri, fenolik asitler ya da glikozitlerle esterleşmiş şekilde bulunur (Şekil 1,2) (Caswell vd. 2008). β -sitosterol kolesterole benzer kimyasal yapıya sahip çok sayıda fitosterollerden (bitki sterolleri) biridir. Sitosteroller karakteristik bir kokusu olan beyaz mumsu tozlardır. Bunlar hidrofobiktir ve alkolde çözünür. Bitkilerin bünyelerinde oldukça yaygın olarak bulunur (Şekil 2), (Shen vd. 2024).

Steroller, toplam yağın sadece %0,3'ünü oluşturan süt lipidlerinin küçük bileşenleridir. Süt lipidlerinde başlıca sterolik bileşen, toplamın %95'inden fazlasını oluşturan kolesteroldür; kolesterolün de yaklaşık %10'u esterleşmiş formda bulunmaktadır. Ayrıca süt yağında az miktarda diğer steroller, yani kampesterol, stigmasterol ve β -sitosterol de tanımlanmıştır (MacGibbon ve Taylor, 2006).

Yağ, peynire saydamlık kazandırarak fiziksel özelliklerine katkıda bulunduğu gibi peynirin yapısını da büyük ölçüde etkiler. Yağ globülleri peynir liflerinin içini doldurarak, peynir matriksi içerisindeki proteinlerin interaksiyonunu da azaltmaktadır (Ahmad vd. 2001).

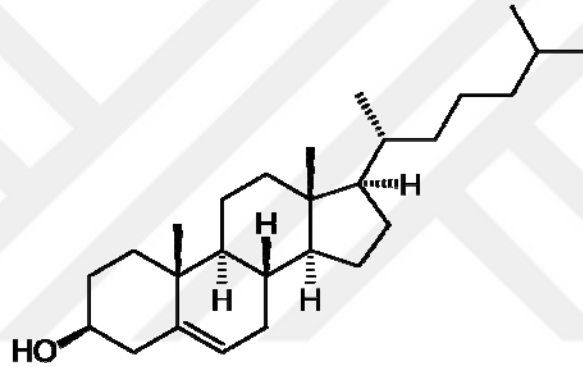
Taklit (imitasyon) peynir üretiminde bitkisel yağdan (özellikle de palm yağı veya margarin) dikkate değer düzeyde yararlanılmaktadır, çünkü süt yağına oranla çok ekonomiktir. Kullanılan yağın hangi çeşit olduğu, miktarı ve işlendiği ürüne göre değişiklik göstermektedir (Engel 1992, Lobato-Calleros vd. 2008, Mounsey ve O'Riordan 1999, Bachmann 2001, Hennely vd. 2006, Montesinos-Herrero vd. 2006).

Taklit (imitasyon) peynir üretiminde, süt yağı yerine daha çok ayçiçeği yağı, pamuk yağı, palmye yağı, soya yağı, kolza yağı, hindistan cevizi yağı veya bunların çeşitli kombinasyonları kullanılmaktadır. Taklit peynir üretimlerinde erime noktası 30-37°C olan yağlar tercih edilmekte ve yağın rengi peynirin çeşidine göre değişmektedir. Örneğin Mozzarella için açık renk yağ gerekirken, -ülkemiz için kaşar peyniri benzeri bir peynir çeşidi olan- Cheddar peynirlerinde rengin özellikle koyu sarı olması istenmektedir. Ayrıca ambalaj içerisinde yağ sızmasını engellemek amacıyla %0.4-0.6

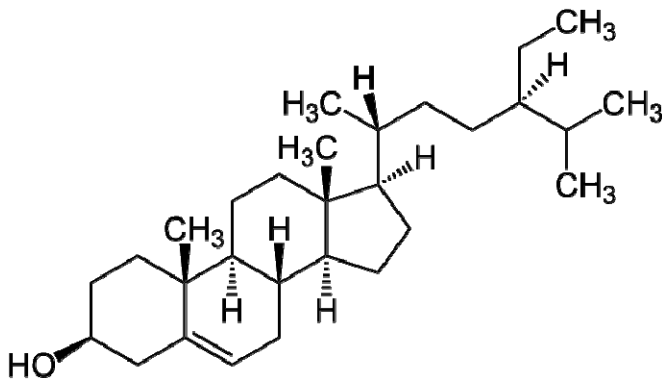
arasında emülgatör (mono ve digliseridler) kullanımı önerilmektedir (Kosikowski, 1982).

Bitkisel yağlar katılarak üretilen taklit (imitasyon) peynirlerin yapısı incelendiğinde, doğal peynirlerinkine göre daha büyük yağ kümelerine rastlanmıştır (Lobato-Calleros vd. 1997).

Ransidite oluşum oranı bitkisel yağlarda süt yağlarına göre daha az olduğu için, bitkisel yağlarla üretilen taklit peynirlerin doğal olanlara göre daha dayanıklı olduğu belirtilmektedir (Verma vd. 2005).



Şekil 2.1 Zoosterollerin önemli üyesi Kolesterol'ün kimyasal yapısı



Şekil 2.2 Fitosterollerin önemli üyesi β- sitosterol'ün kimyasal yapısı

2.5 Çeşitli Süt Ürünlerinde Analitik Kalite Kriterleri Üzerine Yapılan Bazı Çalışmalar

26 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde oranlarını en az %68,05, en çok %96,08 ve ortalama %85,28 olarak değişim gösterdiği Adam (1954) tarafından tespit edilmiştir. Eralp (1969), yapmış olduğu bir başka araştırmada tereyağlarında en düşük yağ oranını %82,56, en yüksek yağ oranını %88,64 ve bu örneklerin ortalama yağ oranlarını %86,20 olarak tespit etmiştir.

Şengül vd. 1988 tarafından yapılan başka bir çalışmada 15 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde ve yağ oranları incelenmiş, ortalama olarak kurumadde miktarı % 87,13 olarak tespit edilmiş olup, yağ miktarı ise ortalama % 82,63 olarak belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar tebliğe ve standartlara uygundur (Şengül vd. 1998).

Kaya (2000) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise süttten ve yoğurttan elde edilen tereyağı örneklerinin özellikleri incelenmiş, süttten elde edilen tereyağında kurumadde %83, yoğurttan elde edilen tereyağında kurumadde %86 olarak belirlenmiştir. Süttten elde edilen tereyağının kurumadde miktarı tebliğe uygun olmazken, yoğurttan elde edilen tereyağının kurumadde oranı tebliğe uygundur.

Yalçın vd (1993) tarafından yapılan araştırmada Konya piyasasından temin edilen 15 adet tereyağı örneğinde bazı kimyasal niteliklerinin değişiminin % nem %11.30 – 10.96 , % yağ 72.22 – 84.16, iyot sayısı 21.94 – 45.68 ve Reichert-Meissl sayısı 22.65-28.40 (% 33'nün mevzuata aykırı olduğu) arasında tespit edilmiştir.

Tahmas Kahyaoğlu (2009) ise yaptığı araştırmada, tereyağına %10-90 oranları arasında margarin katılarak yapılan tağışışleri belirlemeyi amaçlamıştır. Bu amaçla sade tereyağı, sade margarin ve tereyağına %10-90 arasında miktarlarda margarin karıştırılarak elde edilen toplam 66 örnekte bazı yağ kalite indisleri (erime noktası, refraktometre indisi, Reichert-Meissl sayısı, Polenske sayısı, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı) analiz sonuçlarındaki değişimler incelenmiştir. Margarin katkı oranı arttıkça yağ örneklerinin yağ kalite indisi değerleri (örneğin refraktometre indisi, Reichert-Meissl sayısı)

margarininkine yaklaşmış olduğu tespit edilmiştir. Tereyağı örneklerinde yapılan tüm katkı oranlarında erime noktası, Reichert-Meissl sayısı, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı istatistiki olarak birbirinden farklı bulunmuştur. Bu durum, tereyağına margarin ile yapılan tağşışların miktarını tespititte, başta Reichert-Meissl sayısı olmak üzere erime noktası, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı indislerinin muhtemel tağşışların tespiti için doğru ve güvenilir sonuçlar verebileceğini göstermiştir.

Altun (2011), yapmış olduğu bir çalışmasında tereyağlarında kurumadde oranını %58,64-86,98 değerleri arasında bulmuştur. Fındık (2011) tarafından yapılan çalışmada Van'da satış yerlerinden temin edilen 10 adet tereyağı örneğinde yağ oranlarının en düşük %76,00 ve en yüksek %83,00 olduğu tespit edilmiştir. Kurumadde oranları bakımından örnekler arasındaki bu farklılıklar; üretim metoduna bağlı farklı işlemler, hammaddeki mevsimsel farklılık, elde edilme yöntemine göre farklılıklar (sütten, yoğurttan ya da ayrandan) ve depolama şartlarının farklı olması gibi faktörlerden kaynaklanabilir.

Gökmen vd (2014) tarafından yapılan bir araştırmada, Muş'ta 14 kaşar peyniri rneği incelenmiş, hiçbirinde bitkisel yağa rastlanmamıştır. Doruk (2018) farklı yöntemlerle yaptığı eritme peynirlerinin kuru madde miktarlarının %40,11 ile %43,37 arasında; yağ oranlarının da %21.24 ile %23.21 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çeşitli araştırmalarda eritme peynirlerinin yağ miktarlarını; Turhan (1993), %19,25 ile %20,12 arasında; Türkoğlu (2000), %18,25 ile %19,28 arasında; Kaygısız vd. (2023) %22 olarak tespit etmişlerdir.

Dil peyniri ile ilgili literatürde birkaç çalışma olup bunlardan Ankara ilinde 42 dil peyniri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda Koçak vd. (1997), % kurumadde oranlarının %40,728 ile %58,756 arasında değiştiğini, 39 örneğin standarda uygun olmadığını belirlemiştir. Araştırmacılar, kurumaddede yağ oranlarını ise %16,648 ile %51,516 arası değiştiği tespit etmiş olup, dil peyniri örneklerinin az, yarım ve tam yağlı sınıflarına göre çeşitlilik gösterdiğini ifade etmiştir.

Coşkun ve Kekik (2023), yaptıkları bir çalışmada 10 tulum peyniri örneğinin %40'ında bitkisel yağ tespit etmiştir. Karagözlü ve Öner Yılmaz (2020), yaptıkları çalışmada 14 tulum peynirini incelemiş ve 4 tulum peynirinde bitkisel yağ tespit etmişler ve yağış oranı %28,57 olmuştur.

Akyüz (1981), yaptığı çalışmada 26 tulum peyniri örneğinin kurumadde'de yağ oranını ortalama olarak %55,73 bulmuştur. Sancak vd. (2018), 36 tulum peynirini inceledikleri çalışmalarında kurumadde'de yağ miktarını ortalama %52,53 olarak bulmuşlardır.

2.6 Yağ Asidi Profiline Belirlenmesinde Apolar Kolonların Kullanımına İlişkin Çalışmalar

GC'de analizlerde kullanılan kolonlar dolgulu (packed) ve kapiler olmak üzere iki tiptir şeklinde ifade eden Çekyalı araştırmacılar Hajslova ve Cajka (2019), GC'de yapılacak tüm analizler için – yaygın uygulamada günümüzde en çok - kullanılacak kapiler kolonlara ait sabit fazların polariteleri analizlerin doğrulukları açısından önem taşımakta olduğunu da yazmaktadırlar. Bu hususta pratikte, kolon kataloglarında kolon etken maddeleri ve firma bazlı olarak eşdeğer tipleri hususunda geniş bilgiler bulunmaktadır. Bu çalışmada kullanılan HP 5 kolon (yağ asitleri cis izomerleri, uçucu bileşenler, bazı pestisidler ve sterol bileşenlerinin tespiti için yaygın olarak kullanıldığı bilinen) genel amaçlı bir (apolar) kolon olup, yapısında apolar özellikte % 95 dimetil,%5 dimetil polisiloksan maddesini içermektedir (Hajslova ve Cajka 2019).

O 'Keefe ve Pike, (2020) GC'de yağ asitlerinin metil esterlerinin analizlerinde kullanılan kolonlarda ayırım kolon sıvı fazının polaritesine bağlı olduğunu ifade etmektedirler. Polar olmayan (yani apolar) sıvı fazları içeren kapiler kolonlarda (%100 dimetil polisiloksan (DB1, HP1, CPSil5SCB) veya %95 dimetil,%5 dimetil polisiloksan (DB5, HP5, CPSil8CB) yağ asitleri metil esterleri çoğunlukla Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) yardımıyla kaynama noktasına göre ayrılmaktadır. Bu durumda analiz edilen yağ örneğine ait yağ asidi metil esterlerinin kolandaki elüsyon ve seperasyon sıralaması 18:3n -3 (linolenik- omega 3) > 18:3n -3-6 (linolenik omega 6) > 18:1n -9 (oleik omega 9)>18:0 (stearik)>20:0 (araşidik) şeklinde olmaktadır. Sıvı fazın

polaritesinin azlığı (diğer bir ifade ile apolarlığın yüksek oluşu) nedeniyle bu kolonlarda *trans* yağ asitlerinin tespiti mümkün olmamaktadır. Trans yağ asitlerin metil esterlerinin ayrılması için piyasada mevcut olan en polar (%100 bisiyanopropil içeren) kapiler kolonların (örneğin: SP2560,DB23, CPSil88) kullanımı gerekmektedir. Bu kolonlardaki yağ asidi metil esterlerinin çıkış sırası ilkten sona doğrudur (örneğin stearik, oleik, linoleik -omega 6, linolenik -omega 3 ve araşidik gibi) (O 'Keefe ve Pike, 2020).

Bu bölümde apolar kolonların (özellikle HP 5 veya DB5) çeşitli bitkisel ve hayvansal gıdalardaki yağ asitleri profilinin belirlenmesinde kullanımına ilişkin olarak yapılan çalışmalardan bazı örnekler verilmiştir.

Chen vd. (2011) tarafından yapılan çalışmada farklı polaritelere sahip 3 kapiler kolon (HP-5 [Apolar], DB-Wax [orta polar] ve SPB-50 [polar]) performans olarak öncelikle Supelco-UK tarafından yağ asitleri analizlerinde kullanılan 37 yağ asidini içeren standart miks (Katolog no: 47885-U) temelinde gaz kromatografisi-kütle spektrometrisi (GC-MS) ile mukayese edilmiştir. Araştırmacılar kromatogramlar üzerinde yağ asitlerinin elüsyon ve seperasyon sıralamalarını ayrıntılı bir şekilde vermişlerdir. Yapılan çalışmada Chen vd. (2011), HP 5 (Apolar) kolonun sadece yağ asitlerinin sadece cis formlarını ayırdığını diğer iki kolondan farklı elüsyon ve çıkış sıraları içerdiğini, DB-Wax [orta polar] ve SPB-50 [polar]) kolonlarının ise yağ asidi çıkış sıralarının benzer olduğunu belirlemiştir. Ayrıca, bir ek bulgu olarak SPB-50 kolonunun performans olarak mükemmel bir cis/*trans* ayırımını gerçekleştirmesi, ω -3 ve ω -6 yağ asitlerini daha yeterli bir şekilde ayırabilmesi açısından diğer iki kapiler kolondan daha efektif olduğu ve özellikle fonksiyonel yağ asitleri için karmaşık FAME numune analizi için daha yoğun/güvenilir olarak kullanılabileceğini ifade etmişlerdir (Chen vd. 2011).

Domuz (Lard: domuz yağı), tavuk, koyun eti ve sığır etinin yağ dokularının yağ asidi profilleri Rohmen vd (2012) tarafından GC yöntemi ile zayıf /apolar bir kapiler kolon (DB 5 Restex) ile incelenmiştir. Araştırmada araştırmacılar majör yağ asitleri olarak palmitik, stearik, oleik, linoleik asitlerin olduğunu tespit etmişlerdir. Linolenik asit varlığını ayrıca vermekle birlikte bu değerleri % 0.6- 1.98 arasında belirlemiştir. Ayrıca sözkonusu apolar kolonda adı geçen hayvansal yağ örneklerinde minör yağ

asitleri olarak mirsitik, palmitoleik, margarik, araşidik, gadoleik, EPA (C20:5), Eikosatrienoik Asit (C20:6) ve DHA (C22:6) belirlenmiştir.

Kumar vd. (2014), Periferik Kan Mononükleer Hücreleri (PBMC)'in yağ asitleri metil esterlerini J&W HP-5 apolar kapiler kolon ile analiz etmiştir. Yapılan çalışmada Supelco-UK tarafından yağ asitleri analizlerinde kullanılan 37 yağ asidini içeren standart miks (Katolog no: 47885-U) referans olarak öncelikle ele alınmıştır. Standart miks için çıkış sıraları olarak detaylı kromatogramlarda elüsyon ve separasyonları ayrıntılı bir şekilde verilmiştir. Örneğin standart karışımındaki yağ asitlerinin cis izomerlerinin yanında bazı *trans* izomerlerinin bulunduğu şekilde Linoleic Acid (C18:3), α -Linolenic Acid, Linolelaidic asid, γ -Linolenik asid, Oleik asid (C18:1 n9), Elaidik asid (C18:1 t), Stearik Acid (C18:0) verilmiştir. PBMC hücrelerinin yağ asidi analizinde *trans* izomerleri verilmemiştir.

Çinli araştırmacılar Zhao vd. (2017) Çin'de bulyon hammaddesi olarak kullanıldığı da ifade edilen siyah domuz etine ait et suyu (broth) yağ asidi profilini de (Apolar/zayıf polariteye sahip DB 5 MS kapiler kolon ile) incelemişlerdir. Araştırmacılar et suyunda cis formundaki yağ asitlerini tesbit etmiş olup, siyah domuz et suyunun cis formu yağ asidi profili sırasıyla doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) olarak %57,94, %35,64' ve %6,42 değerlerine sahiptir. Başlıca major PUFA, MUFA ve SFA grupları sırasıyla linoleik (linolenik ile birlikte) asit (%5,52), oleik asit (%43,11) ve palmitik asit (%21,69) olmuştur. Çalışma için dikkat çeken husus, domuz eti yağı için karakteristik olabilecek minör PUFA (omega 6) 'lardan C20:2 (eikosodienoik asit) ve C20:4 (araşidonik asit) yağ asidini – diğer helal et ürünleri için farklı olarak – dikkate değer düzeyde yüksek bir seviyede (% 0.14 ve %0.20) bulmuşlardır.

Üçüncüoğlu (2019) tarafından ticari (Ayvalık ve Memecik çeşidi) natürel zeytinyağlarının (2017/2018 sezonu) yağ asidi bileşimini kütle dedektörü (MS) ve gaz kromatografisi (Agilent-Technologies 6890 GC system GC/5975 inert XL Mass Selective Detector MS system) ile apolar bir kapiler kolon (Agilent-Technologies capillary column HP-5 MS [5% phenyl) yardımıyla belirlemiştir. Yapılan analiz

sonucunda ilgili kapiler kolonda yağ asitlerinin çıkış sıralarının palmitoleik (C16:1), palmitik (C16:0), margoleik (C17:1), margarik (C17:0), linoleik (C18:2) + , linolenik (C18:3), oleik (C18:1-cis), stearik (C18:0), eicosenoik (C20:1), araşidik (C20:0), behenik (C22:0) olduğu kromatogramlar ile tespit edilmiştir. Araştırmacı HP5MS kolonunda *trans* yağ asitlerinin tespit edilemediğini de kaydetmiştir (Üçüncüoğlu, 2019).

Sırbistan Cumhuriyeti'ndeki Rimski San Cevi'deki deneysel tarlalarda yetiştirilen çeşitli endüstriyel tahıl ürünlerinin (mısır, buğday, arpa ve yulaf) yağ asidi profilleri temelinde botanik kökenlerine göre ayırt etme potansiyeli Pastor vd (2020) tarafından araştırılmıştır. Tahıl örnekleri (mısır, buğday, arpa ve yulaf) un haline getirilmiş olup ve lipit fraksiyonları n-heksan kullanılarak ekstrakte edilmiştir. Gaz kromatografisi (Agilent Technologies 7890) cihazı MS (Agilent Technologies 5975 MSD) ile donatılmış olup, apolar özellikteki DB-5MS (30m x 0.25mm x 0.25 µm) kapiler kolon ile yağ asitleri profili tahıl örneklerinin lipid profili cis yağ asidi izomerleri olarak analiz edilmiştir. Kromatogram çıkış piklerine göre majör yağ asitleri cis izomerleri 1.palmitik, 2.linoleik [linolenik ile birlikte], 3.oleik, 4.stearik olarak sıralanmıştır.

2.7 Süt ve Süt Ürünlerinde Yağ Asitleri Bileşenleri ve Taklit-Tağış ve Hilelerin Belirlenmesi Üzerine Yapılan Kromatografik Çalışmalar

Süt ve süt ürünlerine yapılan hile-taklit ve tağışlar, ileri biyokimyasal-fizikokimsal esasları içeren çeşitli yöntemlerle tespit edilebilmektedir. Bu yöntemler ana başlık olarak ele alındığında; DNA temelli teknikler (ELİSA-PCR), enzim tekniği, gaz kromatografisi (GC), gaz kromatografisi kütle spektroskopisi (GC/MS-MS), yüksek basınçlı sıvı kromatografisi (HPLC), likid kromatografisi kütle spektroskopisi (LCMS-MS), nükleer manyetik rezonans (NMR), spesifik doğal izotop fraksinyasyon- nükleer manyetik rezonans (SINIF-NMR), spektroskopik teknikler (UV Visible, Infrared, fluoresans spektroskopisi) tekniklerin önem taşıdığı bilinmemektedir (Ertay vd. 2009; Sharma vd. 2020).

Süt ve süt ürünlerinde bitkisel yağ ilavesi ile yapılan tağışış ve hilelerin tespiti için ülkemizde ve diğler bazı ülkelerde dikkate değler seviyede bilimsel çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda en yaygın kullanılan ve doğru sonuç veren analiz yöntemlerinden biri olan GC-FID ile β -sitosterol ve yağ asitleri profili analizlerini birçok araştırmacı kullanmıştır. Bu bölümde ağırlıklı olarak bu çalışmaların özetleri verilmiştir.

Bir ürünlerdeki -özellikle de süt ürünlerinde- yağ asidi bileşenlerinin tespit edilmesi beslenme fizyolojisi açısından gıda-sağlık ilişkisi ve gıda güvenliği bakımından gıdaların etiketlenmesi gibi konular için gerekli olan doymuş yağ asidi (SFA) yüzdesi, doymamış yağ asidi (UFA) yüzdesi, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) yüzdesi, çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) yüzdesi, konjuge linoleik asit (CLA), yağ asidi trans izomerleri (TFA) yüzdesi gibi parametrelerin hesaplanmasında kullanılır. GC kapiler kolonlarında yağ asitleri metil esterlerinin ayrılması sıvı fazın polaritesine bağlıdır. Polar olmayan sıvı fazlarda ise kolonda yağ asidi metil esterleri GC fırın programındaki kaynama noktasına göre ayrılır. Bitkisel sıvı yağların pek çoğunda bulunan yağ asitleri C14 ile C24 aralığındadır. Hindistan cevizi yağı ve palm yağı ise C8-ve C12 gibi kısa/orta zincirli yağ asitlerini içermektedir. Süt yağları bütirik asit (C4) ve diğler kısa zincirli yağ asitlerini (C4-C10) içermektedir (Nielsen 2020; Sharma vd. 2020).

Süt ürünlerinde sterollerin tespiti, besinsel bilgiyi elde etmek için toplam kolesterol içeriğini ölçmek ve bitkisel yağların varlığını tespit etmek amacıyla yapılmaktadır. Süt ürünlerinde sterollerin tespitinde alternatif metotlar bulmak için birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmış olup, birçok metot gaz kromatografisi yöntemiyle tespiti ihtiyaç duymaktadır. β -sitosterol, bitkisel yağlarda en yüksek oranda bulunan yani diğler bir ifade ile major fitosterol olmasından dolayı bitkisel yağların tağışışının tespit edilmesinde kullanılmaktadır. Saf süt yağı % 98 oranında kolesterol ve - maksimum - % 2 oranında β -sitosterol ve fitosterollerle aynı alıkonma zamanına sahip minör piklerden oluşmaktadır Süt ürünlerinde steroller genel olarak 3 amaçla tespit edilmektedir: 1-Gıda değeri ile ilgili bilgi elde etmek amacıyla toplam kolestrol değerin belirlenmesi, 2-Bitkisel yağların varlığının ortaya çıkarılması, 3-Süt ürünlerine muhtemelen ilave edilmiş olan fitosterollerin belirlenmesi. Araştırmacılar, süt yağındaki kolesterol içeriğinin

tespitinde doğruluğun iç standardın değerlendirilmesine bağlı olduğunu ve bu değerlendirmenin de örnek ile aynı zamanda olması gerektiğini de ifade etmişlerdir (Contarini vd. 2002).

