

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE TÜKETİME SUNULAN BAZI SÜT
ÜRÜNLERİNİN STEROL MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Nurcan BİLGİÇ

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Ahmet AYAR

Temmuz 2014

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**TÜRKİYE'DE TÜKETİME SUNULAN BAZI SÜT
ÜRÜNLERİNİN STEROL MİKTARLARININ
BELİRLENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Nurcan BİLGİÇ

Enstitü Anabilim