Süt yağındaki (veya hayvansal yağdaki) karakteristik sterol kolesteroldür, bitkisel yağlarda bulunan sterol türü ise çeşitli diğer sterollerin (β -sitosterol, stigmasterol, kampesterol, brassikasterol, vb.) bir karışımıdır ve topluca fitosteroller olarak adlandırılmaktadır. Fitosteroller ekstra bir metil grubu, etil grubu veya çift bağ içerir. Bu nedenle bir süt yağı örneğinde fitosterollerin varlığı, bitkisel yağla karıştırıldığını gösterir. Şüpheli süt ürünü örneklerinde β -sitosterolün varlığını tespit etmek için çeşitli analitik yöntemler geliştirilmiştir. Uluslararası Sütçülük Federasyonu (IDF) tarafından 2006 yılında süt ürünlerinde sabunlaşmayan maddedeki ilgili sterollerin GC- kapiler kolon ile tesbitini içeren rutin yöntem resmi olarak uygulamaya alınmıştır. Ayrıca, bazı araştırmacılar süt yağındaki bitkisel yağın tespiti için de tek başına zıt faz ince tabaka kromatografisinin (RP-TLC) kullanılmasını önermişlerdir. Bu çalışmada alümina destekli silika jel RP-18 plakasına sabunlaşmayan madde uygulanmaktadır. GC ve TLC esasına dayanan yöntemlerin yanı sıra, süt ürünlerindeki sterollerin kantifikasyonu için sıvı kromatografisi de önerilmiştir. Süt yağındaki yabancı yağların tespiti oldukça çok karmaşık bir olgudur. Fiziko-kimyasal indislerdeki geniş çeşitlilik, bunların süt yağının sahteciliğinin tespiti için kullanımını sınırlamaktadır. Fiziko-kimyasal indislerin fraksiyonlanmış süt yağına uygulanmasının bazı faydaları olduğu da görülmektedir. Süt ürünlerinde bitkisel yağ tespiti için, fitosterollere dayalı bir test dikkat gerektirmekte olup, ek olarak kütle spektrofotometrisine dayalı karmaşık teknikler de denenebilir. Süt yağı taşımasının tespiti için araştırılan hızlı teknikler arasında Raman spektroskopisi yer almaktadır (Sharma vd. 2020).

Ankara piyasasından temin edilen 20 tereyağı numunesi, yemeklik margarinlerle katkılı olup olmadıkları bakımından gaz-kromatografisi (FID dedektör, yağ asidi için dolgulu cam kolon: 180 cm 4 mm iç çap, Kromosorb W 42-60 mesh,%20 DEGS) ile Sezgin ve Metin (1976) tarafından incelenmiştir. Saflığı belli tereyağı ve 3 ayrı marka margarin de incelemeye alınarak bütün numunelerin yağ asitleri kromatogramları tesbit edilmiş ve birbirleriyle karşılaştırılmıştır. Bu karşılaştırmada: a) minör yağ asitleri, b) esas yağ

asitleri, c) bazı yağ asitleri arasındaki oranlar tetkik edilmiştir. Tereyağı numunelerinde minör yağ asitleri miktarı toplu halde %1.56-3.94 arasında oynarken, margarinlerde en fazla %0.30 olarak tesbit edilmiştir. Ana yağ asitleri bakımından da önemli farklar tespit edilmiş, özellikle oleik (%18.57 – 30.13), linoleik (&1.40 – 2.83) , linolenik (% 1.04 – 2.58) ve miristik asit (% 8.90 – 12.74) değerlerinden tereyağı numunelerinin margarinlerle katkılı olmadığı anlaşılmıştır. Muhtelif yağ asitleri (palmitik % 22.44 – 34.08; Laurik % 1.78 – 3.38; kaprik % 1.47 – 6.53; bitirik % 1.92 – 5.03; kaproik % 1.57 – 2.33 ve kaprilik % 0.90 – 1.64) arasındaki oranlar tesbit edilmiştir. Yağ asitleri oranlardan da elde edilen sonuç, tereyağı numunelerine margarinlerle bir hilenin yapılmadığını ortaya koymuştur. C16/C14 oranı margarinde en az 12.33 iken, tereyağı numunelerindeki en yüksek değer 3.88 olarak tespit edilmiştir. C18-1/C18-0 C18-2/C18-1 ve C18-3/C18-2 oranlarından elde edilen değerler de literatürde verilen normal sınırlar içerisinde kalmıştır.

Metin (1979) tarafından yapılan bir çalışmada tereyağına yapılan muhtemel margarin taşıyıcıları GC kolon kromatografi yöntemi ile incelenmiştir. Bu çalışmada Türkiye’de üç büyük firmaya ait yemeklik margarinler ile AOÇ (Ankara) Süt fabrikasından sağlanan tereyağı örneği materyal olarak kullanılmıştır. Tereyağı örneğine yaz ve kış dönemleri olmak üzere iki dönem halinde 9 (tereyağı):1 (margarin),7:3; 5 (tereyağı): 5 (margarin), 3:7 ve 1 (tereyağı):9 (margarin) oranlarında taşıyıcı yapılmıştır. Tereyağı, margarin ve taşıyıcı yağ örnekleri GLC [Gaz Sıvı Kromatografisi] (Packard 7400) cihazı, FID dedektör, yağ asidi için dolgulu kolon (Cam, 180 cmi ¼ inç çap, Kromosorb W 80-100 mesh, DEGS) ve sterol için dolgulu kolon (Cam, 180 cmi ¼ inç çap, Kromosorb W 52-100 mesh,% 5 silikon Gum-rubber SE-52) yardımı ile yağ asidi ve sterol (kolesterol ve beta- sitosterol) bileşenlerine göre incelenmiştir. GLC yöntemi ile tereyağı örneklerinde iki dönem için majör-minor yağ asidi profili değişimi sırasıyla palmitik (% 23.3 – 26.6 & 21.6 – 24.8), oleik asit (% 25.3 – 27.3 & 25 – 30.5), miristik (% 12 -15.8 & 13.2 – 14), bitirik (%2.6 – 3.2 & 2.2 – 3.0), laurik (% 2.4 -2.5 & 2.0 – 2.5), linoleik (% 2.7 – 3.4 & 2.9 – 3.2), kaprik (% 2.2 -2.5 & 1.6 – 2.0), linolenik (%1.1 – 1.8 & 2.1 – 2.2), Kaproik (% 1.1 – 2.3 & 1.4 – 1.7) ve kaprilik (% 0.7 – 0.9 & 0.8 – 0.9) olmuştur. Tereyağı örneklerinde kromatogram olarak kolesterol piki tespit edilir iken, β-sitosterol piki ise tespit edilememiştir. Margarin örneklerinin tamamında, farklı düzeylerde beta-

sitosterol piki belirlenmiştir. Araştırmacı tereyağında yemeklik margarinlerde muhtemel tağışış/hile tesbitinde beta-sito sterol pikinin teşhisinin yeterli olacağını da ifade etmektedir. Çeşitli yağ asitleri arasındaki oranların tereyağına yapılan muhtemel bitkisel margarin hilelerin tesbitinde başarı ile kullanılabileceğini belirten Metin (1979), palmitik/miristik (1.47–2.02), stearik/palmitik (0.40 – 0.45), oleik/ stearik (2.27 – 2.72), linoleik/oleik (0.09 – 0.12), linolenik/linoleik (0.60 – 0.75) oranlarında dayalı ölçümler yapmıştır. Bu oranların - % 10 civarındaki - muhtemel tağışış (hile)lerin tesbitinde kullanılabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca, bu çalışmada Reichert-Meissl sayısı (tereyağı için ortalama 26.5 ve tağışışlı örneklerde 3.7 - 22.4) ve iyot sayısı (tereyağı: 30.5 ve tağışışlı örnekler için: 41.9 – 81.3) da belirlenmiştir.

Gaz kromatografisinde farklı polaritede iki kapiler (J&W HP-5 [Düşük / Apolar] ve DB-23 [Orta Polar]) kolon kullanılarak çeşitli yağlarda (tereyağı, palm – olein yağı, rafine mısır özü yağı, naturel zeytinyağı, susam yağı, rafine ayçiçek yağı) yağ asitlerinin cis- trans izomerleri Dıraman ve Hışıl (2003) tarafından incelenmiştir. Kromatografik analizlerin tamamı aynı şartlar altında DB-23 (polar) ve HP-5 (apolar) kapiler kolonlar kullanılarak HP-6890 - GC cihazında yapılmıştır. Analiz edilen bütün yağ örneklerinde sadece DB-23 kolonu ile trans yağ asitleri tespit edilebilmiştir. HP –5 kolonu trans yağ asitleri ve linoleik ve linolenik asit gibi yağ asitleri izomerlerini ayıramamıştır. Apolar HP 5 kolonda tereyağı için majör ve minör cis yağ asidi izomerleri değişimi palmitik % 27.80 – 33.17; oleik % 26.12 – 30.48; stearik % 11.30 – 16.76, miristik % 7.48 - 9.47; linoleik + linolenik % % 2.17 – 2.93; laurik % 1.60 – 2.36 ve kaprik % 1.10 -1.65 olarak tespit edilmiştir. Bütirik asit bu kolonda tespit edilememiştir. Her iki kolondan elde edilen kromatogramlardan, DB-23 (polar) kolonunun HP-5 (apolar) kolonundan yağ asitlerini cis-trans olarak daha iyi ayırdığı anlaşılmaktadır. Analiz edilen tereyağı örneklerinde trans yağ asitleri değişim sınırları sırası ile C 14 :1 t 0.67 – 0.91; C 16 : 1 t 0.29 - 0.37; C 18:1 t (elaidik asit olarak) % 0.65 - 1.64 ; (C 18 : 2 t + C 18 : 3 t) toplam değerleri ise % 0.14 - 0.28 arasında bulunmuştur. Araştırma örneklerinde en yüksek elaidik asit değeri de tereyağında %1.64 olarak DB-23 kolonunda belirlenmiştir. Tereyağlarındaki yağ asitleri kompozisyonu üzerine yemler ve hayvanların yemleme şekli, mevsimler hayvanın türü, yöre gibi faktörlerin etki ettiğini bildirmiştir.

Şengül vd. (2003) Türkiye'nin tereyağları ile ünlü Trabzon İline bağlı Vakfıkebir ve Tonya ilçelerinde satışa sunulan 10 adet taze tereyağı örneğinin cis yağ asidi pirofilini kapiler kolon (omega wax. 30 m. 0.22 ID) gaz kromatografisi (FID) yöntemi ile belirlenmiştir. Araştırmacılar Trabzon tereyağı örneğinin, yağ asidi kompozisyonu bakımından aralarında farklılıklar olduğunu belirlemiştir. Palmitik asidin (C16:0) tüm örneklerde en yüksek miktarda bulunan yağ asidi olduğu, dolayısıyla ortalamasının (% 26.50) da en yüksek olduğunu ve bunu kaprik asidin (C10:0) (ortalama%14.82) olarak takip ettiği belirlenmiştir. Analiz sonucunda örneklerde; % 1.86-3.10 arasında bütirik asit (C4:0), % 2.21- 3.37 kaproik asit (C6:0), % 5.70-8.81 kaprilik asit (C8:0), % 12.45-17.62 kaprik asit (C10:0), % 2.81- 8.87 laurik asit (C12:0), % 9.26-14.55 miristik asit (C14:0), % 19.74-32.98 palmitik asit (C16:0), % 0.86-7.42 palmitoleik asit (C16:1), % 2.68-12.16 stearik asit (C18:0), % 3.42-15.85 oleik asit (C18:1), iz düzeylerde de linoleik asit (C18:2) ve linolenik asit (C18:3) olduğu tespit edilmiştir (Şengül vd. 2003).

İzmir ilindeki farklı satış yerlerinden sağlanan tereyağı, yoğurt, beyaz peynir, teneke tulum, vakum paketli taze kaşar peynirleri, lor-çökelek ve mahalli peynir çeşitlerinden Van otlu ve Civil peyniri olmak üzere toplam 22 adet süt ürünü örneği kapiler gaz kromatografisi yöntemi (DB-23 [polar] kolon kullanımı) ile cis-trans yağ asitleri ve konguje linoleik asit (CLA, C_{18:2}; cis 9, *trans* 11; *trans*10, cis 12 oktadekadienoik asit) düzeyleri açısından Dıraman (2004) tarafından incelenmiştir. Analiz edilen 22 adet örnekte genel olarak *trans* yağ asitleri değişim sınırları sırası ile C_{14:1 t} % 0.29 – 1.23 ; C_{16:1 t} 0.14 – 0.66 ; C_{18:1 t} (elaidik asit olarak) % 0.45 – 7.36 ; (C_{18:2 t} + C_{18:3 t}) % 0.73 – 2.48 olarak bulunmuştur. Araştırma örneklerinde en yüksek elaidik asit değeri de civil peynir örneğinde % 7.36 olarak belirlenmiştir. Ayrıca araştırma örneklerinde beslenme fizyolojisi bakımından çok önemli olan omega 3 (linoleik) ve 6 (linolenik) yağ asitleri az miktarda da tesbit edilse de, yine beslenme açısından önem taşıyan diğer bir yağ asidi konjuge linoleik asitleri (CLA) değişim sınırlarının da sırası ile % 0.41 – 2.80 olduğu belirlenmiştir. En yüksek CLA değeri civil peynir örneğinde %2.80 olarak belirlenmiş olup bu değer tereyağında % 0.72 – 0.86 ve taze kaşar için ise %1.00 – 1.42 arasında bir değişim göstermiştir. Esansiyel yağ asitlerinde olan EPA değerleri değişimi tereyağı için %0.04 – 0.28, taze kaşar peynirinde ise % 0.08 -0.12 olmuştur. Analiz edilen süt ürünlerinde major yağ asitlerinin sırası ile palmitik, oleik, miristik, stearik, kaprik,

laurik ve bütirik asitler olduğu belirlenmiştir. Özellikle C₄, C₁₀, C_{18:1} yağ asitlerinin dağılımı açısından araştırma örneklerinde bazı farklılıklar olduğu da gözlenmiştir. Yapılan bu çalışmada Tereyağı örneklerinde major ve minör yağ asidi değişimi olarak palmitik (%28.57 – 33,05), oleik (%22.24 – 31,55), miristik (%9,05 – 11.52), stearik (%10.74 – 14,39), kaprik (%1,59 – 2,97), laurik (%2,20 – 2.41) ve bütirik asit (%0.62 – 2.70), kaprilik (%0,57 – 1,30) olarak tespit edilmiştir. Ana yağ asidi bileşenleri olarak tereyağı örneklerinde SFA % 58.22 -66.72, MUFA 28.48 – 37.12 v3 PUFA 4.25 -4.57 olmuştur. Taze kaşar peyniri örneğinde değişimler palmitik (% 27.14 – 27.57) , oleik (%22.45 – 22.72) ,miristik (%10.60 – 10.62), stearik (% 9.86– 11.19) , bütirik asit (% 2.43 – 4.1) , laurik (% 2.92 – 3.15) , kaprik (%2.50 – 3.03) ve kaprilik (%1.03 – 1.46) olarak tespit edilmiştir. Taze kaşar peynirinde ana yağ asidi değeri değişimi SFA % 64.09 -66.69, MUFA 29.64 – 30.37 ve PUFA 5.00 – 6.09 arasında bulunmuştur (Dıraman, 2004).

Çeşitli oranlarda margarin katılmış tereyağı ve bazı bitkisel sıvı yağlar ilave edilmiş natürel zeytinyağlarındaki muhtemel taşıyıcıları kapılar gaz. kromatografisi (Analizlerde kullanılan cihaz: HP 6890 model GC; FID, Kolon: DB 23 kapiler kolon (Bonded % 50 cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) (30 mx 0.25 mm i.d x 0.250 µm) yöntemi ile yağ asitlerinin cis- *trans* izomerlerinde olabilecek değişimleri ışığında Dıraman (2006) tarafından incelenmiştir. Tereyağı örneğine % 25, 50 ve 75 oranında margarin ilave edilmiştir. Bu çalışmada tereyağı örneğine katılan margarin oranı arttıkça doymuş yağ asitleri (SAT) oranı (% 65.69 'den - % 42.28 'e kadar) düşmekte, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) düzeyi ise etkilenmemekte (% 26.87 % 28.53), çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) düzeyinde (örneğin %3.41'den %11.56'e kadar) dikkate değer artışlar belirlenmiştir. Tereyağına margarin ilavesi ile edilen numunenin toplam *trans* yağ asitleri düzeyi ise oldukça artmaktadır. Örneğin, kontrol tereyağı örneği için margarin oranı arttıkça toplam *trans* yağ asitleri değeri % 3.72'den % 17. 81 çıktığı tespit edilmiştir. Üretiminde % 25 oranında tereği buluna sana Creme Bonjour margarin örneğinde toplam *trans* yağ asidi (TFA) düzeyi % 1.33 (% .55 elaidik asit) olup, doymuş yağ asitleri (SAT) oranı % 43.04, tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) düzeyi % 25.54 ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) düzeyi ise %29.36 olarak belirlenmiştir. Bu

örneğin düşük TFA düzeyi margarin üretiminde interesterfiye yağ kullanıldığını göstermektedir (Dıraman, 2006).

Balkır (2006) yapmış olduğu çalışmada yağsız süte bitkisel yağ (hidrojene bitkisel yağ [pamuk yağı]) katılarak hileli taze kaşar peyniri üretimini gerçekleştirmiş olup ayrıca araştırmacı, İzmir piyasasında satılan 17 adet kaşar peyniri örneğinde de titritmetrik yöntem ile Reichert-Meissl indeksi (RMI), GC kapiler kolon ile de β -sitosterol belirlenmesi analizlerini gerçekleştirmiştir. Kontrol kaşar örneğinin RM sayısı 25.40 iken, piyasa kaşar örneklerinde bu değerin değişimi 10.17 – 34.60 arasındadır. Hidrojene pamuk yağı ile üretilmiş ve süt yağı içermeyen deneme örneklerine ait RM değerleri 2.32 ve 2.55 olarak bulunmuştur. Piyasa örneklerinde ise sadece 3 adet örnekte RMI değerleri 10-14 arasında tespit edilmiştir. Pamuk yağı kullanılarak üretilen iki adet örnekte ve bitkisel yağlı kaşar partilerinde ise kolesterol piki tespit edilmemiş olup, sadece β -sitosterol piki bulunmuştur. Ancak, RM sayısı indeksleri incelendiğinde, yalnızca iki örnekte bitkisel yağ bulunma şüphesi söz konusu iken, gaz kromatografik yöntem ile dört adet piyasa örneğinde kolesterol pikinin yanı sıra β -sitosterol pikleri tespit edilmiştir.

Polonya’da marketlerde satılan 16 farklı tereyağının lipit bileşimi Derewiaka vd. (2011) tarafından araştırılmıştır. Tereyağı örneklerinin yağ asidi (BPX70 Polar Kolon) ve sterol bileşimi GC-MS (DB-5 MS Apolar Kolon) kullanılarak analiz edilmiş olup, kolesterol içeriği değişimi 176,8 - 264,8 mg/100 g yağ arasında tespit edilmiştir. Sadece iki tereyağı örneğinde β -sitosterol bulunmuştur. Tereyağlarındaki toplam doymuş yağ asidi (SFA) içeriği %67,1-73,5, tekli doymamış yağ asidi (MUFA) %24,5-30,5 ve çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) %1,2-2,0 arasında bir değişim göstermiştir. Araştırmacılar iki tereyağı örneğindeki yağ asidi profiline ait anormal durumu (yüksek konsantrasyonda linoleik yağ asidi bulunmuş olması) bitkisel yağ taşımasının bir göstergesi olarak ifade etmiştir.

Olgun kaşar peyniri üretiminde bitkisel yağlardan palm yağının kullanılabilirliğinin araştırılması ve elde edilen bulgulara göre doğal/legal yolla üretilen olgun kaşar ile taşışlı üretilen kaşar peynirleri arasındaki temel fizikokimyasal, yapısal ve duyuşal

farklılıklar Karabıyık (2014) tarafından ele alınmıştır. Araştırmada, kontrol 0 palm yağı, 1 süt/1 palm yağı ve yağı tamamen çekilerek yerine palm yağı ilave edilen olmak üzere; üç farklı formülasyonda palm yağı içeren olgun kaşar peyniri üretilmiş ve 90 gün süreyle depolanmıştır. Peynirlerin depolama süresince su (%40 – 52.04) ,yağ (% 23-25), kuru madde yağ (% 43.23 – 47.17) analizleri yapılmıştır. Ayrıca üretilen peynirlerde bitkisel yağ miktarının belirleyicisi olan β -sitosterol miktarı değişimleri GC ile analiz edilmiş olup, β -sitosterol miktarı tespit edilebilir düzeyde bulunmuştur. Palm yağı kullanılarak üretilen bitkisel yağlı kaşar peynirlerinde kolesterol piki değişimleri % 79,34 – 27.86 bulunurken β sitosterol piki düzeyleri % 20,65 – 72.13 arasında bulunmuştur. Araştırmacı dikkate değer bir sonuç olarak, bitkisel yağ ilaveli olmasına karşın temel kalite kriterleri bakımından gıda standartlarına uygun olgun kaşar peyniri üretilebileceğini de ifade etmiştir (Karabıyık 2014).

Bilgiç (2014) tarafından yapılan çalışmada çeşitli süt ürünlerinin (araştırma materyalini değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilerek üretilen standart krema, tereyağı ve yoğurt örnekleri ile piyasadan toplanan 26 tereyağı, 25 yoğurt ve 40 peynir) sterol içerikleri (bitkisel yağın varlığının bir göstergesi olarak) Gaz Kromatografisi ile analiz edilerek karşılaştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar piyasada satılan tereyağlarının % 30 unun, yoğurt örneklerinin % 16 sının ve peynir örneklerinin de % 10 unun hileli olduğunu göstermiştir. Piyasada satışa sunulmuş 26 tereyağı örneği üzerinde yapılan incelemede örneklerin beta-sterol kompozisyonu çıkarılmıştır. 26 örnekten 8 tanesinde β -sitosterol içeriğinin en çok 2'lik sınırın üzerinde olduğu görülmüş olup, 13 tanesinde β -sitosterol belirlenememiştir. Diğerlerinde ise bu değer % 1.91 ile % 69.19 arasında değişmiştir. Kaşar peyniri olmak üzere, eritme peyniri ve diğer peynir çeşitlerinden toplam 40 örnekteki dağılım ele alındığında; eritme peyniri örneklerinin β -sitosterol miktarlarının sifıra yakın olduğu (hiçbir örneğin bitkisel yağ içermediği), 24 kaşar peyniri örneğinin 2 örneğin β -sitosterol oranının % 2'nin üzerinde olduğu (% 2.14 -20.43) tespit edilmiştir. Araştırmacı, tespit edilen sonuçların Türkiye'de tüketime sunulan süt ürünlerine bitkisel yağ ilave edilerek hile yapıldığını ve bunun da gaz kromatografisi yöntemi ile doğru bir şekilde belirlenebileceğini ifade etmektedir (Bilgiç 2014).

Park vd. (2014) süt ürünlerinde bitkisel ve hayvansal yağlarla yapılan tağşışını belirlemek için bazı süt ürünlerin yağ asidi kompozisyonunu ve triaçilgliserol profillerini (TAG) GC yöntemi ile incelemiştir. Bu çalışmanın amacı süt ürünlerine ait yağ asidi ve triaçilgliserol (TAG) profillerinin muhtemel tağşış ve hilelerin doğru bir şekilde tesbiti için kullanım potansiyelini ele almaktır. Süt yağı, bitkisel yağ (soya yağı), domuz yağı ve kuyruk yağı örneklerinin yağ asidi (Polar bir kolon olarak: SPTM-2560 Capillary GC column (Supelco 24056) ve triaçilgliserol (Düşük [Apolar] Polar kolon olarak: HP-5 5% Phenyl methyl siloxane [Agilent 19091J-413]) kompozisyonlarını gaz kromatografisi ile ortaya çıkararak, süt ürünlerine katılabilecek yabancı yağların tespiti için alternatif bir yöntem sunulmuştur. Özellikle Polar kolon kullanımı ile süt ürünlerindeki bazı yağ asitlerindeki (C14:0, C16:0, C18:1n9c, C18:0 ve C18:2n6c) değişimlerin ve apolar kolondaki bazı TAG (C36, C38, C40, C50, C52 ve C54) değişimlerinin de mukayese edilmek suretiyle süt ürünlerindeki muhtemel tağşış ve hilelerin doğru tahmin edilmesinde kullanılabileceğini ifade ermiştir (Park vd. 2014).

Bir geleneksel tarım – gıda gıda ürünü olarak peynir günlük diyetle (geleneksel Türk kahvaltısının esas kısmı, salatalar ve börek, pide, menemen ve ayrıca bazı geleneksel tatlılar gibi pişirilmiş gıdalara dâhil edilenler gibi) farklı kullanım amaçlarından dolayı Türk mutfağında büyük bir önem taşır. Türkiye, birçok farklı coğrafya bölgelerine ve peynir çeşidine sahiptir. Geleneksel ve yerli peynirlerin birkaçı son zamanlarda TPE (Türk Patent Enstitüsü - Ankara) nezdinde coğrafi işaret (PDO [Korunan kökeni tanımı] ve PGI [Korunan Tanımlama Göstergesi]) sahiptir. PGI sahip yerel peynirler : Erzurum Civil peynir (yağsız süt ile üretilmiştir) ve Diyarbakır rg Peyniri [salamura ve pasta filata tipi] ve ayrıca bu peynirlerin bazısı PDO Erzincan Tulum (şavak) [yumuşak ve olgunlaştırılmış], Ezine Beyaz Peynir [salamura peynir] ve Hellim [Halloumi] peyniri [yarı sert, salamura ve pasta filata tipş peynir çeşidi ve özellikle Kıbrıs'ta ve bazı Orta Doğu lkelerinde üretilir]. Bu alışmada Türkiye'deki farklı orijin bölgelerinden alınmış 3 Diyarbakır rg Peyniri, 3 Erzincan (şavak) tulum peyniri, 5 Erzurum Civil peyniri, 3 Ezine beyaz peynir rneği ve Kuzey Kıbrıs'tan 3 Hellim peynir örneğinin cis - *trans* yağ asitleri profilleri Dıraman (2015) tarafından araştırılmıştır. Geleneksel Türk peynir üretim yönteminde, çiğ süt (zellikle koyun / keçi ya da - esas olarak - inek sütü ya da bu sütlerin bir karışımı) 30-32 °C'de buzağı mayası kullanılarak 45-60 dakika

boyunca koagüle edilmektedir. Tüm peynir gruplarındaki dikkat çekici majör / bazı minör yağ asitlerinin değişimleri ortalama değerler olarak: sırasıyla palmitik (% 22.95 - 29.66), oleik (% 16 - 31.58), stearik (% 9.99 - 11.44), miristik (% 8.11 - 11.82), laurik (2.12 - 4.38%), kaprik (1.77 - 7.97%), bütirik (1.91 - 2.69%) ve kaproik (% 1.36 - % 2.51) olduğu ve bunlar özellikle Ezine ve Şavak peynir grupları için bütirik, kaproik ve de kaprilik dahil olmak üzere çok uzun zincirli yağ asitlerinin dikkate değer seviyelerini içermiştir. Ayrıca, bazı örneklerdeki (Hellim ve Şavak) Lauric asit yüksek oranda (% 3.68-4.33) belirlendi. Lauric/Capric oranları (koyun / keçi sütü ilavesinin bir göstergesi) düşük değerler olarak Şavak (% 0,53) ve Ezine Beyaz Peynirinde (% 0,56) belirlendi ve bu bulgular muhtemelen bu peynirlerin üretiminde koyun/keçi sütünü kullandığını işaret etmiştir. Toplam *trans* yağ asitleri (TFA) ve Konjuge Linoleik Asitler (CLA) sırasıyla %4.26 (Hellim) - 7.17 (Sivil) ve % 0.68 (Hellim) - 1.89 (Sivil)% arasındadır. PDO ve PGI sahip olan tüm peynir örneklerinin, % 23,32 (Şavak) - 41.16 (Civil) toplam doymamış (UFA) ve % 52.35 (Civil) - 69.39 (Şavak) toplam doymuş (SFA) yağ asidinden oluştuğu bulunmuştur (Dıraman, 2015).

Arjantin'de süt yağının kalitesini belirlemek için resmi bir yöntem olarak süt asidi oranı (C10:0/C8:0, C12:0/C10:0, C14:0/C12:0 ve C14:0/C18:1) kullanılmaktadır (Anmat, 2011). Bu yağ asidi oranlarının normal aralık değerleri önerilmiştir ve bu normal aralığın dışında kalan her numune hileli ve tağşişli kabul edilmektedir. Bu değerler C10:0/C8:0 için 1,85–2,30, C12:0/C10:0 için 0,95–1,30, C14:0/C12:0 için 3,00–4,10 ve C14:0/C18:1 için >0,30'dur. Ancak, yakın zamanda yapılan bir çalışmada (Rebechi vd, 2016), bu oranların süt yağında %10'dan daha düşük bir seviyede don yağı ve domuz yağı (lard) gibi süt dışı yağları tespit edemediği gözlemlenmiştir. Çalışmada kapiler kolon (Polar kolon, PE-Wax fused-silica, polyethylene glycol, 30 m X 0.25 mm X 0.25 µm) ile süt yağının ve tağşişli tereyağlarının yağ asidi profili jor tespit edilmiştir. Süt yağ örneklerinde major-minor yağ asitleri sırasıyla oleik (% 23.05 – 28.87), palmitik (% 22.78 – 25.63), stearik (% 9.61 – 12.19), miristik (% 8.69 – 11.27), bütirik (% 2.83 – 4.30), laurik (% 2.14 – 3.89), kaprik (% 1.74 – 3.03) ve kaproik (% 1.86-2.37) olmuştur. Bu çalışmada dört yağ asidi oranı, C10:0/C8:0, C12:0/C10:0, C14:0/C12:0 ve C14:0/C18:1 tağşişlerin tespiti için kullanılmıştır. Bu çalışmanın bulguları ilgili resmi standart olan Anmat (2011) normları ile mukayese edilmiştir. Araştırmada analiz edilen

süt yağında bu değerler C10:0/C8:0 (1.91-2.39), C12:0/C10:0 (1.13 -1.29) , C14:0/C12:0 (2.89 -4.22) ve C14:0/C18:1 (0.31–0.48) arasında bir değişim göstermiştir. Bu yazarlar yağışların tesbiti/tahmini için Çoklu Doğrusal Regresyon (MLR) modelinin kullanımını önermiş ve bu tahmin modeli seçilmiş ve doğrulanmıştır. Bunun için, gerçek ve yağış edilmiş süt yağı örnekleri kullanılarak kalibrasyon ve doğrulama matrisleri oluşturulmuştur. Bu geliştirilen modeller ile süt yağına don yağı için %10'dan ve domuz yağı için %5'ten daha yüksek bir seviyede yapılan yağışları tespit edebilmiştir.

Öner Yılmaz (2019) tarafından ülkemizde günlük gıda tüketiminde oldukça büyük yere sahip olan peynir ve tereyağı örneklerine, bitkisel yağ veya margarin katılmak suretiyle yağış yapıp yapılmadığı GC kapiler kolon yöntemiyle incelenmiştir. Bunun için, İzmir piyasasında satışa sunulan peynir (n=25) ve tereyağı (n=25) örneklerinde bazı kalite analizleri (kuru madde, yağ ve kurumaddede yağ) ile birlikte β -sitosterol içeriklerinin tespiti amaçlanmıştır. GC kapiler kolon sonuçlarına göre, β -sitosterol içeriklerinin değişimi, % 0.17 (Tulum Peyniri) – 8.62 (Kaşar Peyniri) ve tereyağı örneklerinde %0.31- 91.73 arasında olmuştur. Yapılan analizler ele alındığında İzmir piyasasında satışa sunulmuş tereyağı örneklerinin β -sitosterol içeriğinin (bitkisel yağ varlığı için en önemli gösterge) %2'lik sınırın üzerinde olduğu dikkate alındığında; % 20'sinde (5 örnek) ve peynir örneklerinin ise %32'sinde (8 örnek) yağış yapıldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca peynir örneklerinin % 24'ünün kuru madde açısından, tereyağı örneklerinin %20'sinin kurumadde, %8'inin de yağ oranı açısından TC Tarım ve Orman Bakanlığının TGK Tereyağı ve Peynir Tebliğlerine uyum göstermediği belirlenmiştir. Araştırmacı elde edilen sonuçlar incelendiğinde, İzmir piyasasında satışa sunulan süt ürünlerin çoğunda tebliğlere uygunsuzluk ve hile görülmekte olduğunu ve bunun da özellikle süt ürünleri bağlamında gıdalarda yapılan taklit yağış ile ilgili olarak, güvensizlik içeren mevcut tüketici algısını desteklediğini ifade etmiştir (Öner Yılmaz 2019).

Kazakistan ulusal pazarında satılan 10 ticari tereyağı ve 8 ticari ekşi krema örneğinde yağ asitleri veya sterol profilinin belirlenmesi ile süt ürünlerine yapılan muhtemel bitkisel yağ yağış ve hilelerin tespiti Nurseitova vd. (2021) tarafından

gerçekleştirilmiştir. Örneklerin yağ asidi bileşimi GC-FID (HP-88 (p/n: 112-88A7, Agilent technology), 100 m×0.250 mm× 19 0.20 µm, Polar kolon) ile ve Sterol fraksiyonları GS-MS (HP-5MS capillary column 30 m X 0.25 mm X 0.25 µm, Apolar Kolon) ile analiz edilmiştir. Tereyağı örneklerinde dikkat çekici majör / bazı minör yağ asitlerinin değişimleri: sırasıyla palmitik (% 22.18 -36.25), oleik (% 18.80 – 33.00), stearik (% 4.79 – 13.89), miristik (% 1.42 – 12.34), laurik (%0.35 - 4..74), kaprik (% 0.15- 3.59), bütirik (% 1.00 – 3.14) ve kaproik (% 1.36 -% 2.51) olduğu tesbit edilmiştir.Tereyağı örnekleri için elaidik asit değişimi % 1.08- 11.24 ve trans linoeladik asit için ise 0.11 – 0.64 olmuştur. Kazakistan tereyağı standardında yağa sitlerine ilişkin resmi normalar bulunmakta olup, bunlar kısa zincirli (C4 – C10) yağ asitleri, laurik, miristik, palmitik, stearik, oleik, linoleik, linolenik ve behenik asitler olarak bildirilmiştir.Yağ asitleri parametrelerine göre yapılan değerlerin değişimleri C16:0/C12:0 5.78 – 101.51; C18:0/C12:0: 2.19 – 13.88; C18:1/C14:0: 2.11 – 23.11; C18:2/C14:0:0.34 – 16.43 ve $C18:1+C18:2/(C12:0+C14:0+C16:0+C18:0):0.37 - 1.35$ arasında bulunmuştur.Analiz sonuçları çoklu veri analiz yöntemleri (PCA, Pearson tipleri, Kruskal-Wallis testi) ile yorumlanmıştır. Ekşi krema örneklerinde üç örnekte %100 kolesterol içeriyor iken, üç örnekte β-sitosterol değişim % 8.00- 63.50 arasında tespit edilmiştir. Ticari tereyağı örneklerinde bu değerlerin değişimi sırasıyla üç örnekte % 99, altı örnek için ise % 2.4 - 78.1 arasında olmuştur. Araştırmacılar tağşiş ve hilelerin resmi olarak doğru tespiti için yağ asitleri profilinden (bazı yağ asitleri oranlarına dayalı olarak kullanılan mevcut standart [C16:0/C12:0; C18:2/C14:0; C18:0/C12:0, C18:1/C14:0 ve $C18:1+C18:2/(C12:0+C14:0+C16:0+C18:0)$] yanlış hesaplamalara yol açabileceği gerekçesiyle) ziyade sterol bileşiminin daha potansiyel özellikte olduğunu ifade etmişlerdir (Nurseitova vd. 2021).

2.8 Süt ve Süt Ürünlerindeki Taklit, Tağşiş ve Hilelere İlişkin Ülkemizdeki Mevcut Durum

Süt ürünleri piyasasında sıklıkla karşılaşılan hile-tağşiş yöntemleri şu şekilde sıralanabilmektedir: son kullanım tarihi geçen kaşar peynirlerinin toplanarak yine kaşar peyniri üretimine karıştırılması (bilinen en yaygın uygulama), - özellikle -tulum peyniri içerisine patates eklenmesi, bozulmuş ve kullanım tarihi geçmiş peynirlerin ise yüksek

ısı, nitrat ve nitrit yardımı ile krem (eritme- tost) peynirlere dönüştürülmesi (bilinen en yaygın uygulamalardan biri) piyasada sıklıkla karşılaşılan hile- tağşiş yöntemleri olarak bilinmektedir (Türkmen vd. 2020).

Süt ürünlerinde en çok sık yapılan tağşişlerden biri bitkisel yağ eklenmesidir. Tereyağı üretiminde özellikle margarin ve farklı sıvı yağların (ayçiçeği yağı, mısır özü yağı, palm yağı, hayvansal kaynaklı diğer yağlar vb.) kullanılması süt ürünlerinde yapılan başlıca hile tağşiş olarak bilinmektedir. Tereyağı imalatı sırasında üretim – işletme maliyetlerini azaltmak için süt kremasına bazı bitkisel ve hayvansal yağlar ilave edilmektedir. Ayrıca gıda boyası ilavesi de tereyağında yapılan bir diğer hile- tağşiştir. Bunun için, tağşiş yapılarak üretilen tereyağlarının gerçek tereyağı gibi görünmesi için sarı renkli gıda boyası ilave edilmektedir.

2012 yılından beri Tarım ve Orman Bakanlığının resmi internet sitesinden taklit ve tağşiş yaptığı tespit edilen ve ispatlanan firmalar hakkında kamuoyuna ifşa duyuruları yapılmakta olup, hile-tağşiş yapan firmalar düzenli olarak teşhir edilmektedir. 2012 yılından itibaren Türkiye’de toplam 507 parti süt ürününde sahtecilik yapıldığı görülmüştür. Süt ürünlerinede sahtecilik yapılan mamüllerin yarısından fazlasını peynir çeşitleri oluşturmakta olduğu ve hile – tağşişe maruz kalan peynir çeşitleri arasında ise en çok Tulum peynirinde bu durumun yaygın olduğu görülmektedir. Bu dönem içinde yapılan denetimler sonucu teşhir edilen 507 parti süt ürününün %82’sinin (415 ürün) bitkisel yağ kullanımı kaynaklı hile- tağşişe maruz kaldığı tespit edilmiştir (Gümüş 2018).

2012-2020 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından Süt ve ürünlerinde 333 firmanın 950 parti ürününde taklit ve tağşiş yapıldığı açıklanmıştır (Anonim 2020).

2012-2018 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından açıklanan, sahteciliğin süt ve süt ürünlerine göre dağılımı Çizelge 2.1’de verilmiştir.

Çizelge 2.1 Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen çeşitli süt ürünlerinde tağşiş ve hilelerin dağılımı (Gümüş 2018).

Ürün Çeşidi	Miktar (Parti/Seri)	Oran(%)
Peynir	253	49,90
Yoğurt	158	31,15
Tereyağı	74	14,60
Kaymak/Krema	19	3,75
Diğer	3	0,60
Toplam	507	100

2012-2018 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından süt ve süt ürünlerinde tespit edilen tağşiş çeşitleri Çizelge 2.2’de verilmiştir.

Çizelge 2.2 Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen çeşitli süt ürünlerinde tespit edilen tağşiş ve hile tipleri (Gümüş 2018).

Tağşiş Türü	Tağşiş Sayısı (Parti/Seri)	Tağşiş Oranı (%)
Bitkisel Yağ	415	64,34
Jelatin	87	13,49
Nişasta	87	13,49
Süt Yağı Harici Yağ	38	5,89
İnek Sütü	11	1,71
Hayvansal İç Yağı	2	0,31
Keçi Sütü	2	0,31
Koyun Sütü	2	0,31
Manda Sütü	1	0,15
Toplam	645	100

2012-2018 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından açıklanan peynir türlerine göre tağşiş oranları Çizelge 2.3’te verilmiştir.

Çizelge 2.3 Türkiye’de 2012-2018 yılları arasında üretilen peynir türlerine göre taşış ve hile oranları (Gümüş 2018).

Peynir Türü	Miktar(Parti/Seri)	Taşış Oranı (%)
Tulum Peyniri	155	61,27
Eritme Peyniri	57	22,53
Kaşar Peyniri	20	7,91
Peynir Karışımı	5	1,98
Beyaz Peynir	4	1,58
Taze Peynir	3	1,18
Ezine Keçi Peyniri	2	0,79
Diğer Peynirler	7	2,76
Toplam	253	100

3. MATERYAL ve METOT

3.1 Materyal

Araştırmada, Afyonkarahisar’da yerel marketlerde satılan orijinal, vakum paketli, ambalaj üzerinde üretici bilgileri mevcut olan tereyağı ve çeşitli peynir örneklerinden, fiyatı diğerlerine göre çok daha düşük olan ve bu sebeple taklit ve tağşiş yapılma ihtimali yüksek olan markalar seçilmiştir. Tüm süt ürünleri tereyağı, kaşar peyniri, eritme-tost peyniri, dil peyniri ve tulum peyniri, örnekleri olarak yerel market, şarküteri gibi satış yerlerinden Ocak 2023-Nisan 2023 tarihleri arasında temin edilmiştir. Her birinden beşer adet farklı marka olmak üzere toplam 25 adet süt ürünü örneği alınmıştır. Bu örnekler plastik ambalajlı olarak sağlanmış olup, soğuk şartlarda laboratuvara getirilmiş ve analizler süresince $4^{\circ}\text{C} \pm 1$ de muhafaza edilmiştir.

3.2 Metot

3.2.1 Fiziksel ve Kimyasal Analizler

Tereyağı ve çeşitli peynir örneklerinde, kuru madde analizleri sırasıyla TS 1331'e ve TS EN ISO 5534'e göre gravimetrik olarak yapılmıştır. Tereyağında yağ miktarı TS 1331'e göre yapılmıştır. Peynir örneklerinde yağ analizleri TS ISO 3433 te belirtildiği gibi Gerber yöntemi ile peynir bütirometresi kullanılarak yapılmıştır. Süt ürünlerinin yağsız kurumadde oranı ve kurumaddede yağ miktarı, kuru madde hesabı yardımıyla bulunmuştur.

3.2.2 Kromatografik Analizler

3.2.2.1 Süt Ürünlerinde Bitkisel Yağ (β -sitosterol) İçeriğinin Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi İle Belirlenmesi

Tereyağı ve peynir örneklerinde bitkisel yağ (β -sitosterol) içeriklerinin belirlenmesinde TS EN ISO 7503 (Süt yağı-Sterollerin gaz-Sıvı kromatografisi ile bitkisel yağ aranması

- referans metod), TS 7501 (Süt yağı-Fitosteril asetat deneyi ile bitkisel yağ aranması) yöntemlerinin modifiye edilmesi sonucu elde edilen GC kapiler kolon yöntemi uygulanmıştır. Çalışmada Agilent marka 7890A model gaz kromatografi cihazı (GC) ve bu cihaza bağlı Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) kullanılmıştır.

Örneklerin Yağ Fazının Hazırlanması; B-sitosterol içeriğinin belirlenmesi için kullanılacak süt yağı, tereyağı ve peynir örneklerinden ekstrakte edilerek ayrılmıştır. Bunun için tereyağı ve peynir örneklerine ayrı işlemler uygulanır. Tereyağı örneğinden süt yağı elde etmek için, 50 g örnek 50°C'nin altındaki bir sıcaklıkta su ve yağ fazları ayrılana kadar eritilir. Yağ fazı durultularak ayrıştırılır. Bu faz, su bulaşmasına engel olunarak 40°C'de kuru bir süzgeç kağıdı ile süzülür. Tereyağındaki süt yağı ayrıştırılarak elde edilmiş olur. Peynir örneğinde ise, 50 g numune bir havanda susuz sodyum sülfat kullanılarak granül bir kütle elde edilene kadar ezilir. Elde edilen numune, eter kullanılarak ekstrakte edilir. Petrol eteri, su banyosunda veya rotary evaporatörde buharlaştırılır. Süt yağı elde edilmiş olur. Elde edilen yağ örnekleri 50 ml etanollü potasyum hidroksit ile sabunlaştırılır. Piklerin daha net oluşması için, sabunlaştırılan örneklere pyridine (sililleme) reaktifi HDMS+TMCS+PYRIDINE, 3:1:9 (SYLON HTP) eklenerek trimetil-silil esterlerine dönüştürülür. Üst faz analizde kullanılmak üzere alınmış olup, kapiler kolonlu Gaz Kromatografisi ile örneklerde B-sitosterol pikinin varlığı tespit edilmeye çalışılmıştır (Fletouris vd. 1998; Balkır 2006).

B-sitosterol Aranması Analizi için Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Çalışma Koşulları; Çalışma Agilent 7890A Gaz Kromatografisi cihazı gerçekleştirilmiş olup, buna bağlı olarak Alev İyonizasyon Dedektörü (FID), Agilent J&W HP5 kapiler kolon ([5%-phenyl]-methylpolysiloxane non polar, uzunluk: 30 m, iç çap: 0.25 µm, film kalınlığı: 0.25 µm), enjeksiyon sıcaklığı 280 °C, fırın programı: 5°C /dk artışla son sıcaklık 295°C olmuştur, dedektör sıcaklığı 300°C, taşıyıcı gaz akışı hidrojen 30 ml/dk ve yüksek saflıkta kuru hava gazı 300 ml/dk, split oranı 1:50, enjeksiyon miktarı 0,5-1 µL, B-sitosterol alıkonma zamanı için toplam süre en az 35 dk olarak programlanmıştır.

Örneklerin kromatogramı ile karşılaştırmak için kantitatif olarak kolesterol (%) ve β -sitosterol (%) standart maddelerinin analizi de yapılmıştır. Kolesterol ile β -sitosterol piklerine ait alanların toplamı %100 olarak kabul edilmiş olup, kromatogramdaki diğer bütün piklerin alanları silinerek hesaplamaya dahil edilmemiştir. Süt ürünü örnekleri için β -sitosterol oranı maksimum %2 olmalıdır. Kolesterol piki β -sitosterol pikinden çıkarılarak hesaplanmış olup, her iki sterolik bileşen % kalitatif değer olarak verilmiştir.

3.2.2.2 Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi ile Belirlenmesi

Yağ örneklerinin hazırlanması: Analzilerde kullanılan süt ürünleri (tereyağı ve çeşitli peynir) örnekleri kieselgel ile ezilmiş olup, kromatografik saflıktaki 50- 75 ml hekzan ile ekstrakte edilmiştir (Oysun ve Hışıl, 1997). Süt ürünlerine ait yağ örneklerinin esterleştirilmesinde IUPAC Metod 2.301 soğuk metilasyon (metanolik KOH kullanımı ile) uygulanmış olup (Anonymous, 1992) ve metillendirilen yağ örnekleri IUPAC metod 2.302 detayları verilen gaz kromatografisi yöntemi ile bir gaz kromatografi cihazı (Agilent 7890A GC, USA) ve bu cihaza bağlı Alev İyonizasyon Dedektörü (FID) kullanılarak yağ asitleri metil esterleri içeriği belirlenmiştir.

Yağların metilasyonu: Süt ürünleri 20 mL'lik ağzı kapaklı deney tüpüne 0,2 g tartılır. Üzerine 10 mL n-heptan eklenir. Kapak kapatılarak kuvvetlice çalkalanır (vortekslenir). Üzerine 0,5 mL 2M metanollü potasyum hidroksit çözeltisi eklenir. Tekrar kapak kapatılarak kuvvetlice çalkalanır. Üst faz berraklaşana kadar beklenir (1-2 saat). Üst fazdan 1-1,5 mL vial e alınır ve 'ye enjekte edilir (Anonymous, 1992, IUPAC Methods 2.301 ve 2.302).

Yağ asitleri metil esterleri analizi için gaz kromatografisi çalışma şartları; Gaz Kromatografisi cihazı (Agilent 7890A) ve buna bağlı olarak Alev İyonizasyon Dedektörü (FID), Kolon: Agilent J&W HP5 kapiler kolon ([5%-phenyl]-methylpolysiloxane non-polar column, uzunluk: 30 m, iç çap: 0.25 μ m , film kalınlığı: 0.25 μ m) , enjeksiyon sıcaklığı 100°C, fırın programı. 5°C/dk artışla son sıcaklık 240°C

olmuştur, dedektör sıcaklığı: 280°C, taşıyıcı gaz akışı hidrojen 30 ml/dk ve yüksek saflıkta kuru hava gazı 300 ml/dk, Split oranı 1:50, enjeksiyon miktarı 0,5-1µL, Yağ Asitleri Metil Esterleri alıkonma zamanı için süre en az 35 dk olmuştur.

Yağ asitleri metil esterlerinin kromatogramları ve toplam yağ asitleri miktarları bilgisayarda HP 3365 Chemstation bilgisayar programı ile elde edilmiştir. Analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait yağ asitleri metil esterlerinin kromatogram pikleri, apolar HP5 kolonundaki ayırımı ve çıkış sıraları bu konuda daha önce yapılmış çalışmalara dayalı olarak ilgili literatür bilgilerine (Dıraman ve Hışıl 2003; Chen vd. 2011; Kumar vd. 2014; Üçüncüoğlu 2019) göre yapılmıştır. Sonuçlar kalitatif değer olarak % yağ asidi üzerinden verilmiştir.

Elde edilen kromatogramlardan bazı majör/minor (Palmitik, Oleik, Miristik, Stearik ve Linoleik + Linolenik) yağ asitleri; bunlara ilişkin verilen ana yağ asidi toplam değerleri (SFA [doymuş yağ asitleri], MUFA [Tekli Doymamış yağ asitleri], PUFA [Çoklu Doymamış yağ asitleri] ile birlikte yağ asitlerine dayalı bazı parametreler hesaplanmıştır (Metin,1979; Dıraman,2015; Nureseitova vd, 2021).

Miristik/Oleik [C14:0/C18:1];

Miristik/Linoleik [C14:0/C18:2];

Palmitik/Laurik [C16:0/C12:0];

Palmitik/Oleik [C16:0/C18:1];

Stearik/Laurik[C18:0/C12:0];

Oleik/Miristik[C18:1/C14:0];

Oleik+Linoleik/(Laurik+Miristik+Palmitik+Stearik) [C18:1 +C18:2/ (C12:0 +C14:0 +C16:0 + C18:0)];

Palmitik/Miristik [C16:0 /C14:0];

Linoleik/Oleik [C18:2/C18:1];

Stearik/Linoleik [C18:0/C18:2];

Linoleik/Miristik [C18:2/C14:0]

Stearik/Laurik [C18:0/C12]

Yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanan İyod Sayısına ilişkin formül verilmiştir (Kamal-Eldin, 2006).

$$\text{İyot sayısı} = (\% \text{ MUFA} \times 0.860 + \% \text{ Linoleik} \times 1.732 + \text{Linolenik} \times 2.616)$$

3.3 Süt Ürünleri Lipid Profillerinin Kemometrik Analizleri

Süt ürünleri (tereyağı ve bazı peynir çeşitleri) örneklerinin yağlarında gerçekleştirilen lipid profili (cis yağ asidi bileşenleri ve temel sterolik [kolesterol ve β -sitosterol] ögeleri) analiz sonuçlarına dayalı olarak; süt ürünlerinin karakterizasyonu ve sınıflandırılması için geçerli kemometrik (çoklu veri analizleri) yöntemler kullanılmıştır. Karakterizasyon ve sınıflandırma için PCA [Temel Bileşen] analizi (Ward Method) uygulanmış olup, analizler JMP11 (2014) programında Student testi (SAS Institute, ISBN:978-1-62959-560-3) yardımıyla anlamlılık ($p < 0.05$) düzeyinde gerçekleştirilmiştir. Karakterizasyonda kullanılan analiz bulgularına ilişkin olarak Pearson korelasyon katsayıları (r) da belirlenmiştir. Tüm süt ürünlerine ait lipid profili bileşenleri arasında var olan ilişkiler; cis yağ asitleri bileşenleri ve sterol (kolesterol ve β -sitosterol) komponentlerine dayalı olarak PCA ve biplot analizlerine göre karakterize edilip, sınıflandırılmıştır.

4. BULGULAR

4.1 Süt Ürünleri Örneklerinin Bazı Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Çalışmamızı 5 adet tereyağı örneği ile birlikte 20 peynir örneği oluşturmakta olup, peynir örneklerinin 5'i olgun-taze kaşar peyniri, 5'i eritme-tost peyniri, 5'i dil peyniri ve 5'i de tulum peyniri örneklerine aittir. 25 farklı firmaya ait süt ürünü (tereyağı ve peynir) örneğinin fiziksel ve kimyasal analiz (% kurumadde, % yağ, % kurumaddede yağ) sonuçları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

Çizelge 4.1 Araştırmada analiz edilen süt ürünleri örneklerinin bazı fiziksel ve kimyasal (% kurumadde, %yağ, % kurumadde'de yağ) analizlerinin sonuçları

Örnek Kodu	Kurumadde(%)	Yağ (%)	Kurumadde'de yağ(%)
TY1	87,15±0,62	70,76±1,41	81,00
TY2	83,21±0,46	68,81±1,37	82,07
TY3	84,76±0,55	70,52±1,41	83,20
TY4	87,63±0,71	70,27±1,40	80,20
TY5	88,01±0,76	73,48±1,47	83,50
K1	53,45±0,10	25,00±0,50	46,77
K2	57,13±0,23	26,00±0,52	45,51
K3	55,39±0,14	27,00±0,54	48,74
K4	53,49±0,13	27,50±0,55	51,41
K5	56,21±0,20	28,00±0,56	49,91
E1	49,71±0,28	17,50±0,35	35,20
E2	48,83±0,19	16,00±0,32	32,76
E3	51,35±0,33	21,50±0,43	41,86
E4	50,13±0,33	19,00±0,38	37,00
E5	48,90±0,23	19,50±0,39	39,76
D1	57,90±0,32	28,87±0,62	49,87
D2	56,33±0,09	25,74±0,46	45,70
D3	59,39±0,13	27,64±0,50	46,54
D4	58,21±0,13	26,85±0,31	46,13
D5	61,05±0,13	29,04±0,75	48,36
T1	60,52±0,24	26,00±0,39	42,89
T2	58,26±0,29	26,30±0,71	45,15
T3	59,44±0,45	26,50±0,77	44,61
T4	61,31±0,31	26,90±1,41	43,77
T5	59,96±0,34	27,20±0,71	45,38

(TY1-TY5):Tereyağı, (K1-K5):Kaşar Peyniri, (E1-E5):Eritme Peyniri, (D1-D5):Dil Peyniri, (T1-T5):Tulum Peyniri.

Bu çalışmada incelenen, tereyağı, kaşar peyniri, eritme-tost peyniri, dil peyniri ve tulum peyniri örneklerine ait fiziksel analizlerden % kurumadde sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere, % kurumadde sonuçları en düşük ve en yüksek sırası ile tereyağı örnekleri için $83,21 \pm 0,46$ (TY2) ile $88,01 \pm 0,76$ (TY5) arasında, kaşar peyniri örnekleri için $53,45 \pm 0,10$ (K1) ile $57,13 \pm 0,23$ (K2) arasında, eritme peyniri örnekleri için $48,83 \pm 0,19$ (E2) ile $51,35 \pm 0,33$ (E3) arasında, dil peyniri örnekleri için $56,33 \pm 0,09$ (D2) ile $61,05 \pm 0,13$ (D) arasında, tulum peyniri örnekleri için $58,26 \pm 0,29$ (T2) ile $61,31 \pm 0,31$ (T4) arasında tespit edilmiştir.

Süt ürünleri örneklerine ait % yağ sonuçları Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere yağ sonuçları en düşük ve en yüksek sırası ile tereyağı örnekleri için $68,81 \pm 1,37$ (TY2) ile $73,48 \pm 1,47$ (TY5) arasında, kaşar peyniri örnekleri için $25,0 \pm 0,50$ (K1) ile $28 \pm 0,56$ (K5) arasında, eritme peyniri örnekleri için $16,0 \pm 0,32$ (E2) ile $21,5 \pm 0,43$ (E3) arasında, dil peyniri örnekleri için $25,74 \pm 0,46$ (D2) ile $29,04 \pm 0,75$ (D5) arasında, tulum peyniri örnekleri için $26,0 \pm 0,64$ (T1) ile $27,2 \pm 0,91$ (T5) arasında tespit edilmiştir.

Süt ürünleri örneklerine ait kurumadde’de % yağ sonuçları formüle dayalı olarak hesaplanmış olup, toplu olarak Çizelge 4.1’de verilmiştir. Çizelge 4.1’de görüldüğü üzere analiz edilen süt ürünlerine ait kurumadde’de % yağ sonuçları en düşük ve en yüksek sırası ile tereyağı örnekleri için $80,2$ (T4) ile $83,5$ (T5) arasında, kaşar peyniri örnekleri için $45,51$ (K2) ile $51,41$ (K4) arasında, eritme peyniri örnekleri için $32,76$ (E2) ile $41,86$ (E3) arasında, dil peyniri örnekleri için $45,70$ (D2) ile $49,87$ (D1) arasında, tulum peyniri örnekleri için $42,89$ (T1) ile $45,38$ (T5) arasında tespit edilmiştir.

4.2 Süt Ürünleri Örneklerinde Bitkisel Yağ Aranması (% β -sitosterol) ve % Kolesterol Düzeyleri Analizi Sonuçları

25 farklı firmaya ait süt ürünü (tereyağı ve peynir) örneğinin kolesterol ve β -sitosterol (bitkisel yağ) değerleri (%) Çizelge 4.2’de verilmiştir.

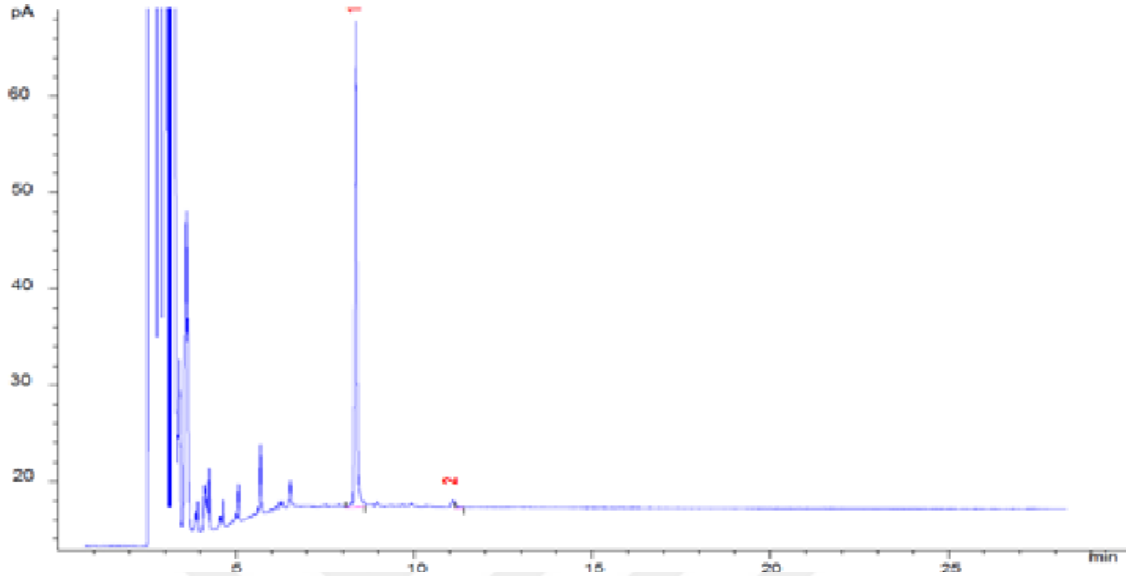
Çizelge 4.2 Araştırmada analiz edilen süt ürünleri örneklerinin apolar HP-5 kapiler kolon ile yapılan sterolik bileşen (% kolesterol ve % β -sitosterol) analizlerinin sonuçları

Örnek Kodu	Kolesterol(%)	β -sitosterol (%)
TY1	98,18	1,82 $\pm$ 0,23
TY2	98,63	1,37 $\pm$ 0,16
TY3	93,56	6,44 $\pm$ 0,71
TY4	98,04	1,96 $\pm$ 0,26
TY5	95,29	4,71 $\pm$ 0,57
K1	91,38	8,62 $\pm$ 0,51
K2	96,77	3,23 $\pm$ 0,08
K3	97,77	2,23 $\pm$ 0,03
K4	98,04	1,96 $\pm$ 0,03
K5	98,11	1,89 $\pm$ 0,06
E1	98,39	1,61 $\pm$ 0,25
E2	98,24	1,76 $\pm$ 0,31
E3	94,16	5,84 $\pm$ 1,45
E4	88,87	11,13 $\pm$ 1,97
E5	98,10	1,90 $\pm$ 0,36
D1	99,15	0,85 $\pm$ 0,04
D2	98,43	1,57 $\pm$ 0,16
D3	98,58	1,42 $\pm$ 0,12
D4	98,35	1,65 $\pm$ 0,24
D5	99,01	0,99 $\pm$ 0,07
T1	92,21	7,79 $\pm$ 0,67
T2	98,74	1,26 $\pm$ 0,13
T3	96,47	3,53 $\pm$ 0,43
T4	98,10	1,90 $\pm$ 0,27
T5	98,25	1,75 $\pm$ 0,23

(TY1-TY5):Tereyağı, (K1-K5):Kaşar Peyniri, (E1-E5):Eritme Peyniri, (D1-D5):Dil Peyniri, (T1-T5):Tulum Peyniri.

Çizelge 4.2’de görüldüğü üzere süt ürünleri örneklerinde β -sitosterol değerleri (%) değişimi en düşük ve en yüksek sırası ile tereyağı örnekleri için %1,37 $\pm$ 0,16 (TY2) ile %6,44 $\pm$ 0,71 (TY3) arasında, kaşar peyniri örnekleri için %1,89 $\pm$ 0,06 (K5) ile %8,62 $\pm$ 0,51 (K1) arasında, eritme peyniri örnekleri için %1,61 $\pm$ 0,25 (E1) ile %11,13 $\pm$ 1,97 (E4) arasında, dil peyniri örnekleri için %0,85 $\pm$ 0,04 (D1) ile %1,65 $\pm$ 0,24 (D4) arasında, tulum peyniri örnekleri için %1,26 $\pm$ 0,13 (T2) ile %7,79 $\pm$ 0,67 (T1) arasında tespit edilmiştir.

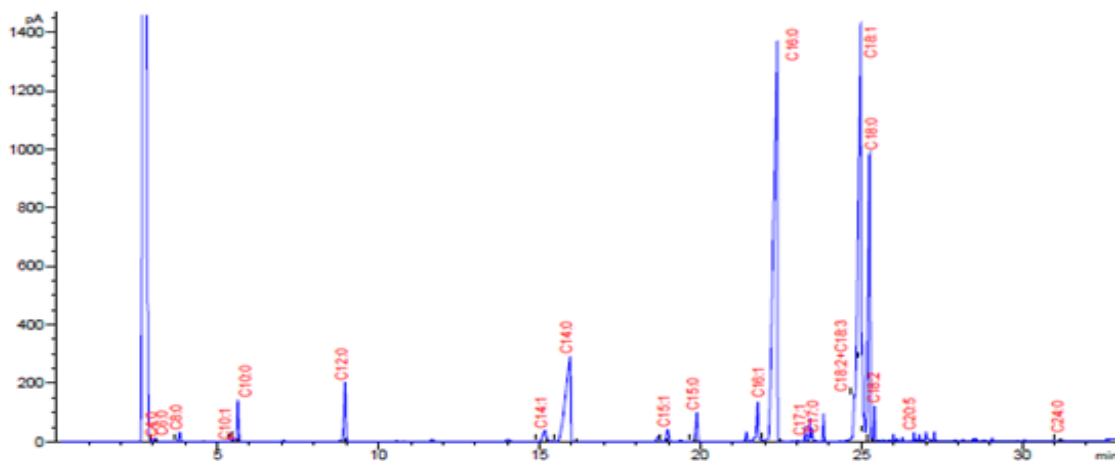
TY-1 örneğine ait bitkisel yağ aranması (β -sitosterol) analizinde elde edilen kromatogram Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1 Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen Tereyağı (TY1) örneğine ait kolesterol ve β -sitosterol kromatogramı 1-Kolesterol, 2- β -sitosterol

4.3 Süt Ürünleri Örneklerine Ait Yağ Asitleri Kompozisyonu Analizi Sonuçları

Araştırmada HP-5 kapiler kolonda yapılan yağ asitleri kompozisyonu analizinde elde edilen sonuçlara ait TY 1 örneğine ait kromatogram Şekil 4.2’de gösterilmiştir.



Şekil 4.2 Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen Tereyağı (TY1) örneğine ait yağ asitleri bileşenleri kromatogramı.

Açılımlar (Yağ asitleri HP5 Kolonu çıkış sırasına göre verilmiştir): Bütirik (BA, C4:0), Kaproik (CAP, C6:0), Kaprilik (CPRY, C8:0), Kaprik (CAPC, C10:0), Laurik (LAU, C12:0), Miristoleik (MYRO, C14:1), Miristik (MYR, C14:0), Pentadecenoik (PDC, C15:1), Pentadekanoik (PD, C15:0), Palmitoleik (POLA, C16:1), Palmitik (PAM, C16:0), Margoleik (MOLA, C17:1), Margarik (MA, C17:0), Linoleik+Linolenik (LO+LNO, C18:2+C18:3), Oleik (OLA, C18:1), Stearik (SA, C18:0), Konjuge Linoleik [C18:2] (CLA, cis-9 trans 10 C18:2+trans-10, cis 12 C18:2), Eikosapentaenoik (EPA, C20:5), Lignoserik (LG, C24:0).

Araştırmada majör ve minör yağ asitleri bileşenleri GC kapiler kolon yöntemi ile apolar bir kolon (HP-5) yardımıyla analiz edilen süt ürünleri örnekleri (tereyağı (TY), kaşar peyniri (K), eritme peyniri (E), dil peyniri (D), tulum peyniri (T)) sonuçları Çizelge 4.3'te verilmiştir.

Çizelge 4.3 Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi bileşenleri (%).

	BA	CAP	CAPRY	CAPC	LAU	MYR	PD	PAM	MA	SA	LG	MYRO	PDC	POLA	MOLA	OLA	LO+ LNO	CLA	EPA
TY1	0,05	0,00	0,50	0,00	1,38	8,68	1,17	34,16	0,84	14,02	0,30	0,52	0,61	1,40	0,74	32,14	1,98	0,79	0,23
TY2	0,12	0,32	0,00	1,39	2,46	10,79	1,25	34,44	0,75	12,62	0,07	0,90	0,68	1,66	0,71	28,68	1,90	0,71	0,18
TY3	0,11	0,33	0,00	1,40	2,42	10,40	1,19	32,14	0,75	13,24	0,06	0,78	0,38	0,66	0,67	31,43	1,62	0,83	0,18
TY4	0,20	0,46	0,00	1,75	2,86	11,47	1,25	36,76	0,71	10,76	0,05	0,94	0,61	1,94	0,67	27,23	1,36	0,94	0,18
TY5	0,12	0,30	0,00	1,30	2,29	10,21	1,24	32,67	0,75	12,26	0,07	0,82	0,70	1,68	0,70	32,31	1,27	0,88	1,14
K1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,82	8,65	1,11	35,87	0,77	13,97	0,15	0,49	0,64	1,48	0,64	31,29	1,60	0,95	0,17
K2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,57	8,25	1,08	42,82	0,00	11,25	0,37	0,61	0,37	1,82	0,00	28,39	1,63	0,49	0,12
K3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63	8,43	1,15	41,61	0,61	11,17	0,30	0,62	0,37	2,14	0,48	23,55	2,38	0,46	0,14
K4	0,78	1,17	2,16	0,00	9,97	0,63	0,37	35,16	0,75	11,72	0,13	0,26	1,15	1,33	0,63	28,60	2,01	0,80	0,18
K5	0,39	0,27	0,48	0,00	4,18	0,44	0,33	27,26	1,32	26,89	0,08	0,25	0,64	1,26	0,48	32,57	2,19	0,47	0,21
E1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	9,31	1,30	37,43	0,80	11,94	0,17	0,60	0,78	1,80	0,71	30,85	2,35	0,83	0,14
E2	0,52	0,80	1,94	0,00	10,42	0,73	0,47	34,94	0,79	11,72	0,21	0,32	1,24	1,23	0,64	29,98	2,76	1,03	0,23
E3	5,76	0,77	0,58	0,39	4,25	0,82	0,33	31,14	0,80	15,15	0,54	0,24	0,93	0,79	1,71	28,72	4,92	0,47	0,54
E4	0,25	1,36	2,61	0,10	11,45	0,64	0,37	35,70	0,77	11,06	0,18	0,30	1,20	1,44	0,41	27,45	2,67	0,80	0,21
E5	0,46	2,00	3,07	0,00	11,55	0,64	0,36	33,92	0,75	11,79	0,17	0,22	1,29	1,35	0,43	27,39	2,73	0,74	0,14
D1	0,37	1,65	2,60	0,00	10,80	0,66	0,34	33,30	0,72	11,84	0,23	0,28	1,21	1,37	0,43	30,01	2,09	1,02	0,15
D2	0,00	0,00	0,00	0,22	1,54	8,99	1,21	32,52	0,88	15,63	0,13	0,45	0,62	1,26	0,69	32,04	2,33	1,24	0,22
D3	0,00	0,00	0,00	0,22	1,58	9,03	1,21	32,47	0,87	15,58	0,17	0,50	0,62	1,23	0,77	31,91	2,42	1,27	0,12
D4	0,18	0,95	1,91	0,10	9,42	0,55	0,39	34,07	0,72	14,00	0,19	0,23	1,02	1,68	0,43	30,92	2,17	0,81	0,19
D5	0,33	1,52	2,45	0,18	10,57	0,69	0,37	33,20	0,75	11,71	0,13	0,33	1,24	1,35	0,71	29,55	2,97	1,07	0,17
T1	0,00	0,00	0,00	2,26	2,52	20,45	0,14	23,49	4,79	13,80	0,42	0,15	0,63	0,62	0,71	24,33	3,91	0,69	0,45
T2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	9,42	1,16	32,38	0,81	15,83	0,06	0,58	0,71	1,20	0,66	32,40	2,75	0,85	0,19
T3	0,00	0,00	0,00	0,00	0,98	9,36	1,16	32,16	0,80	15,69	0,12	0,50	0,63	1,08	0,68	33,28	2,47	0,83	0,19
T4	0,00	0,00	0,00	0,11	0,40	7,69	1,04	33,25	0,72	15,62	0,20	0,66	0,56	1,46	0,47	33,66	2,88	1,23	0,25
T5	0,00	0,00	0,00	0,08	0,34	7,52	0,98	32,57	0,79	15,48	0,44	0,52	0,54	1,79	0,49	33,38	2,67	1,12	0,20

AÇILIMLAR: Süt Ürünleri Örnekleri Tereyağı (TY), Kaşar Peyniri (K), Eritme Peyniri (E), Dil Peyniri (D), Tulum Peyniri (T).

Yağ Asitleri: Bütirik (BA, C4:0), Kaproik (CAP, C6:0), Kaprilik (CPRY, C8:0), Kaprik (CAPC, C10:0), Laurik (LAU, C12:0), Miristik (MYR, C14:0), Pentadekanoik (PD, C15:0), Palmitik (PAM, C16:0), Margarik (MA, C17:0), Stearik (SA, C18:0), Lignoserik (LG, C24:0), Miristoleik (MYRO, C14:1), Pentadecenoik (PDC, C15:1), Palmitoleik (POLA, C16:1), Margoleik (MOLA, C17:1), Oleik (OLA, C18:1), Linoleik+Linolenik (LO+LNO, C18:2+C18:3), Konjuge Linoleik (CLA, cis-9 trans 10 C18:2+trans-10, cis 12 C18:2), Eikosapentaenoik (EPA, C20:5).

Tereyağı örneklerinin önemli bazı majör ve minör % yağ asitleri değişimleri LAU (1,38-2,86), MYR (8,69-11,47), PAM (32,14-36,76), SA (10,76-14,02), OLA (27,23-32,31), LO+LNO (1,27-1,98) olarak bulunmuştur.

Araştırmada analiz edilen taze kaşar peyniri örneklerinin % majör- minör yağ asitleri LAU (0,57-9,97), MYR (0,44-8,65), PAM (27,26-42,82), SA (11,17-26,89), OLA (23,55-32,57) ve LO+LNO (1,6-2,38) arasında değişim gösterdiği belirlenmiştir.

Çalışmada analiz edilen eritme peyniri örneklerinin % majör ve minör yağ asitleri değerleri değişimi LAU (0,61-11,55), MYR (0,64-9,31), PAM (31,14-37,43), SA (11,06-15,15), OLA (27,39-30,85), LO+LNO (2,35-4,92) olarak bulunmuştur.

Araştırmada incelenen dil peyniri örneklerinin % majör-minor yağ asitlerinin LAU (1,54-10,80), MYR (0,55-9,03), PAM (32,47-34,07), SA (11,71-15,63), OLA (29,55-32,04) ve LO+LNO (2,09-2,97) arasında olduğu bulunmuştur.

Araştırmada analiz edilen tulum peyniri örneklerinin majör-minor % yağ asitleri değerleri değişiminin LAU (0,34-2,52), MYR (7,52-20,45), PAM (23,49-33,25), SA (13,80-15,83), OLA (24,33-33,66) ve LO+LNO (2,47-3,91) arasında olduğu belirlenmiştir.

Araştırmada majör ve minör yağ asitleri bileşenleri GC kapiler kolon yöntemi ile apolar bir kolon (HP-5) yardımıyla analiz edilen süt ürünleri örnekleri (tereyağı (TY), kaşar peyniri (K), eritme peyniri (E), dil peyniri (D), tulum peyniri (T)) hesaplanan bazı ana parametre sonuçları (%SFA, %MUFA, %PUFA, %TUFA, İS) Çizelge 4.4’de verilmiştir.

Çizelge 4.4 Araştırmada apolar HP 5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi (%) değerlerine göre hesaplanan temel yağ asidi bileşenleri.

	SSFA	MSFA	LSFA	Total SFA	MUFA	PUFA	TUFA	İS
TY1	0,55	60,25	0,3	61,1	35,41	3,26	38,67	33,89
TY2	1,83	62,31	0,07	64,21	32,63	2,63	35,26	30,89
TY3	1,84	60,14	0,06	62,04	33,92	2,81	36,73	31,85
TY4	2,41	63,81	0,05	66,27	31,39	2,23	33,62	28,89
TY5	1,72	59,42	0,07	61,21	36,21	2,58	38,79	33,03
K1	0	61,19	0,15	61,34	34,54	2,24	36,78	32,51
K2	0	63,97	0,37	64,34	31,19	2,98	34,17	30,30
K3	0	63,6	0,3	63,9	27,16	2,99	30,15	27,63
K4	4,11	58,6	0,13	62,84	31,97	2,87	34,84	30,69
K5	1,14	60,42	0,08	61,64	35,2	3,32	38,52	34,51
E1	0	61,39	0,17	61,56	34,74	4,02	38,76	33,80
E2	3,26	59,07	0,21	62,54	33,41	5,93	39,34	33,19
E3	7,5	52,49	0,54	60,53	32,39	3,68	36,07	35,53
E4	4,32	59,99	0,18	64,49	30,8	3,61	34,41	30,96
E5	5,53	59,01	0,18	64,72	30,68	3,26	33,94	30,93
D1	4,62	57,65	0,23	62,5	33,3	3,81	37,11	32,14
D2	0,22	60,78	0,13	61,13	35,06	3,81	38,87	34,29
D3	0,22	60,74	0,17	61,13	35,03	3,17	38,2	34,31
D4	3,14	59,15	0,19	62,48	34,28	4,21	38,49	33,41
D5	4,48	57,29	0,13	61,9	33,18	5,05	38,23	33,30
T1	2,26	65,19	0,42	67,87	26,44	3,79	30,23	29,59
T2	0	60,58	0,06	60,64	35,55	3,49	39,04	35,32
T3	0	60,15	0,12	60,27	36,17	4,36	40,53	35,48
T4	0,11	58,72	0,2	59,03	36,82	3,79	40,61	36,95
T5	0,08	57,68	0,44	58,2	36,72	3,49	40,21	36,64

Yağ Asitleri: SSFA (Kısa Zincirli Doymuş Yağ Asidi), MSFA (Orta Zincirli Doymuş Yağ Asidi), LSFA (Uzun Zincirli Doymuş Yağ Asidi), Total SFA (Toplam Doymuş Yağ Asidi), MUFA (Tekli Doymamış Yağ asidi), PUFA (Çoklu Doymamış Yağ Asidi), TUFA (Toplam Doymamış Yağ Asidi), İS (İyot Sayısı).

Tereyağları için bazı temel yağ asidi bileşenleri (%) SSFA (0,55-2,41), MSFA (59,42-63,81), LSFA (0,05-0,3), Total SFA (61,10-66,27), MUFA (31,39-36,21), PUFA (2,23-3,26), TUFA (33,62-38,79), İS (28,89-33,89) olarak bulunmuştur.

Kaşar peynirleri için bazı temel yağ asidi bileşenleri (%) SSFA (0-4,11), MSFA (58,60-63,97), LSFA (0,08-0,37), Total SFA (61,34-64,34), MUFA (27,16-35,20), PUFA (2,24-3,32), TUFA (30,15-38,52), İS (27,63-34,51) olarak bulunmuştur.

Eritme peynirleri için bazı temel yağ asidi bileşenleri (%) SSFA (0-7,50), MSFA (52,49-61,39), LSFA (0,17-0,54), Total SFA (60,53-64,72), MUFA (30,68-34,74), PUFA (3,26-5,93), TUFA (33,94-39,34), İS (30,93-35,53) olarak bulunmuştur.

Dil peynirleri için bazı temel yağ asidi bileşenleri (%) SSFA (0,22-4,62), MSFA (57,29-60,78), LSFA (0,13-0,23), Total SFA (61,13-62,50), MUFA (33,18-35,06), PUFA (3,17-5,05), TUFA (37,11-38,87), İS (32,14-34,31) olarak bulunmuştur.

Tulum peynirleri için bazı temel yağ asidi bileşenleri (%) SSFA (0-2,26), MSFA (57,68-65,19), LSFA (0,06-0,44), Total SFA (58,2-67,87), MUFA (26,44-36,82), PUFA (3,49-4,36), TUFA (30,23-40,61), İS (29,59-36,95) olarak bulunmuştur.

Araştırmada majör ve minör yağ asitleri bileşenleri GC kapiler kolon yöntemi ile apolar bir kolon (HP-5) yardımıyla analiz edilen süt ürünleri örneklerinin (tereyağı (TY), kaşar peyniri (K), eritme peyniri (E), dil peyniri (D), tulum peyniri (T)) yağ asidi profiline dayalı olarak hesaplanan bazı parametre sonuçları Çizelge 4.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.5 Araştırmada apolar HP-5 kolonu ile analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait majör ve minör yağ asidi bileşenleri temelinde hesaplanan bazı parametreler

	S/U	LAU/ CAP	OLA/SA	LAU/MYR	PAM/ /LAU	SA/LAU	PAM/ LAU	LO/ MYR	SA/ LAU	OLA/ MYR	OLA+LO/ (L+MR+P+S)	MYR/ OLA	PAM/OLA	MYR/LO
TY1	1,58	0,00	2,29	0,16	3,94	10,16	24,75	0,23	10,16	3,70	32,17	0,27	1,06	4,38
TY2	1,82	1,77	2,27	0,23	3,19	5,13	14,00	0,18	5,13	2,66	28,71	0,38	1,20	5,68
TY3	1,69	1,73	2,37	0,23	3,09	5,47	13,28	0,16	5,47	3,02	31,46	0,33	1,02	6,42
TY4	1,97	1,63	2,53	0,25	3,20	3,76	12,85	0,12	3,76	2,37	27,25	0,42	1,35	8,43
TY5	1,58	1,76	2,64	0,22	3,20	5,35	14,27	0,12	5,35	3,16	32,33	0,32	1,01	8,04
K1	1,67	0,00	2,24	0,09	4,15	17,04	43,74	0,18	17,04	3,62	31,32	0,28	1,15	5,41
K2	1,88	0,00	2,52	0,07	5,19	19,74	75,12	0,20	19,74	3,44	28,42	0,29	1,51	5,06
K3	2,12	0,00	2,11	0,07	4,94	17,73	66,05	0,28	17,73	2,79	23,59	0,36	1,77	3,54
K4	1,80	0,00	2,44	0,00	55,81	1,18	3,53	3,19	1,18	45,40	28,63	0,02	1,23	0,31
K5	1,60	0,00	1,21	9,50	61,95	6,43	6,52	4,98	6,43	74,02	32,61	0,01	0,84	0,20
E1	1,59	0,00	2,58	0,07	4,02	19,57	61,36	0,25	19,57	3,31	30,89	0,30	1,21	3,96
E2	1,59	0,00	2,56	0,00	47,86	1,12	3,35	3,78	1,12	41,07	30,03	0,02	1,17	0,26
E3	1,68	10,90	1,90	5,18	37,98	3,56	7,33	6,00	3,56	35,02	28,82	0,03	1,08	0,17
E4	1,87	0,00	2,48	0,00	55,78	0,97	3,12	4,17	0,97	42,89	27,50	0,02	1,30	0,24
E5	1,91	0,00	2,32	0,00	53,42	1,02	2,94	4,30	1,02	43,13	27,44	0,02	1,24	0,23
D1	1,68	0,00	2,53	0,00	50,84	1,10	3,08	3,19	1,10	45,82	30,05	0,02	1,11	0,31
D2	1,57	7,01	2,05	0,17	3,62	10,14	21,09	0,26	10,14	3,56	32,08	0,28	1,01	3,86
D3	1,60	7,18	2,05	0,17	3,60	9,86	20,55	0,27	9,86	3,53	31,95	0,28	1,02	3,73
D4	1,62	90,58	2,21	0,00	61,95	1,49	3,62	3,95	1,49	56,22	30,96	0,02	1,10	0,25
D5	1,62	58,72	2,52	0,00	48,12	1,11	3,14	4,30	1,11	42,83	29,60	0,02	1,12	0,23
T1	2,25	1,12	1,76	0,12	1,15	5,48	9,32	0,19	5,48	1,19	24,39	0,84	0,97	5,23
T2	1,55	0,00	2,05	0,10	3,44	16,16	33,04	0,29	16,16	3,44	32,45	0,29	1,00	3,43
T3	1,49	0,00	2,12	0,10	3,44	16,01	32,82	0,26	16,01	3,56	33,32	0,28	0,97	3,79
T4	1,45	3,64	2,16	0,05	4,32	39,05	83,13	0,37	39,05	4,38	33,71	0,23	0,99	2,67
T5	1,45	4,25	2,16	0,05	4,33	45,53	95,79	0,36	45,53	4,44	33,43	0,23	0,98	2,82

Yağ Asitleri: SFA/TUFA (S/U, Doymuş Yağ Asitleri/Toplam Doymamış Yağ Asitleri), LAU/CAP (Laurik asit/Kaprilik asit C12/C10, OLA/SA (Oleik asit/Stearik asit) C18:1/C18:0, LAU/MRY (Laurik asit/Miristik asit) C12:0/C14:0, PAM/LAU (Palmitik asit/Laurik asit) C16:0/C14:0, SA/LAU (Stearik asit/Laurik asit) C18:0/C12:0, PAM/LAU (Palmitik asit/Laurik asit) C16:0/C12:0, LO/MRY (Linoleik asit/Miristik asit) C18:2/C14:0, SA/LAU (Stearik asit/Laurik asit) C18:0/C12:0, OLA/MRY (Oleik asit/Miristik asit) C18:1/C14:0, OLA+LO/(L+MR+P+S) (Oleik asit+Linoleik asit)/(Linoleik asit+Miristik asit+Palmitik asit+Stearik asit) C18:1+C18:2/(C12:0 +C14:0 +C 16:0+ C18:0), MRY/OLA (Miristik asit/Oleik asit) C14:0/C18:1, PAM/OLA (Palmitik asit/Oleik asit) C16:0/C18:1, MRY/LO (Miristik asit/Linoleik asit) C14:0/C18:2

Süt ürünleri örneklerinin yağ asidi bileşenlerine göre hesaplanan bazı önemli parameterelerin (oranlar) değişimleri sırasıyla şöyle verilmiştir:

OLA/MYR oranı 1.19 (T1) – 74.02 (K5) arasında değişmekte iken LO/MYR oranının 0.12 (TY 4,5) – 6 (E3) arasında olduğu bulunmuştur. PAM/LAU oranı süt ürünleri örnekler için 2.84 (E5) ile 95.79 (T5) arasında bulunmuş olup, LAU/MYR değeri 0.05 (T4,T5) – 18.19 (E5) arasında olmuştur. SA/LAU oranına ait değişim 0.97 (E4) – 45.53 arasında olup, PAM/MYR değeri ise 1.15 (T1) – 61.95 (K5) olmuştur. MYR/LO ve MYR/OLA değerlerinin değişimleri sırasıyla 0.17 (E3) – 8.43 (TY4) ve 0.01 (K5) – 0.84 (D5) olarak belirlenmiştir.

TARTIŞMA ve SONUÇ

5.1. Tartışma

Bu çalışmada Afyonkarahisar'da yerel marketlerde tüketiciye sunulan ve herbiri beş farklı firma tarafından üretilmiş bazı süt ürünlerinden (tereyağı, [taze-olgun] kaşar peyniri, eritme-tost peyniri, dil peyniri ve tulum peyniri) toplam 25 farklı örnek temin edilmiştir. Süt ürünlerinde bazı zorunlu temel kalite kriterleri (kurumadde, yağ ve kurumaddede yağ) analizleri yapılmış, araştırmanın temel amacı sterolik kompozisyona göre kolesterol düzeyi ile bitkisel (palm) yağ varlığının belirlenmesi ve cis yağ asidi profilinin ortaya konulması apolar bir kapiler (HP5) kolon kullanılmak suretiyle Gaz Kromatografisi cihazı (GC) ile gerçekleştirilmiştir.

5.1.1 Süt Ürünleri Örneklerinin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu çalışmada tereyağı örneklerinde yapılan kurumadde analizinde sonuçların %83,21 ile %88,01 arasında olduğu belirlenmiştir (Çizelge 4.1). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne göre tereyağı numunesinin en çok %16 rutubet yani en az %84 kurumadde içermesi gerekmektedir. Çalışmamızda elde edilen verilere göre bazı ürünlerin (2 adet örnek) bu duruma uygun olmadığı görülmüştür. TY2 örneği $83,21 \pm 0,26$ ve TY3 örneği $84,76 \pm 0,32$ kurumadde değerleriyle Türk Gıda Kodeksine uygunluk göstermemektedir (Anonim, 2005).

26 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde oranlarını en az %68,05, en çok %96,08 ve ortalama %85,28 olarak Adam (1954) tarafından tespit etmiştir. Eralp (1969), yapmış olduğu bir başka çalışmada en düşük yağ oranını %82,56, en yüksek yağ oranını %88,64 ve bu örneklerin ortalama yağ oranlarını %86,20 olarak tespit etmiştir. Şengül vd. 1988 tarafından yapılan başka bir çalışmada 15 adet Trabzon tereyağı örneğinde kurumadde ve yağ oranları incelenmiş, ortalama olarak kurumadde miktarı % 87,13 olarak tespit edilmiş olup, yağ miktarı ise ortalama % 82,63 olarak belirlenmiştir.

Trabzon tereyağı örneklerinde elde edilen sonuçlar tebliğe ve standartlara uygun bulunmuştur (Şengül vd. 1998). Bu araştırmada bulunan en düşük, yüksek ve ortalama değerler yukarıda açıklanan Trabzon tereyağları ile ilgili iki araştırma bulgularından biraz daha düşük olduğu görülmektedir.

Kaya (2000) tarafından gerçekleştirilen bir çalışmada ise süttten ve yoğurttan elde edilen tereyağı örneklerinin özellikleri incelenmiş, süttten elde edilen tereyağında kurumadde %83, yoğurttan elde edilen tereyağında kurumadde %86 olarak belirlenmiştir. Süttten elde edilen tereyağının kurumadde miktarı tebliğe uygun olmazken, yoğurttan elde edilen tereyağının kurumadde oranı tebliğe uygun olduğu ifade edilmiştir. Altun (2011), yapmış olduğu bir çalışmasında tereyağlarında kurumadde oranını %58,64-86,98 değerleri arasında bulmuştur. Fındık (2011) tarafından yapılan çalışmada Van'da satış yerlerinden temin edilen 10 adet tereyağı örneğinde yağ oranlarının en düşük %76,00 ve en yüksek %83,00 olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bulgularımız genel olarak Kaya (2000)'e benzer bulunmakla birlikte, Fındık (2011) ve Alun (2011) sonuçlarının minimum değerleri bulgularımızdan oldukça düşük bulunmuştur. Bu çalışmaları incelediğimizde, kurumadde oranlarında çalışmamıza benzer şekilde uygunsuzluklar olduğu, ancak kurumaddede yağ oranı bakımından diğer araştırmacıların çalışmalarına göre bütün sonuçların %80 üzerinde olduğu görülmektedir. Piyasada satışa sunulan ürünler arasında tebliğe uygunluk açısından uyum beklemememiz gerektiğini ifade etmek mümkündür. Tereyağı örneklerindeki kurumadde oranları bakımından örnekler arasındaki bu farklılıklar; üretim metoduna bağlı farklı işlemler, hammaddeki mevsimsel farklılık, elde edilme yöntemine göre farklılıklar (süttten, yoğurttan ya da ayrandan) ve depolama şartlarının farklı olması gibi faktörlerden kaynaklanabilir (Metin 2012). Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği'ne göre tereyağı numunesinin en az %80 süt yağı içermesi gerekmektedir. Çalışmamızda incelediğimiz bütün tereyağlarının kuru maddede yağ miktarının %80 üzerinde olduğu dolayısıyla Türk Gıda Kodeksine ve ilgili TS standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir.

Türk Gıda Kodeksi Peynir tebliğine göre; kaşar peynirlerinde nem miktarının en fazla %45 (yarım yağlı ise %50) olacağı belirtilmektedir. Araştırmada incelenen 5

örneğimizden 2 tanesinin (K1 ve K4) kuru madde değerine göre nem miktarının (% 53,45 – 55,39) olması gereken değerin üstünde olduğu tespit edilmiştir (Çizelge 4.1). Bu açıdan bu iki ürünün peynir tebliğine uygun olmadığı görülmektedir. Yine peynir tebliğine göre kurumaddede yağ açısından değerlendirme yapıldığında %45'den yüksek olan peynirler tam yağlı peynir sınıfına girmektedir. Çalışmamızda 5 örneğin tamamının kurumadde de yağ oranları yönünden %45 in üzerinde olduğu ve tam yağlı peynir sınıfına girdiği görülmektedir. K1 ve K4 örneklerinin kurumaddenin düşük olmasına rağmen (Çizelge 4.1) %yağ oranının yüksek olmasından kaynaklı kurumaddede %yağ yönünden tebliğe uygunluk gösterdiği anlaşılmaktadır. Tüm çalışmalar ele alındığında piyasada satışa sunulan kaşar peynirlerinin % kurumadde oranlarının, çalışmamızdaki sonuçlara benzer şekilde peynir tebliğine genel olarak uygunluk göstermediği görülmektedir. Çalışmamızdaki örneklerin %40'ı uygunsuzken bazı çalışmalarda bu oran %70 leri bulmaktadır.

Eritme-tost peyniri, genellikle çeşitli sert, yarı sert, yumuşak peynirlerin birlikte kullanılarak ısıl işleme maruz bırakılmak suretiyle ve eritici tuzlar yardımı ile üretilmiş bir peynir çeşididir (Üçüncü 2005). Eritme peynirleri üretim tekniğinden kaynaklı olarak içerisinde çeşitli peynirler barındırdığı ve fiyatı eritme peynirine göre daha yüksek olan kaşar peynirine alternatif olarak görüldüğü için diğer peynir çeşitlerine göre daha düşük kalitede peynirler olarak bilinmektedir ve bu durumdan kaynaklı tağşişe en elverişli peynir grubu olarak öne çıkmaktadır. Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğine göre, eritme peynirlerinde nem miktarının en fazla %60 olacağı belirtilmektedir (Anonim 2011). Araştırmada analiz edilen örneklerimizin kurumadde değerine göre nem miktarı, tebliğde belirtilen nem değerinin altında olup, peynir tebliğine uyum göstermektedir. Peynir tebliğinde 4 çeşit eritme peyniri olduğu belirtilmektedir. Tam yağlı eritme peynirlerinde kurumadde'de yağ oranı en az % 45, yağlı eritme peynirlerinde en az % 30, yarım yağlı tiplerde en az %20, az yağlı olanlarda ise en az %10 oranında olması gerekmektedir. Çalışmamızdaki bütün peynirler %45 sınırının altında ve %30 un üzerinde olduğu için yağlı sınıfa girmektedir (Anonim 2015a). Doruk (2018) farklı yöntemlerle yaptığı eritme peynirlerinin kuru madde miktarlarının %40,11 ile %43,37 arasında; yağ oranlarının da %21,24 ile %23,21 arasında değiştiğini tespit etmiştir. Çeşitli araştırmalarda eritme peynirlerinin

yağ miktarlarını; Turhan (1993), %19,25 ile %20,12 arasında; Türkoğlu (2000), %18,25 ile %19,28 arasında; Kaygısız vd. (2023) %22 olarak tespit etmişlerdir. Çalışmalara genel olarak bakıldığında kurumadde ve yağ sonuçlarının çalışmamızla benzerlik gösterdiği görülmektedir. Farklı firmaların ürünlerinin kurumadde ve yağ miktarları değişkenlik göstermekte olup, ürünler arasında standardizasyon olmadığını göstermektedir.

Dil peynirine ait örneklerin kurumadde oranları incelendiğinde tümünün tebliğe uygunluk gösterdiği ve içerdikleri yağ miktarı bakımından tam yağlı peynir sınıfına girdiği görülmüştür.

Dil peyniri ile ilgili literatürde birkaç çalışma olup bunlardan Ankara ilinde 42 dil peyniri üzerinde yapılan incelemeler sonucunda Koçak vd. (1997), % kurumadde oranlarının %40,72 ile %58,75 arasında değiştiğini, 39 örneğin standarda uygun olmadığını belirlemiştir. Araştırmacılar, kurumaddede yağ oranlarını ise %16,64 ile %51,51 arası değiştiği tespit etmiş olup, dil peyniri örneklerinin az, yarım ve tam yağlı sınıflarına göre çeşitlilik gösterdiğini ifade etmiştir. Koçak vd. (1997) araştırma sonuçlarının kurumadde ve kurumaddede yağ oranlarının ortalaması çalışmamızdaki bulgulardan (%45,70-%49,87) oldukça düşüktür. Koçak (1997) tarafından yapılan çalışmanın günümüzden çok eski tarihte olması ve o dönem üretilen dil peynirlerinin daha düşük kalitede olması ve Türkiye’de dil peynirinin her yerde yaygın üretim ve tüketiminin olmaması olasıdır. Çalışmamızdaki bütün dil peyniri örnekleri Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde belirtilen kurumadde’de en az %45 yağ miktarına uygun çıkmıştır

Tulum peyniri kökeni çok eskilere dayanan ve konar-göçer toplulukların hayat tarzının etkisinde şekillenmiş bir üretim tekniğine sahip olan (Yazıcı, 2016) ve yapım tekniği, kullanılan hammaddeler, olgunlaşmada kullanılan ambalaj materyali(deri, plastik, küp) gibi farklılıklardan dolayı çok fazla çeşidi mevcuttur (Sancak vd. 2018; Ünsal, 1997). Tulum peyniri ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen peynirlerden olup, üretim miktarı açısından beyaz ve kaşar peynirden sonra üçüncü sırada yer almaktadır (Çakmakçı, 2008). Akyüz (1981), yaptığı çalışmada 26 tulum peyniri örneğinin kurumadde’de yağ

oranını ortalama olarak %55,73 bulmuştur. Sancak vd. (2018), 36 tulum peynirini inceledikleri çalışmalarında kurumade'de yağ miktarını ortalama %52,53 olarak bulmuşlardır. Bu çalışmalar bizim çalışmamızdaki sonuçlara (42,89-45,38) göre biraz daha yüksek olduğu görülmektedir.

5.1.2 Süt Ürünleri Örneklerinde Bitkisel Yağ Aranması (veya β -sitosterol) Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Bu konuda daha ziyade Tarım ve Orman Bakanlığı tarafından 2012 yılından itibaren süt ürünlerinde taklit, tağşiş ve hilelerin açık bir göstergesi olarak palm yağı veya β -sitosterol araması şeklinde kamuoyu ile paylaşım yapılmaktadır. Tarım ve Orman Bakanlığı yıllara göre denetim ve numune alma sayılarını artırmış, hileli ürünlerin listesini kamuoyu ile paylaşarak bu taklit-tağşişin önüne geçilmesine çalışmıştır. Ancak yıllara göre ifşa edilen hileli tereyağı ürünlerinin sayısının arttığı gözlenmiştir. Tarım ve Orman Bakanlığının farklı zamanlarda taklit ve hile- tağşiş yapan firmalar hakkındaki açıklamalarına bakıldığında, 2012 yılından 2022 yılına kadar toplam 67 firmanın- özellikle süt ürünleri üreten- farklı sınıflardaki tereyağlarında bitkisel yağ tespit edilmiştir (Anonim, 2012, 2013, 2014a, 2014b, 2014c, 2015c, 2016b, 2018, 2020).

Bitkisel yağlarda en yüksek oranda bulunan fitosterol'ün β -sitosterol olması nedeniyle, bitkisel yağların tağşişinin araştırılmasında steroller bu fraksiyonu (β -sitosterol) kullanılmaktadır. Saf süt yağında yapılan GC kromatografik analizlerde %98 oranında major kolesterol piki ve %2 oranında β -sitosterol ve diğer bazı fitosterollerle aynı alıkonma zamanına sahip çeşitli piklerden oluşmaktadır (Contarini vd. 2002).

Tereyağı içerdiği yüksek süt yağı miktarı ve ülkemizde en çok tüketilen süt ürünlerinden biri olması nedeniyle içerisine bitkisel yağ eklenerek tağşiş yapılması, maliyetini düşürüp yüksek getiri elde edilmesi ilk başta gelen en muhtemel ürün olarak gözükmemektedir. Bu çalışmada tereyağı örneklerinin 2 adedinde β -sitosterol içeriğinin maksimum %2'lik sınırın üzerinde (%40), diğer 3 örneğin ise sınırların altında (%60) olduğu görülmüştür. Örneklerde tespit edilen yüksek β -sitosterol içeriği % 4.71 (TY5) – 6.44 (TY3) olmuştur (Çizelge 4.1). Birçok araştırmacı da birbirine yakın yöntemlerle,

piyasada satılan çeşitli tereyağı ürünleri ile ilgili çalışma yaparak kamuoyunun dikkatini bu yöne çekmeye çalışmış ve çoğunluğunun da çalışmamızla benzer şekilde hileli ürünlere rastladığı görülmektedir. 2012-2018 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığına bağlı İl Tarım ve Orman Müdürlükleri ekiplerince yapılan denetimler sonucunda ilgili gıda kontrol birimlerince yapılan analizler sonucunda toplamda 507 parti süt ürünüde sahtecilik (hile- tağşiş) yapıldığı belirlenmiştir. Bu ürünlerin %14,60 kadarının tereyağı olduğu, bu süre içinde toplamda 74 parti tereyağında sahtecilik yapıldığı tespit edilmiştir. Aynı araştırmada toplam 415 parti tağşiş yapılmış süt ürünü içerisinde 68 parti tereyağında bitkisel yağ kullanımı ile (β -sitosterol belirlenmesi) tağşiş yapılmış olduğu da ifade edilmiştir. Tereyağının süt ürünleri içerisindeki tağşiş oranı %16,39 olmuştur (Gümüş 2018).

Piyasada satışa sunulmuş 26 tereyağı örneği üzerinde yapılan diğer bir çalışmada incelenen örneklerin sterol kompozisyonu çıkarılmış ve 26 örnekten 8 tanesinde β -sitosterol içeriğinin %2'lik sınırın üzerinde olduğu görülmüştür (Bilgiç, 2014). Tağşiş oranı tereyağı örnekleri arasında %30,77 iken, bizim çalışmamızda oran %40'tır. Bilgiç (2014) verileri sonuçları itibariyle çalışmamıza yakın bir düzeyde bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada sterol içeriğinin belirlenmesinin β -sitosterol ve kolesterol içeriğinin, bitkisel yağ ile yapılan tağşişleri belirlemede çok önemli bir unsur olduğu bir kez daha görülmüştür. Polonya'da yapılan bir diğer çalışmada (Derewiaka vd. 2011), 16 tereyağı örneğinin sterol kompozisyonu incelenerek β -sitosterol ve kolesterol miktarları hesaplanmıştır. 16 örnekten 2 tanesinde β -sitosterol oranı %2'lik sınırın üzerindedir. Bu araştırmada tağşiş yapılan örnek oranı %12,5'tir. Çalışmamızla kıyaslandığında (%40 tağşiş), bulunan sonucun daha düşük bir oran olduğu görülmektedir (Derewiaka vd. 2011). Sadeyağ üzerine yapılan başka bir çalışmada ise zıt faz ince tabaka kromatografisi (RP-TLC) ile gerçekleştirilen inceleme sonucunda sterol içeriği tespit edilmiştir. Sterol kompozisyonu analiz edilmiş, sadeyağda tespit edilen hindistan cevizi (%7,5), ayçiçek, yer fıstığı ve soya yağları (%1) gibi bitkisel yağlardan kaynaklı β -sitosterol varlığının ve miktarının, tağşiş tespiti konusunda belirleyici olduğu vurgulanmıştır (Rani vd. 2015).

Bu çalışmada incelenen Kaşar peyniri örneklerinin analiz sonuçları incelendiğinde, 3 örneğin (% 60) β -sitosterol içeriğinin %2'lik sınırın üzerinde olduğu görülmüştür.

Örneklerin maksimum β -sitosterol içeriği değişimi % 2.23 (K3) - % 8.62 (K1) olmuştur (Çizelge 4.1). Kaşar peyniri örneklerinin farklı firma ve illerde üretildiği göz önüne alındığında genel taşıyış oranının oldukça yüksek olduğu sonucuna varmak mümkündür. Bilgiç ve Ayar (2014) yapılan araştırmada, piyasadan toplanan 24 kaşar peyniri örneğinin sterol kompozisyonu incelendiğinde 2 örneğin β -sitosterol oranının % 2'nin üzerinde olduğu tespit edilmiştir. Bu araştırma, sonuçları (%8,4) itibariyle çalışma sonuçlarımıza (%60) göre oldukça düşük kalmaktadır. Gökmen vd (2014) tarafından yapılan bir diğer araştırmada, Muş'ta 14 kaşar peyniri örneği incelenmiş, hiçbirinde bitkisel yağa rastlanmamıştır.

Bu araştırmaya ait eritme-tost peyniri örnekleri incelendiğinde, 5 örnekten 2 tanesinde (% 40) β - sitosterol (bitkisel yağ) miktarı %2'nin üzerinde bulunmuş olup (Çizelge 4.1) bu örnekler taşıyışlı olarak değerlendirilmiştir. Eritme-tost peyniri örneklerinde limit dışı örneklere ait β - sitosterol (bitkisel yağ) miktarı değişimi % 5.84 (E3) – 11.13 (E4) (Çizelge 4.1) arasında tespit edilmiştir. Piyasada satılan eritme peyniri örneklerine ilişkin yapılan bir başka çalışmada, 5 eritme peyniri incelendiğinde β -sitosterol miktarlarının sıfıra yakın olduğu yani hiçbir örneğin bitkisel yağ içermediği tespit edilmiştir (Bilgiç ve Ayar 2014). Çalışmamızda beş eritme peyniri örneğinin ikisinde taşıyış tespit edildiği için bu çalışma ile bizim çalışmamızın (%40 bitkisel yağ) benzer sonuçlar vermediğini ifade etmek mümkündür. Tarım ve Orman Bakanlığı eritme-tost peynirlerine yönelik 2012 yılından itibaren denetim ve numune alma sayılarını artırmış, yapılacak taklit-taşıyışın önüne geçmeye çalışmıştır. Uygunsuz çıkan firmaların ürünlerini belirli zamanlarda kamuoyu ile paylaşmıştır. 2012-2018 yılları arasında yapılan denetimler sonucunda toplamda 253 parti peynirde bitkisel yağ (% 2'den fazla β -sitosterol miktarı) tespit edilmiş olup, bu peynirlerin %22,53' ünü (toplam 57 parti) eritme peyniri oluşturmaktadır. (Gümüş 2018).

Dil peyniri Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliğinde telemesi haşlanan peynirler grubunda yer almakta olup, olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir peynir çeşididir. Kolay ulaşılabilen ve tanınırlığı yüksek olan bir peynir olsa da, dil peyniri üzerinde yapılan akademik ve sektörel bazlı çalışmalar oldukça sınırlıdır. Dil Peyniri üretimi ve yapısı itibariyle kaşar, eritme-tost, çeçil gibi peynirlere benzemektedir. Dil peyniri

örneklerinin verileri incelendiğinde, β -sitosterol miktarlarının %2'lik sınırın altında olduğu görülmüştür. İnceleme sonucuna göre beş örneğin β -sitosterol oranları değişimi %0,85 (D1) – 1.65 (D4) arasında olmuştur (Çizelge 4.1).

Tarım ve Orman Bakanlığının tağşiş ifşa ve teşhir verilerine bakıldığında 2012 yılından itibaren yapılan duyurularda dil peynirinde bitkisel yağ açısından bir uygunsuzluk tespit edilmediği, 2022 yılında yapılan duyuruda sadece bir firmanın dil peyniri ürününde bitkisel yağ tespit edildiği görülmektedir (Anonim 2022). Yine bu çalışmamızda da bütün dil peynirlerinin β -sitosterol oranları %2'nin altında bulunmuştur (Çizelge 4.1). Dil peynirlerinde taklit ve tağşiş yapılmamış olması ülkemizde bu peynir çeşidinin tüketiminin çok yaygın olmaması, dolayısıyla tağşiş yapmanın çok da karlı bir durum olmadığından kaynaklandığı anlaşılmaktadır.

Tulum peyniri örneklerinin analiz verileri incelendiğinde çalışmadaki 5 adet örneğin 2 tanesinde (%40) β -sitosterol miktarının %2'lik sınırın üstünde olduğu görülmüştür. Tulum peyniri örneklerinde limit dışı örneklere ait β - sitosterol (bitkisel yağ) miktarı değişimi % 3.53 (T3) -7.79 (T1) (Çizelge 4.1) arasında tespit edilmiştir.

2012-2022 yılları arasında Tarım ve Orman Bakanlığının ilgili birimlerince yapılan denetimler sonucunda toplamda bitkisel yağ içeren 272 parti peynirin 15 partisnin tulum peyniri olduğu tespit edilmiştir. Bu sayı peynir türleri içerisinde %58,45 oranında tulum peyniri tağşişi var anlamına gelmektedir (Anonim 2022). Yaptığımız çalışmada 5 tulum peynirinin 2 sinde tağşiş yapıldığı tespit edilmiş olup bu da tağşişin %40 oranında olduğunu göstermektedir. Coşkun ve Kekik (2023), yaptıkları bir çalışmada 10 tulum peyniri örneğinin %40'ında bitkisel yağ tespit etmiştir. Bu çalışma, çalışmamız ile aynı oranda sonuçlar içermektedir. Karagözlü ve Öner Yılmaz (2020), yaptıkları araştırmada 14 tulum peynirini incelemiş ve 4 tulum peynirinde bitkisel yağ (β - sitosterol) tespit etmişler ve tağşiş oranı %28,57 olmuştur. Bu çalışma sonuçları itibarıyla, çalışmamızdan (%40 tağşiş) düşük olduğu görülmektedir. Tulum peyniri ülkemizde en çok üretilen ve tüketilen peynir türlerinin başında geldiği, ekonomik yönden getirisi yüksek olduğu için tağşiş yapılması da yüksek ihtimal görülmektedir. Çalışmamızla birlikte diğer çalışmalara bakıldığında bu durumu desteklediği anlaşılmaktadır.

5.1.3 Süt Ürünleri Örneklerinin Yağ Asitleri Kompozisyonu ve Parametreleri Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Süt yağı 400 farklı yağ asidinden oluşan karmaşık bir yapıya sahiptir (Ledoux vd. 2005, Moate vd. 2007). Bu nedenle süt yağının, doğadaki en karmaşık karışıma sahip yağ olduğu kabul edilmektedir. Ancak bu yağ asitlerinin büyük bir kısmı eser miktarlarda bulunmaktadır. Süt yağının esas bileşimini ise başta doymamış yağ asitleri (bütirik asit (C4), kaproik asit (C6), kaprilik asit (C8), kaprik asit (C10), laurik asit (C12), miristik asit (C14), margarik (C17:0) ve stearik (C18:0) ve doymamış yağ asitleri (miristoleik asit (C14:1), palmitoleik asit (C16:1), oleik asit (C18:1), linoleik asit (C18:2)) oluşturmaktadır. Bu yağ asitleri toplam yağ asitlerinin %99'unu oluşturmaktadır (MacGibbon ve Taylor 2006; Metin 2012; Sharma vd. 2020).

Bu araştırmada apolar özellikteki HP5 kapiler kolon kullanımı ile GC-FID yöntemi ile süt ürünlerinde (tereyağı ve çeşitli peynir örneklerinde) toplam 19 adet cis yağ asidi izomeri teşhis edilmiştir (Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2). Yapılan analizler sonucunda HP-5 kapiler kolon kullanımı ile süt ürünlerinde var olduğu kesin olarak bilinen trans yağ asitleri tespit edilememiştir. Ayrıca Çizelge 4.2 ve Şekil 4.2 görüleceği üzere tüm süt ürünleri örneklerinde Linoleik (LO, C 18:2) ve linolenik asitlerin (LN, C18:3) tam olarak seperasyonu (ayrımı) gerçekleşmemiş olup her iki yağ asidi tek bir pik olarak ortaya çıkmış ve tek bir değer şeklinde ifade edilmiştir. Bu husus literatür bilgileri ile de uyumlu ve benzerdir (Hajslova ve Cajka, 2019; O'Kafee ve Pike 2020; Chen vd. (2011); Rohmen vd. (2012); Kumar vd. (2014); Zhao vd. (2017); Üçüncüoğlu (2009); Dıraman ve Hışıl (2003); Pastor vd. (2020)).

Araştırmada incelen tüm süt ürünlerinde majör yağ asidi olarak doymuş yağ (SFA) asitlerinden palmitik asit (PAM, C16:0) bulunmuş olup, genel olarak tüm süt ürünleri örnekleri için değişim %23,49 (T1) – 42,82 (K2) arasında olmuştur (Çizelge 4.2). Sözkonusu Çizelge incelendiğinde bunu tekli doymamış yağ asidi (MUFA) olan oleik asit (OLA, C18:1) izlemiştir. OLA değerinin değişimi % 23,55 (K3) – 33,66 (T4) olmuştur. Sırasıyla stearik asit [SA, C18:0] (% 10.76 [TY4] – 26.89 [K5]), miristik asit (MYR, C14:0) % 7.52 [T5]– 20.45 [T1] (% 0.4-0.9 arasındaki düşük düzeylerdeki 9

adet örnek dışındakiler), laurik asit (LAU, C12:0) % 1.38 (TY1) – 11.55 (E5) (% 0.3 - 1 arasındaki düşük düzeylerdeki 9 adet örnek dışındakiler), minör yağ asitlerinden - esansiyel yağ asidi olarak da bilinen - linoleik ve linolenik asit toplamı (LO+LNO, C18:2+ C18:3) %1.27 (TY5) – 4.92 (E3) arasında bir değişim göstermiştir. Beslenme fizyolojisi açısından önem taşıyan CLA (Konjuge Linoleik asit) ve EPA (Eicosepentaenoik asit) değerleri değişimi sırasıyla % 0.46 (K3) - 1.27 (D3) ve % 0.12 (K2) – 1.14 (TY5) olmuştur (Çizelge 4.2). Tereyağı ve eritme peyniri örneklerinin tamamı bütirik asitten lignoserik aside kadar tüm yağ asitlerini (SFA, MUFA ve PUFA) içerir iken, bazı süt ürünleri örneklerinde (kaşar, dil ve tulum peyniri) karakteristik olan bütirik, kaprik ve kaprilik asitler bulunamamıştır. En yüksek bütirik asit değeri % 5.76 ile eritme peyniri (E3) örneğinde belirlenmiş olup, Tereyağı örneklerinde ise bu değer oldukça düşük (% 0.05 – 0.20) olmuştur (Çizelge 4.2). Çalışmamızda, Tereyağları için Konjuge Linoleik asit en yüksek (TY4) (%0,94) ve en düşük (TY2) (%0,71) olarak tespit edilmiştir (Çizelge 4.2). Saf süt yağını temsil etmeleri bakımından tereyağı ile peynir örneklerinin yağ asitlerinin karşılaştırılmasında yağ asidi cis izomerleri düzeyleri arasında dikkate değer farklılıklar olduğu gözlenmiştir.

Çizelge 4.3'te verilen temel yağ asidi bileşenlerine göre süt ürünlerinin zengin kısa (SSFA), orta (MSFA) ve uzun (zincirli doymuş (toplam SFA) yağ asidi profiline sahip olduğu açıkça görülmektedir. Araştırma sonuçlarında da tespit edildiği gibi, süt yağında zengin bir düzeyde bulunan majör yağ asitleri, palmitik, oleik, stearik, miristik, laurik asitler ile birlikte tespit edilen konjuge linoleik (CLA) asitlerin antitumör ve antikarsinogenik sahip olduğu çeşitli araştırmalar ile ortaya konmuştur. Ayrıca süt yağının CLA bakımından en zengin gıdalardan biri olması bu ürünlerinin önemini artırmaktadır (Mac Gibbon ve Taylor, 2006; Bauman ve Lock 2006; Dıraman. 2004 ve 2006).

Süt ürünleri örneklerinin yağ asitleri değerlerine göre hesaplanan bazı parametrelerindeki (özellikle LO/MYR, PAM/MYR, LAU/MYR, SA/LAU, PAM/LAU ve OLA/MYR oranları) en azdan en çoğa doğru değişim genişliği (Çizelge 4.4) dikkate alındığına muhtemel taşıma ve hilelerin doğru bir şekilde tahmin edilmesinde faydalı olabileceği sonucuna varılmıştır. Benzer sonuçlar Rebecchi vd. (2016) ve Nurseitova vd

(2021) tarafından da ifade edilmektedir. Ayrıca Çizelge 4.3'te verilen temel yağ asidi bileşenleri süt ürünlerinin zengin yağ asidi profilini verdiği gibi hesaplanan İyod Sayısı değerleri de tağışış ve hilenin sağlam bir göstergesi olabilir (Yalçın vd. 1993; Tahmas Kahyaoğlu, 2009; Sharma vd. 2020). Sözkonusu iyod sayısı değeler dikkate alındığında araştırma örneklerimizde genel olarak literatürde süt yağları için verilen 28 – 38 arası değerleri arasında olduğu (Çizelge 4.3) görülmektedir. Tağışışlı (yani %2'den fazla β -sitosterol içeren) örneklerin de bu kategori aarsında yer alamsı apolar HP5 kolonunun trans yağa asitlerinin yanı sıra LO ve LNO yağa asitlerini de ayıramaması (yetersiz seperasyon) bu değarlere etki etmiş olabilir. Yağ asitleri parameterlerindeki bazı değarlere yüksek veya düşük çıkması halinde sterol (kolesterol ve β -sitosterol) analizleri ile süt ürünlerindeki muhtemel tağışış ve hilelerin adına doğru tesbit ve teşhisinin gerçekleşmesi mümkün olacaktır (Sharma vd. 2021). Araştırma örneklerindeki İyot sayılarındaki bu sınırlı değışimin örneklerdeki muhtemel tağışış düzeyinin de oldukça sınırlı bir seviyede (%10-15 civarı) olabileceğini göstermektedir. Araştırmada analiz edilen süt ürünlerindeki yağ asitleri profilinin dağılımı ve miktarları bu konuda yapılan çeşitli çalışma sonuçları ile Metin (1979) tereyağı bulguları, Sezgin ve Metin (1976) tereyağı bulguları, Dıraman ve Hışıl (2003) HP-5 bulguları, Şengül vd. (2003) Vakfikebir tereyağları, Dıraman (2004) İzmir ili tereyağı ve peynirler, Dıraman (2006) margarin ilaveli tereyağı örnekleri bulgular, Dereiwake vd. (2011) Polonyadaki tereyağları bulguları, Dıraman (2015) geleneksel peynirlere ait yağ asidi profilleri, Seitova vd. (2021) Kazakistandaki tereyağı ve krema örneklerine ait yağ asidi bulguları, Rebechi vd. (2016) Arjantin tereyağı örnekleri ile genel olarak benzer ve uyumlu bulunmuştur.

Araştırmada analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait sonuçlar ve karşılaştırılan literatür bulgularına ait yağ asidi bileşenleri arasında dikkate değer farklılıklar olduğu görülmektedir. Bunun nedenleri olarak hammadde sütünün farklı olabilmesi, hayvanın türü, (inek, koyun, keçi vd), yemler ve hayvanların yemleme şekli (mera/kapalı besleme), mevsimler, yöre, üretim esnasındaki işlemler (pastörizasyon uygulaması), sütün mikrobiyolojik kalitesi,- tereyağlarındaki - depolama şartları, bazı peynir çeşitlerinin (eritme, kaşar ve tulum) üretim tekniklerindeki işlem uygulamalarındaki farklılıklar, peynirlerin mikrobiyal florası, starter kültür ilavesi, peynirlerin olgunluk

durumu/süresi ve muhtemel hile/tağşişler sayılabilir (Dıraman,2004; Dıraman 2006; Mac Gibbon ve Taylor, 2006;Metin 2012; Rebecchi vd. 2016;Nurseitova vd. 2021).

5.1.4 Süt Ürünleri Örnekleri İçin Yağ Asidi Profiline Göre Kemometrik Değerlendirme

Temel yağ asitleri değerleri ile sterolik (kolesterol ve b-sitosterol) bileşenler ve ilgili yağ asidi profiline bağlı hesaplanan bazı temel parametrelere ilişkin değerler arasında oluşan korelasyonlara göre (Çizelge 5.1 ve 5.2); süt ürünleri örneklerinin kemometrik olarak kolay bir şekilde sınıflandırılıp karakterize edilmesi için temel bileşen analizi (PCA) sonuçlarına dayalı ortaya çıkan biplot grafiği Şekil 5.1 'de verilmiştir.

Süt ürünleri örneklerinin temel yağ asidi ve sterolik profili ve buna bağlı ilgili temel parametre bulguları incelendiğinde, PCA analizi ile birinci temel bileşen (PC1) toplam varyansın % 42.80'ini, ikinci temel bileşen (PC2) ise toplam varyansın %23,7'sini açıklamıştır. Gerçekleştirilen temel bileşen analizi (PCA) her iki temel bileşen için toplam varyansın %66.50'sini açıklamıştır (Şekil 5.1).

Temel yağ asidi ve sterolik bileşen profiline ve ilgili parametrelerine göre yapılan biplot (Şekil 5.1) grafiği incelendiğinde, süt ürünleri örneklerinin karakterizasyonunda grafiğin I. bölgesinde (üst sağ) yer alan D1 (A), D5 (E) ve E3 (H) peynir örnekleri kolesterol (CLS) ile tanımlanır iken, D4 (D), E2 (G) peynir örneklerinin karakterizasyonu PUFA ile olmuştur. Grafiğin II. bölgesinde (yer alan üst sol) E5 (J), E4 (I), K4 (N) peynir örneklerinin karakterizasyonunda SSFA ve LSFA rol oynamış olup, K3 (N), K4 (W) peynir örnekleri ve TY2 (V) tereyağı örneği ise Total TSFA ile ayırım göstermiştir. TY3 (Y) tereyağı örneği ile K1 (K) peynir örneği grafiğin III. bölgesinde (sol alt) yer almakta olup B-STs (beta-sitosterol) bu örnekleri karakterize etmiştir. Grafiğin IV.(alt sağ) bölgesinde yer alan TY1 tereyağı örneği ile D2 (B), D3 (C), K5 (O), T4 (Q), T3 (S), T5 (T), T2 (R) peynir örneklerinin karakterizasyonunda TUFA, IS ve MUFA parametreleri rol oynamıştır (Şekil 5.1).

Süt ürünleri örneklerine ait ana yağ asitleri ve sterolik profiline göre değişkenler arasında hesaplanan Pearson Korelasyon Katsayıları Çizelge 5.1’de verilmiştir. Biplot grafiği de bu katsayılar temelinde oluşturulmuştur. Çizelge 5.1’de görüleceği üzere kırmızı renk pozitif korelasyon ve mavi renk negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir.

İlgili Çizelge 5.1’den görüleceği gibi, pozitif ve negatif olarak en yüksek değer olarak kabul edilen 0,5 -1,00 arasındaki katsayılar renkli (mavi – kırmızı) olarak gösterilmiştir. Bunlar arasında dikkat çeken en önemli pozitif parametreler; TotL SFA/MSFA, TUFA-MUFA, IS – MUFA, IS - TUFA arasında tespit edilmiştir. Negatif (mavi) korelasyonlar da MSFA – SSFA, IS – MSFA, TUFA – Total SFA ve IS – Total SFA arasında belirlenmiştir. (Çizelge 5.1).

Çalışmada analiz edilen süt ürünleri örneklerine ait yağ asitleri bileşenlerine göre hesaplanan çeşitli parametre bulgularının temelinde gerçekleştirilen karakterizasyon uygulaması ilgili korelasyonlara göre korelasyonlara göre (Çizelge 5.2); süt ürünleri örneklerinin kemometrik olarak kolay bir şekilde sınıflandırılıp karakterize edilmesi için temel bileşen analizi (PCA) sonuçlarına dayalı ortaya çıkan biplot grafiği Şekil 5.2’de verilmiştir.

Süt ürünleri örneklerinin yağ asidi bileşenlerine göre hesaplanan bazı parametre bulguları ele alındığında, PCA analizi ile birinci temel bileşen (PC1) toplam varyansın % 47.50’ini, ikinci temel bileşen (PC2) ise toplam varyansın %22,10’nunu açıklamıştır. Gerçekleştirilen temel bileşen analizi (PCA) her iki temel bileşen için toplam varyansın % 69.60’ını açıklamıştır (Şekil 5.2).

Süt ürünleri örneklerinin yağ asidi bileşenlerine göre hesaplanan bazı parametre bulgularına göre yapılan biplot (Şekil 5.2) grafiği incelendiğinde, süt ürünleri örneklerinin karakterizasyonunda grafiğin I. bölgesinde (üst sağ) yer alan E3 (H), D4 (D) peynir örneklerinde OLA/MYR, LO/MYR ve PAM/LAU oranları ayırma yardımcısı olur iken, E2 (G), D1 (A) ve D5 (E) peynir örneklerini karakterizasyonunda LAU/CAP ve LAU/MYR oranları etkili olmuştur.

Grafiğin II. bölgesinde (yer alan üst sol) T3 (S), T2 (R) peynirlerinin tanımlanmasında SA/LAU oranı rol oynamış iken, D2 (B), D3 (C), E1 (F), K1 (K) peynirleri ile TY1 (U) tereyağı örneği PAM/LAU ile ayırım göstermiştir. MYR/LO ve MYR/OLA oranları grafiğin III. bölgesinde (sol alt) yer almakta olup, TY5 (X), TY3 (Y), ve TY2 (V) tereyağı örnekleri ile K2 (L) peynir örneğinin karakterizasyonunda rol oynamıştır (Şekil 5.2).

Yağ asitleri profiline göre hesaplanan parametreler (değişkenler) arasında tesbit edilen Pearson Korelasyon Katsayıları Çizelge 5.1’de verilmiştir.

Çizelge 5.1 Süt ürünleri örneklerine ait temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait Pearson Korelasyon Katsayıları

	SSFA	MSFA	LSFA	Total SFA	MUFA	PUFA	TUFA	İS	CLS	B-STS
SSFA	10.000									
MSFA	-0.5904	10.000								
LSFA	0.1981	-0.2223	10.000							
Total SFA	0.2895	0.6002	-0.0107	10.000						
MUFA	-0.3515	-0.4138	-0.3213	-0.8584	10.000					
PUFA	0.2228	-0.3461	0.1661	-0.1842	0.1058	10.000				
TUFA	-0.2621	-0.4834	-0.2504	-0.8494	0.9583	0.3856	10.000			
İS	-0.1767	-0.5970	0.0634	-0.8822	0.8460	0.3708	0.8916	10.000		
CLS	0.2575	-0.3372	-0.0326	-0.1515	0.1132	0.1377	0.1446	0.1470	10.000	
B-STS	-0.2575	0.3372	0.0326	0.1515	-0.1132	-0.1377	-0.1446	-0.1470	-10.000	10.000

Temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait tüm korelasyonlar Row –wise yöntemi ile belirlenmiştir.

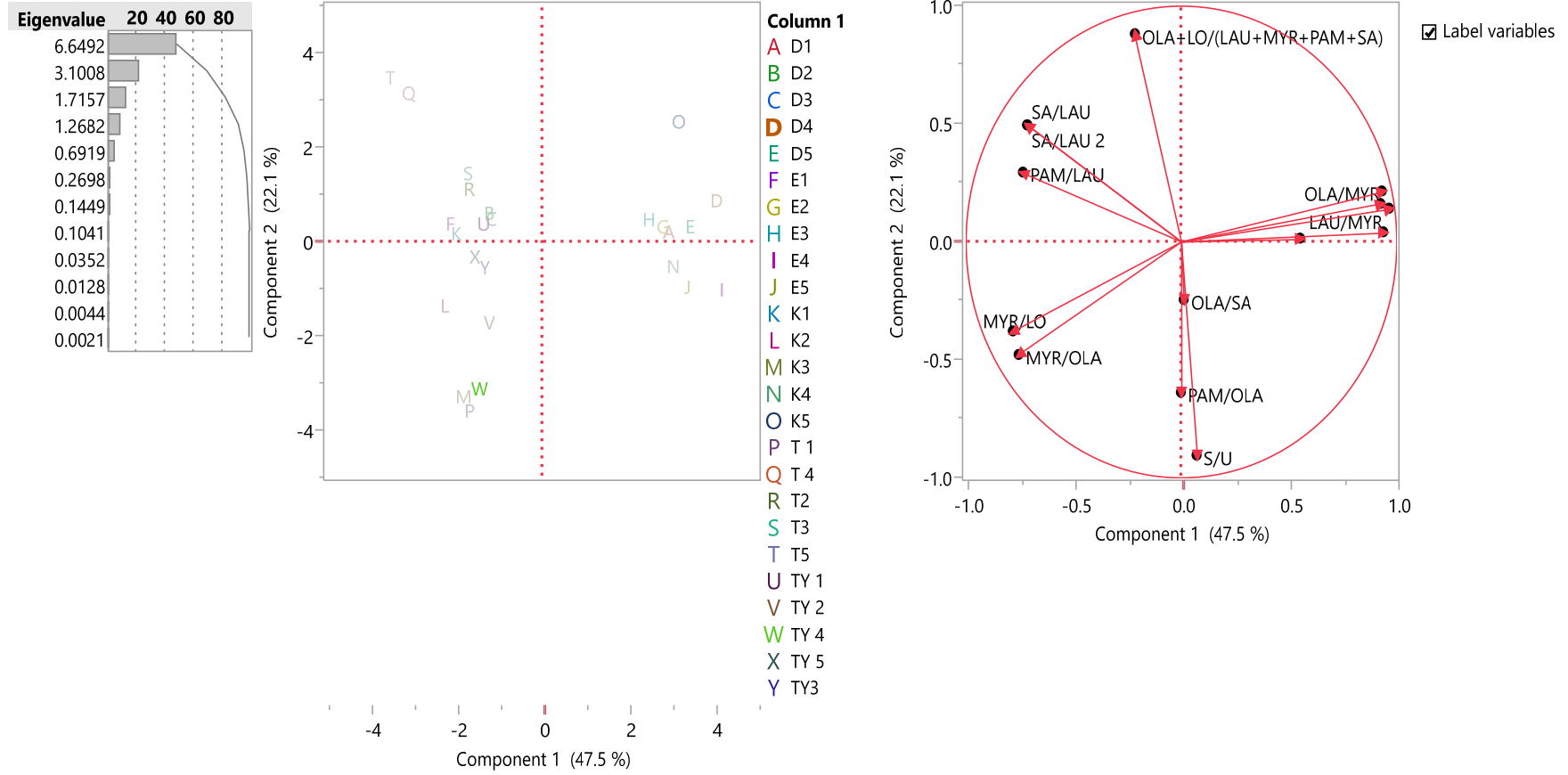
Biplot grafiği de bu katsayılar temelinde oluşturulmuştur. Çizelge 5.1’de görüleceği üzere mavi renk pozitif korelasyon ve kırmızı renk negatif korelasyon katsayılarını göstermektedir.

İlgili Çizelge 5.1’den görüleceği gibi, pozitif ve negatif olarak en yüksek değer olarak kabul edilen 0,6 -1,00 arasındaki katsayılar renkli (mavi – kırmızı) olarak gösterilmiştir. Bunlar arasında dikkat çeken en önemli pozitif (kırmızı) parametreler; LAU/MYR – LAU/CAP, PAM /LAU – PAU/CAP, PAM /LAU - LAU/MYR, PAM /MYR - SA/LAU, LO/MYR - LAU/MYR, LO/MYR - PAM/LAU, OLA/MYR - LAU/MYR,

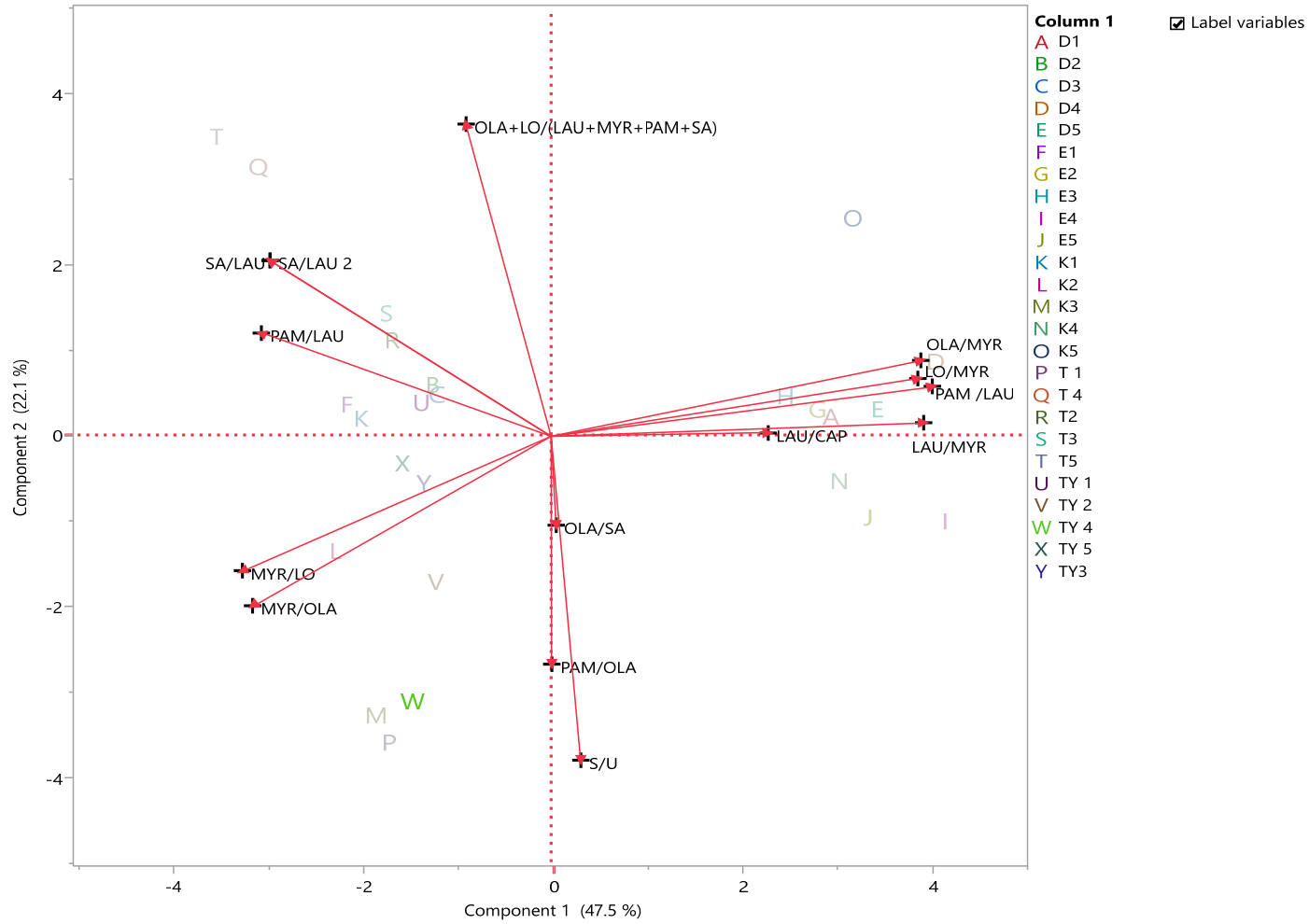
OLA/MYR - PAM/LAU, OLA/MYR - LO/MYR, PAM/OLA – S/U, MYR/LO – MYR/OLA arasında bulunmuştur. Yağ asidi parameter bulguları arasında dikkat çeken en önemli negatif parametreler ise $OLA+LO/(LAU+MYR+PAM+SA) - S/U$, $MYR/LO - OLA+LO/(LAU+MYR+PAM+SA)$, $MYR/OLA - LO/MYR$, $OLA/MYR - PAM/LAU$, $PAM/OLA - OLA+LO/(LAU+MYR+PAM+SA)$ olmuştur (Çizelge 5.1).



Başlıca Bileşenler: Korelasyonlar Üzerine Özet Grafikler



Şekil 5.1 Süt ürünleri örneklerine ait temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait biplot analiz grafiği



Şekil 5.2 Süt ürünleri örneklerine ait yağ asitleri bileşenlerine göre hesaplanan parametreler temelinde yapılan biplot analiz grafiği

Çizelge 5.2 Süt ürünleri örneklerinin yağ asitleri bileşenlerine göre hesaplanan parametrelerine ait Pearson korelasyon katsayıları

	S/U	LAU/CAP	OLA/SA	LAU/MYR	PAM /MYR	SA/LAU	PAM/LA U	LO/MYR	SA/LA U 2	OLA/M YR	OLA+LO / (LAU+M A YR+PA M+SA)	MYR/OL A	PAM/O LA	MYR/LO
S/U	1.0000													
LAU/CAP	0.0219	1.0000												
OLA/SA	-0.0102	0.1518	1.0000											
LAU/MYR	0.0626	0.5553	0.1813	1.0000										
PAM /MYR	0.0057	0.5076	-0.0342	0.9549	1.0000									
SA/LAU	-0.3599	-0.2850	-0.1235	-0.5635	-0.5428	1.0000								
PAM/LAU	-0.1932	-0.2954	0.0121	-0.5839	-0.5772	0.9466	1.0000							
LO/MYR	-0.0153	0.4544	-0.1440	0.8433	0.9337	-0.5153	-0.5605	1.0000						
SA/LAU 2	-0.3599	-0.2850	-0.1235	-0.5635	-0.5428	1.0000	0.9466	-0.5153	1.0000					
OLA/MYR	-0.0481	0.4436	-0.1712	0.8918	0.9817	-0.5092	-0.5609	0.9270	-0.5092	1.0000				
OLA+LO/(L AU+MYR+P AM+SA)	-0.9504	-0.1162	-0.0940	-0.2052	-0.1413	0.4004	0.2146	-0.1520	0.4004	-0.0642	1.0000			
MYR/OLA	0.4307	-0.3856	-0.1304	-0.7602	-0.8091	0.2434	0.2801	-0.7861	0.2434	-0.7896	-0.2486	1.0000		
PAM/OLA	0.6049	0.0770	0.4234	0.0665	-0.0137	-0.0649	0.2135	-0.0624	-0.0649	-0.1056	-0.7063	0.0164	1.0000	
MYR/LO	0.1698	-0.4107	0.1817	-0.7998	-0.8463	0.1975	0.2646	-0.8439	0.1975	-0.8252	0.0161	0.7857	0.0696	1.0000

Temel yağ asitleri, sterolik bileşenler ve bunlar ile ilgili parametrelerine ait tüm korelasyonlar Row –wise yöntemi ile belirlenmiştir.

5.2 Sonuç

Bu çalışmada, Afyonkarahisar'da yerel marketlerde satılan bazı süt ürünlerinin (tereyağı, kaşar peyniri, eritme-tost peyniri, dil peyniri tulum peyniri) kurumadde, yağ, β -sitosterol ve yağ asitleri kompozisyonu yönünden incelenmiştir. Örneklere bitkisel yağ ile tağış yapılıp yapılmadığının belirlenmesi için β -sitosterol oranlarına bakılmıştır. β -sitosterol oranlarına dayalı olarak genelde tüm süt ürünleri temelinde % 36 oranında (tereyağları %40, kaşar peynirlerinde %60, eritme peynirlerinde %40, tulum peynirleri %40 oranında) hile-tağış tespit edilmiş, dil peynirlerinde ise bitkisel yağa rastlanılmamıştır. Çalışılan tereyağı ve peynir örnekleri satış yerlerinden aynı zamanda toplanmış olsalar bile üretildiği bölgenin coğrafi şartları, hayvan ırkı, besleme koşulları, üretim teknikleri, üretildiği mevsimsel değişiklikler, süt kalitesi ve tağış durumu gibi özellikler yağ asitleri içeriğini etkileyebilmektedir.

Bu çalışma apolar bir kapiler kolon (J & W HP 5) kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Sözkonusu kapile kolon ilgili bölümlerde de ifade edildiği üzere GC'de bazı bileşenlerin (özellikle sterol, aromatik profil ve bazı pestisitlerin tespitinde) genel amaçlı olarak yararlanılmaktadır. Bu çalışmada da bitkisel yağ belirlemede başarılı bir şekilde kullanıldığı gibi süt ürünlerinin cis yağ asidi profilinin güvenilir bir şekilde tespitinde kullanılabileceği görülmüştür. Ancak J&W HP 5 kolon süt ürünlerinde önem arz eden *trans* yağ asitlerinin belirlenmesinde yardımcı olamamıştır. Bu husus bu çalışmada bir ek bulgu olarak araştırmacıların ve kontrol hizmetinde çalışan teknik personelin dikkatine sunulmuş olup, bitkisel ve hayvansal yağlarda muhtemel tağış tespiti amaçlı olarak apolar kolonların kullanımında *trans* yağ asitlerini belirlenememesinden dolayı olan mevcut eksikliği dikkate almaları gerekmektedir.

Toplam örnekler içerisindeki tağışlı örneklerin kritik düzeyde olduğu görülmüştür. Apolar kolon (HP5) ile süt ürünlerine yapılan muhtemel bitkisel yağ (palm) ilavelerinin, sterol aranması (β -sitosterol) tespiti ile kolaylıkla tespit edilebildiği görülmüştür. Apolar kolon ile süt ürünlerinin cis yağ asidi profilinin doğrulukla tespit edilebileceği ortaya konulmuş olup, süt ürünlerinin insan beslenmesi açısından (CLA; EPA) zengin bir yağ asidi içeriğine sahip olduğu belirlenmiştir. Ancak bu tip kolonların lipidlerde *trans* yağ

asitlerini belirleyememesi zayıf bir performans olarak görülmüştür. Apolar bir kolonda yapılan GC analizine dayalı cis yağ asitleri profilleri ile süt ürünlerinin başarılı bir şekilde kemometrik yöntemler (PCA) ile karakterizasyon ve sınıflandırılmasının da gerçekleştirilmesi mümkün olmuştur.

Süt ürünlerinde yağ asitleri değerlerine göre hesaplanan bazı parametrelerin (özellikle linoleik/miristik [LO/MYR], palmitik /miristik [PAM/MYR], laurik/miristik [LAU/MYR], stearik/laurik [SA/LAU], palmitik/laurik [PAM/LAU) ve oleik/miristik [OLA/MYR] oranları ve iyot sayısı [İV]) - sterolik fraksiyonların analizleri mahfuz kalmak kaydıyla - muhtemel tağşiş ve hilelerin doğru bir şekilde tahmin edilmesinde dikkate alınabileceği düşünülmektedir.

Süt ürünlerine yapılan muhtemel bitkisel yağ ilavelerinin, gıda güvenliği ve tüketiciler açısından güncel bir problem olduğu gerçeği dikkate alındığında, tağşişlerin tespitinde gravimetrik ve titrimetrik analitik normların yetersiz olduğu, kromatografik yöntemler ile mevcut durumun ortaya çıkarılabildiği görülmüştür.

Süt ürünlerindeki artan tağşiş ve hile vakalarının artışı dikkate alındığında; öncelikle tereyağı ve krema esaslı olarak süt ürünlerinin ana bileşeni olan lipidleri içeren ticari ürünler için yağ asitleri profilinin literatür bulguları ve uluslararası normlar da dikkate alınarak resmi kodeks ve standartlara alınmasının gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Bulunan sonuçlar ülkemizde tereyağı ve peynir üretiminde çoğu işletmenin tağşiş yaptığını ve tüketicilerin de mağdur edildiğini göstermektedir. Süt ürünlerin analitik özellikleri (KM'de yağ gibi) uygun olduğu halde bitkisel yağ ilave edilmiş örneklerin olması hile – tağşişlerin ancak GC yöntemi ile tespit edileceğini bir kez daha göstermiştir. Bazı bitkisel yağ tespit edilen peynir ve tereyağlarının görece daha küçük çaplı işletmelerde üretildiği ve yine küçük çaplı satış yerlerinde satılan bölgesel ürünler olduğu dikkati çekmektedir. Süt ürünlerindeki hile-tağşiş konusu güncelliğini korumakta olup, mevcut durumun daha ileri ve hızlı/ güvenilir yöntemleri de kapsayacak bir şekilde izlenmesinin gerekli olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu alışma sonuçlarının ışığında, süt ürünlerinin bölgesel, mevsimsel ve çeşit bazında kromatografik (GC, HPLC, UHPLC ve bunların MS uygulamaları) - ve moleküler spektroskopik NIR; FTIR, Floresans Spektroskopisi olmak üzere- yöntemler ile yağ asitleri cis-trans yağı izomerleri bakımından analiz edilmesinin ülkemiz süt ürünlerinin kalitesinin geliştirilmesi ve buna bağlı olarak muhtemel tağşışların belirlenmesinde büyük fayda sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca bu çalışma sonuçları da göstermiştir ki, tereyağları ile birlikte diğer peynir çeşitlerinin de beslenme fizyolojisi açısından son derece önemli ve zengin bir yağ asidi bileşenine sahip olduğu görülmüştür.



6. KAYNAKLAR

- Adam R, 1954, Trabzon Yağı, TR: Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yıllığı, Fasikül, Ankara.
- Ahmad K, Abdulah A, Khan Ayob M, 2001, Potential of Palm Blend in the Formulation of Mozzarella Analogue, Malaysia.
- Akalın A S, Kınık Ö, Gönç S, 1998, İzmir Piyasasında Satılan bazı Peynir Çeşitlerinde Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar, Gıda, 23(5).
- Akyüz N, 1981, Erzincan (Şavak) Tulum peynirlerinin yapılışı ve bileşimi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi 12: 85-90.
- Altun İ, Andıç S, Tunçtürk Y, Çeçen A, Fındık O, 2011, Some chemical characteristics of butters obtained from Van market, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 17(4), 645-648.
- Anmat H, *Código Alimentario Argentino, (Chap. 8) Alimentos Lácteos*. Retrieved 28 October, 2018, from <http://www.anmat.gov.ar/codigoa/caa1.htm>
- Anonim, 1987, IUPAC International Union Pure and Applied Chemistry Standard Methods for The Analysis of Oils, Fats and Derivates, Edited by C, Paquat and A Hautfenne 7th edn, Blackwell Scientific Publications Limited girket, Oxford, London, Edinburg.
- Anonim, 2005, TGK Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliği, Resmi Gazete, Sayı: 2005/19.
- Anonim, 2009. '21–28 Mayıs Dünya Süt Günü' Kutlamaları Karamanlı Devrim İlköğretim Okulunda Yapıldı (<http://www.burdur-tarim.gov.tr/sayfa.php?id=261>) (Erişim tarihi:10.07.2023).
- Anonim, 2011, TS 2176, Eritme Peynir, TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
- Anonim, 2012, Bakanlık Taklit ve Tağşiş Yapan 25 Firmayı Teşhir Etti <https://www.memurlar.net/haber/314605/bakanlik-taklit-vetagsis-yapan-25-firmayi-teshir-etti.html>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2013, Bu Ürünlerde Taklit Tağşiş Var. <http://www.hurriyet.com.tr/bu-urunlerde-taklit-ve-tagsis-var-22978858>, Erişim tarihi:01.06.2024.

- Anonim, 2014a, Taklit ve Tağış Yapan 25 Firma Açıklandı, <https://www.tarimtv.gov.tr/tr/video-detay/taklit-ve-tai-yapan-25-fi-4070>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2014b, Taklit ve Tağış Yapan Firmalar Açıklandı, <http://www.hurriyet.com.tr/ekonomi/taklit-ve-tagsis-yapan-firmalaraciklandi-25737053>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2014c, Bakanlık Açıkladı, İşte Taklit Tağış yapan Firmalar <https://www.star.com.tr/guncel/bakanlik-acikladi-istetaklit-ve-tagsis-yapan-firmalar-haber-905435>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2015a, TKG Peynir Tebliği, Resmi Gazete, Sayı: 2015/6.
- Anonim, 2015b, TS 1331, Tereyağı, TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
- Anonim, 2015c, Bu Ürünlerden Uzak Durun, <https://www.haberturk.com/ekonomi/alisveris/haber/1027972-bu-urunlerden-uzak-durun>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2016a, TS 3272, Kaşar Peynir, TSE (Türk Standartları Enstitüsü), Ankara.
- Anonim, 2016b, Bakanlık 96 Firmaya Ait 150 Ürünü Açıkladı, <https://t24.com.tr/haber/bakanlik-96-firmaya-ait-150-hileliurunu-acikladi-iste-tam-liste,377837>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2018, Taklit ve Tağış Yapan 173 Firma Açıklandı, <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/taklit-ve-tagsis-yapan-173-firma-aciklandi/1097240>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2020, Faaliyet Raporları, <https://www.tarimorman.gov.tr>, Erişim Tarihi:01.06.2024.
- Anonim, 2022, Taklit ve hileli ürünlerin listesi: Tarım ve Orman Bakanlığı 559 hileli ürünü açıkladı, <https://www.ntv.com.tr/galeri/ntvpara/taklit-ve-hileli-urunlerin-listesi-tarim-ve-orman-bakanligi-559-hileli-urunu-acikladi>, Erişim tarihi:01.06.2024.
- Ateş J, Velioğlu S, 2005, Kolesterolle Karşı Yeni Silahımız: Bitki Steroller, Gıda Mühendisliği Dergisi, 9 (20): 55-58.

- Azak E, 2019, Çeşitli Gıdalarda Kullanılan Palm Yağı ve 3-Mcpd Esterleri Seviyelerinin Gc-MS İle Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Hatay Mustafa Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 57s, Hatay.
- Bachmann H P, 2001, Cheese analogues: A review, International Dairy Journal 11(4):505-515.
- Balkır P, 2006, Taze Kaşar Peynirlerine Yapılan Hilelerin Belirlenmesi ve Taklit Taze Kaşar Peynirlerinin Ayırt Edilme Yöntemleri, Doktora Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD. 127. Sayfa. Bornova-İzmir.
- Bauman DE, Lock AL 2006, Conjugated Linoleic Acid: Biosynthesis and Nutritional Significance (Chapter 3.93 - 136). Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids (Third Editio, Fox PF, MSweeney PLH Eds) Springer ScienceşBusiness Media, Inc. 816 pages. ISBN-13: 978-0387-26364-9816.
- Besler H, Ünal S, 2006, Ankara’da satılan sokak sütlerinin bazı vitaminler açısından değerlendirilmesi ve ev koşullarında uygulanan kaynatmanın süreye bağlı olarak vitaminlere olan etkisi, IV Uluslararası Beslenme ve Diyetetik Kongresi Bildiri Kitabı, S: 216, Ankara.
- Bilgiç N, 2014, Türkiye’de Tüketime Sunulan Bazı Süt Ürünlerinin Sterol Miktarlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendsliği ABD, 54s, Sakarya.
- Bilgiç N, Ayar A, 2014, Türkiye’de Tüketime Sunulan Bazı Süt Ürünlerinin Sterol Miktarlarının Belirlenmesi, Gıda Teknolojileri Elektronik Der. 9 (3) 18-28.
- Caric M, Gantar M, Kalab M, 1985, Effects of Emulsifying Agents on the Microstructure and Other Characteristics of Process Cheese, Food Microstructure, Vol. 4, pp. 297-312.
- Caswell H, Denny A, Lunn J, 2008, Plant sterol and stanol esters, Nutrition Bulletin, 3, 368-373.
- Chen L, Liu H, 2012, Effect of emulsifying salts on the physicochemical properties of processed cheese made from Mozzarella, Journal of Dairy Science Volume 95, Issue 9, September 2012, Pages 4823-4830.

- Contarini G, Povolo M, 2002, Volatile Fraction of Milk: Comparison between Purge and Trap and Solid Phase Microextraction Techniques, Journal Of Agricultural And Food Chemistry, 2002 Volume 50, Issue 25 Pages 7187-7498.
- Coşkun H, Kekik G, 2023, Satışa Sunulan Bazı Peynirlerde Taklit ve Tağşiş Durumu, Akademik Gıda, Ekim 2023,21(3):301-311. doi:10.24323/akademik-gıda.1382962.
- Çakmakçı S, 2008, Peynirde olgunlaşma, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 21-23 Mayıs 2008, 761-762s, Erzurum.
- Çakmakçı S, Çelik K, Ertem H, Çalışkan H, 2020, Tereyağı Olarak Satılan Yağlarda Bazı Hileler ve Kalite Özelliklerinin Tespiti: Erzurum Örneği, Gıda, 45(4), 800-813. <https://doi.org/10.15237/gıda.GD20053>.
- Çakmakçı S, Tahmas Kahyaoğlu D, 2011, Yağ Asitlerinin Sağlık ve Beslenme Üzerine Etkilerine Genel Bir Bakış, Akademik Gıda 10(1) (2012) 103-113.
- Çetinkaya A, 2012, Kaşar Peynirinde Farklı Tuzlama ve Muhafaza Yöntemlerinin Peynirin Kalitesi Üzerine Etkisi, Atatürk Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 230s, Erzurum.
- Çürük M, 2006, Kaşar Benzeri Peynirlerin Bazı Özellikleri Üzerine Eritme Tuzu Kullanımının Ve Olgunlaşma Süresinin Etkileri, Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 110s, Adana.
- Derewiaka D, Sosinska E, Obiedzin' Ski M, Krogulec A, Czaplicki S, 2011, Determination of the Adulteration of Butter, Eur. J. Lipid Sci. Technol.,113: 1005–1011.
- Dervişoğlu M, Gül O, Güvenç D, Yazıcı F, Atmaca E, Aksoy A, 2013, Evaluation of Chemical and Microbiological Characteristics and Fatty Acid Profiles of Butter Samples Collected from the Black Sea Region of Turkey, Asian Journal of Chemistry 25(18):10185-10190 <http://dx.doi.org/10.14233/ajchem.2013.15222>.
- Dıraman H, 2004, İzmir İlinde Satılan Bazı Türk Süt Ürünlerindeki Yağ Asitlerinin Cis -Trans İzomerleri ve Konjuge Linoleik Asit Düzeylerinin Kapiler Gaz Kromatografik Yöntem ile Belirlenmesi Üzerine bir Çalışma, Gıda, 29(5), 381-389

- Dıraman H, 2006, Tereyağı ve Zeytinyağında Muhtemel Tağışların Kapiler Kolon Gaz Kromatografisi Yöntemi Kullanılarak Cis-Trans Yağ Asitleri Düzeyi İle Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. Akademik Gıda, 4 (23) 3-10.
- Dıraman H, 2015, The Fatty acid profiles of some traditional Turkish cheeses having protected geographical indications (PGI & PGO) 3rd International Traditional Foods from Adriatic to Caucasus. 01-04 October 2015 Sarajevo/Bosnia and Herzegovina. Abstract Book: (TF3-P630) 214 pages.
- Dıraman H, Hışıl Y, 2003, Gaz Kromatografisinde Farklı Polaritede İki Kapiler Kolon Kullanılarak Çeşitli Yağlardaki Yağ Asitlerinin Cis-Trans İzomerlerinin Analizi, Gıda Dergisi (2003) 28(5):513-521.
- Di Cagno R, De Pasquale I, De Angelis M, Buchin S, Calasso M, Fox P F, Gobbetti M, 2011, Manufacture of Italian Caciotta-type cheeses with adjuncts and attenuated adjuncts of selected non-starter lactobacilli, International Dairy Journal Volume 21, Issue 4, April 2011, Pages 254-260.
- Doruk İ, 2018, Farklı Proses Tekniklerinin Eritme Peyniri Yapımında Ürün Kalitesi Üzerine Etkilerinin Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Duman E, Keser A, 2018, Palm Yağı ve Sağlık Üzerine Etkileri, SDÜ Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 9 Sayı 3.
- Elmas A, 2019, Palm Yağında 3-Mcpd ve Glisidol Esterleri Oluşumunun Önlenmesi ya da Azaltılması İçin Uygun Proses Şartlarının Belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76s, Bursa.
- Engel M E, 1992, Process for producing synthetic cheese. UnitedStates Patent, 5.098.729 (pp. 1-8).
- Eralp M, 1969, Tereyağı ve Kaymak Teknolojisi, A.Ü.Z.F Yay No:No375 Ders Kitabı:133, 252s. Ankara.
- Ergin G, 1977, Erzurum-Kars yöresi tereyağlarında depolama sırasında oluşan serbest yağ asitlerinin miktar ve spektrumu, Tübitak VI. Bilim Kongresi, TOAG-Gıda ve Fermentasyon Teknolojisi Seleksiyonu, 17-21 Ekim 1977 Ankara.

- Ertay E, Topal B, 2009, Gıda hileleri konusunda toplum olarak yeterince bilinçli miyiz? TÜBİTAK Sci Technol J 38-4.
- Fındık O, 2011, Van'da Piyasaya Sunulan Bazı Tereyağları ile Bu Tereyağlardan Elde Edilen Sadeyağların Bazı Kimyasal Ve Mikrobiyolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van.
- Fletouris D J, Botsoglou N A, Psomas I E, Mantis A I, 1998, Rapid determination of cholesterol in milk and milk products by direct saponification and capillary gas chromatography, Journal of Dairy Science, 81: 2833-2840.
- Gökmen S, Çağlar A, Yetim H, 2013, Muş İlinde Tüketime Sunulan Bazı Süt Ürünlerinin Güvenilirliği Üzerine Bir Araştırma, Science Journal (Csj), 34 (2) 36-48.
- Gresti J, Bugaut M, Maniogui C, Bezard J, 1993, Journal Dairy Science, 1993, 76, 1850-1869.
- Guinee T P, Auty M A E, Fenelon M A, 2000, The effect of fat on the rheology, microstructure and heat induced functional characteristics of Cheddar cheese, Int. Dairy J. 10 (2000) 277-288.
- Gümüş İ, 2015, Süt Ürünü Adıyla Bitkisel Yağ, Süt Dünyası, 54:26-31.
- Gümüş İ, 2018, Süt Ürünü Diye Bitkisel Yağ Yiyoruz, Süt Dünyası, 68:34-40.
- Hajslova J, Cajka T, 2019, Gıda Analizlerinde Gaz Kromatografisi (Enstrümental Gıda Analizleri El Kitabı 7. Bölüm Sayfa: 161 – 198. Çeviri editörü. Ötleş S. 2019.) , Sidas Yayıncılık 694 sayfa, İzmir ISBN: 978-605-5267-57-5.
- Hayaloğlu A A, 2008, Türkiye'nin peynirleri – Genel bir perspektif, Türkiye 10. Gıda Kongresi; 21-23 Mayıs 2008, Erzurum.
- Hennelly P J, Dunne P G, O'Sullivan M, O'Riordan E D, 2006, Textural rheological and microstructural properties of imitation cheese containing inulin, J. Food Eng., 75(3): (2006) 388-395.
- Hinrichs J, Heinemann U, Kessler H G, 1992, Differences in the Composition of Triglycerides in Summer and Winter Milk Fat, Milchwissenschaft, 47, 494-498.

- Jensen R G, Ferries A M, Lammi-Keefe C J, 1991, Symposium: Milk-Fat Composition, Function and Potential for Change, *Journal Dairy Science*, 74, 3228-3243.
- Jensen R G, 2002, The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995-December 2000. *Journal Dairy Science*, 85, 295-350.
- Kahyaoğlu D T, 2009, Tereyağının margarinle tağışışının tespitinde yağ sabiteleri ve duyuusal analize dayalı araştırmalar, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 76s, Erzurum.
- Kamal-Eldin A, 2006, Effect of fatty acids and tocopherols on the oxidative stability of vegetable oils, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 58 (2006) 1051–1061 DOI 10.1002/ejlt.200600090.
- Karabıyık H, 2014, Kaşar peynir üretiminde bitkisel yağların (palm yağı) kullanılabilirliğinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 66s, Afyonkarahisar.
- Karagözlü C, Öner Yılmaz A, 2020, İzmir Piyasasında Satışa Sunulan Tereyağı Ve Peynir Örneklerinin β -Sitosterol İçeriklerinin Tespiti İle Tağışış Belirlenmesi, *Journal of Agriculture Faculty of Ege University*, 57(2), 257-266. <https://doi.org/10.20289/zfdergi.630817>
- Karoui R, De Baerdemaeker J, 2007, A review of the analytical methods coupled with chemometric tools for the determination of the quality and identity of dairy products, *Food Chem*, 102: 621–640.
- Kaya A, 2000, Properties and stability of butter oil obtained from milk and yoghurt, *Nahrung*, 44: 126-129.
- Kaygısız M, Polat F, Eren O, Uğur N, Harsa H Ş, 2023, Renkli Prebiyotik Eritme Peyniri Üretimi, *Gıda ve Yem Bilimi - Teknolojisi Dergisi / Journal of Food and Feed Science - Technology* 31:50-61 (2024/1).
- Kaylegian K E, 1995, Functional Characteristics and Nontraditional Applications of Milk Lipid Components in Food and Nonfood Systems, *Journal Dairy Research*, 78, 2524-2540.
- Keleş A, Atasever M, 1996, Divle tulum peynirinin kimyasal, mikrobiyolojik ve duyuusal kalite nitelikleri, *Süt Teknolojisi*, 1, 47-53. 3.

- Kınık Ö, Gürsoy O, Seçkin K, 2005, Cholesterol content and fatty acid composition of most consumed Turkish hard and soft cheeses. *Czech J. Food Sci.* 23(4): 166–172.
- Kızılöz M B, Cumhur Ö, Kılıç M, 2009, Düşük protein içerikli taklit peynir yapısının geliştirilmesi, *Gıda Hidrokolloidleri Cilt 23, Sayı 6, Ağustos 2009, Sayfa 1596-1601.*
- Koçak C, Aydınoglu G, Uslu K, 1997, Ankara Piyasasında Satılan Dil Peynirlerinin Proteoliz Düzeyi Üzerinde Bir Araştırma, *Gıda.22 (4) 251-255.*
- Kosikowski F V, 1982, Cheese and fermented milkfoods, Published by the author, Department of FoodSci, Cornell University, Ithaca, N.Y.
- Koyuncu M, Taşkın T, Kaymakçı M, 2010, Keçi sütünün insan sağlığı açısından önemi, *Ulusal Keçicilik Kongresi, 2010, sayfa no: 355-358, Çanakkale.*
- Kumar V, Muthuraj M, Palabhanvi B, Ghoshal A K, Das D, 2014, Evaluation and optimization of two stage sequential in situ transesterification process for fatty acid methyl ester quantification from microalgae, *Renewable Energy Volume 68, August 2014, Pages 560-569*
- Ledoux M, Chardigny J M, Darbois M, Sestre Y, Sébédio J L, Laloux L, 2005, Fatty acid composition of French butters, with special emphasis on conjugated linoleic acid (CLA) isomers, *Journal of Food Composition and Analysis Volume 18, Issue 5, August 2005, Pages 409-425.*
- Lobato-Calleros C, Vernon-Carter E J, Guerrero-Legarreta I, Soriano-Santos J, Escalona-Beundia H, 1997, Use Of Fat Blends In Cheese Analogs: Influencia On Sensory And Instrumental Textural Characteristics, *Journal of Texture Studies: Volume 28, Issue 6 Pages: 605-725.*
- Lobato-Calleros C, Sosa-Pérez A, Rodriguez-Tafoya J, SandovalCastilla O, Pérez-Alonso C, Vernon-Carter E J, 2008, Structural and textural characteristics of reduced-fat cheese-like products from W1/O/W2 emulsions and skim milk, *LWT-Food Science and Technology, 41: 1847-1856. DOI: 10.1016/j.lwt.2008.01.006.*

- MacGibbon AKH, Taylor MW, 2006, Composition and Structure of Bovine Milk Lipids (Chapter 1. 1-35 pages), Advanced Dairy Chemistry Volume 2 Lipids (Third Editio, Fox PF, MSweeney PLH Eds) 816 pages. ISBN-13: 978-0387-26364-9816.
- Metin M, Sezgin E, 1976, Ankara Piyasasındaki Tereyağların Saflık Kontrolü Üzerinde Gaz Kromatografisi ile İncelemeler. Gıda, 1(2) 1976.
- Metin M, 2011, Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, Ege Üniversitesi Basımevi, 802s, İzmir.
- Metin M, 2012, Süt Teknolojisi Sütün Bileşimi ve İşlenmesi, Ege Üniv. Mühendislik Fak Yayın No:33. 802 sayfa. Bornova – İzmir ISBN-13 9789754832792.
- Moate P J, Chalupa W, Boston R C Lean I J, 2007, Milk Fatty Acids. I. Variation in the Concentration of Individual Fatty Acids in Bovine Milk, Journal of Dairy Science Volume 90, Issue 10, October 2007, Pages 4730-4739.
- Montesinos-Herrero C, Cottell D C, O’Riordan E D, O’Sullivan M, 2006, Partial replacement of fat by functional fibre in imitation cheese: Effects on rheology and microstructure. International Dairy Journal 16, 910–919.
- Mounsey J S, O’Riordan E D, 1999, Empirical and dynamic rheological data correlation to characterize melt characteristics of imitation cheese. J Food Sci 64(4): 701–703.
- Nielsen M W, Van Soest B, Cullens F, Vande Haar M J, 2020, Short communication: Effects of transition milk and milk replacer supplemented with colostrum replacer on growth and health of dairy calves, Journal of Dairy Science Volume 103, Issue 12, December 2020, Pages 12104-12108.
- Niro S, Fratianni A, Mignogna R, Tremonte P, Sorrentino E, Panfil E, 2012, An innovative pre-ripening drying method to improve the quality of pasta filata cheeses, J. Süt Arş. , 79 (2012) , s. 397 - 404 Published online by Cambridge University Press: 31 July 2012.
- Nurseitova M A, Konuspayeva G.S, Zhakupbekova A A, Amutova F B, Omarova A.S, Kondybayev A.B, Bayandy G.A, Akhmetsadykov N.N, Faye B, 2021,

Detection of Milk Fat Adulteration in Commercial Butter and Sour Cream. Int. J. Dairy Sci, 16:18-28. DOI: 10.3923/ijds.2021.18.28.

O 'Keefe SF, Pike OA, 2020, Yağ Karakterizasyonu (İçinde Gıda Analizi -Food Analysis- Editör: S. Suzanne Nielsen. 4. Basımdan Çeviri .Çeviri Editörü: Turhan, KN. 14. Bölüm Sayfa: 239 - 260).).Nobel Akademik Yayıncılık. 782 Sayfa. Ankara. ISBN 978-605-7928-53-5

Öner Yılmaz A, 2019, İzmir piyasasında satılan tereyağı ve peynir örneklerinin β -sitosterol içeriklerinin tespiti ile tağşiş belirlenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süt Teknolojisi ABD, 74s, Bornova-İzmir.

Özcan T, Erbil F, Kurdal E, 1998, Sütün İnsan Beslenmesindeki Önemi, İçme Sütü Sempozyumu Tebliğler Kitabı, s.31-41, Tekirdağ.

Padley F B, Gunstone F D, Harwood J L, 1986, The Lipit Handbook, Chapman and Hall, 314s, London.

Park J, Kim N, Yang C, Moon K, Kim J, 2014, Determination of the Authenticity of Dairy Products on the Basis of Fatty Acids and Triacylglycerols Content Using GC Analysis, J. Food Sci. An, Vol. 34, Korean, No. 3, 316-324pp.

Pimentel L, Gomes A, Pintado M, Rodríguez-Alcalá L M, 2016, Isolation and analysis of phospholipids in dairy foods, *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, Volume 2016, Article ID 9827369, 12 pages <http://dx.doi.org/10.1155/2016/9827369>.

Rani M, Shim W J, Han G M, Jang M, Al-Odaini N A, Song Y K, Hong S H, 2015, Qualitative analysis of additives in plastic marine debris and its new products, *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 69(3), 352-366.

Rebechi S R, Velez M A, Vaira S, Perotti M C, 2016, Adulteration of Argentinean milk fats with animal fats: Detection by fatty acids analysis and multivariate regression techniques, *Food Chemistry*, 2016, p. 1025-1032, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.07.107>.

Renner E, 1982, Nutritive value of differently packaged pasteurized milk, *Dairy Sci.* 44(5):3196.

- Sancak H, İşleyici Ö, Tuncay R M, Sancak Y C, 2018, Geleneksel Olarak Üretilen Bitlis Tulum Peyniri ve Kimyasal Kalite Nitelikleri, Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, c. 7, sy. 2, ss. 380–389, 2018, doi: 10.17798/bitlisfen.430442.
- Sharma R, Gandhi K, Battula S N, Mann B, 2020, Detection of Milk Fat Adulteration (Chapter 6, 109-132 pages), In:Dairy Fat Products and Functionality, Fundamental Science and Technology (Truong T, Lopez C;Bhandari B, Prakash S, Eds) Springer Nature Switzerland AG 2020 ISBN 978-3-030-41660-7.
- Shen M, Yuan L, Zhang J, Kang X, Zhang M, Li H vd. 2024, Phytosterols: Physiological Functions and Potential Application, Foods 2024, 13(11), 1754; <https://doi.org/10.3390/foods13111754>.
- Solak B B, 2013, Farklı Tip Peynirler Kullanılarak Üretilen Eritme Tipi Peynirlerin Üretimi Esnasında Uygulanan İşlem Parametrelerinin Peynirin Bazı Özellikleri Üzerine Etkisi, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 324s, Konya.
- Suna G, Yılmaz Ersan L, 2020, Peynir Benzeri Ürünlerde İnovatif Yaklaşımlar: İmitasyon Peynir, ISSN: 2146-0132 13(1): 23-31, 2020 Derleme Makalesi.
- Şengül M, Çakmakçı S, Ünsal M, 1998, Trabzon tereyağlarının bazı fiziksel ve kimyasal özelliklerinin tespiti, V. Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu (p. 230-244). Ankara, TR: Milli Prodüktivite Merkezi Yayınları.
- Şengül M, Ünsal M, Çakmakçı S, 2003, Trabzon tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun tespiti. Süt Endüstrisinde Yeni Eğilimler Sempozyumu-SEYES, İzmir, Türkiye, 22 -23 Mayıs 2003, ss.363-365.
- Tahmas Kahyaoğlu D, 2009, Tereyağının margarinle taşışının tespitinde yağ sabiteleri ve duyu analize dayalı araştırmalar, Doktora Tezi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği ABD, 76S, Erzurum.
- Tarakçı Z, Selçuk Ş, Şahin K, Coşkun H, 2002, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Lisans Öğrencilerinin Süt Ürünleri Tüketim Alışkanlıkları, Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Tarım Bilimleri Dergisi (J. Agric. Sci.), 2003, 13(1): 23-31.

- TGK 2015, Türk Gıda Kodeksi Peynir Tebliği, Resmi Gazete, Sayı: 29261. <https://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2015/02/20150208-16.htm> (Erişim tarihi:01.06.2024).
- Turhan S, 1993, Yağsız Sütten İşlenmiş Taze Peynirler ile Kaşar Peyniri Karışımından Eritme Peyniri Üretimi ve Üretilen Peynirlerin Bazı Kalite Kriterleri Üzerinde Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 85s, Samsun.
- Türkoğlu H, Ceylan Z G, Çağlar A, 2000, Farklı Oranlarda Bitkisel Yağ Katkılı Eritme Peynirlerinin Mikrobiyolojik Özellikleri, Süt Mikrobiyolojisi ve Katkı Maddeleri, s.320-327, Tekirdağ.
- Üçüncü M, 2005, Süt ve Mamülleri Teknolojisi, Meta Basım Matbaacılık, 571s, Bornova, İzmir.
- Üçüncü M, 2015, Süt ve Mamülleri Teknolojisi, Sidas Yayınları, 567s, İzmir.
- Ünsal A, 1997, Süt Uyuyunca–Türkiye Peynirleri, I. Baskı, Yapı Kredi Kültür Sanat Yayıncılık Ticaret ve Sanayi Anonim Şirketi, İstanbul.
- Vaskonen T, 2003, Dietary minerals and modification of cardiovascular risk factors, Journal of Nutritional Biochemistry. 2003;14:492–506.
- Verma P, Agrawal U S, Sharma A K, Sarkar B C, Sharma H K, 2005, Optimization of process parameters for the development of a cheese analogue from pigeon pea (Cajanus cajan) and soy milk using response surface methodology, International Journal of Dairy Technology: Volume 58, Issue 1 Pages: 1-64
- Walstra P, Wouters J T M, Geurts J T M, 2006, Dairy Science and Technology, CRC Taylor & Francis Group, Boca Raton, London, New York, 2006.
- Weiserová E, Doudová L, Galiová L, Zák L, Michálek J, Janis R, 2011, The Effect of Combinations of Sodium Phosphates in Binary Mixtures on Selected Texture Parameters of Processed Cheese Spreads. International Dairy Journal 2011, 21, 979–986.
- Yazıcı M, 2016, Modern göçerlik. Electronic Journal of Social Sciences, 15(56).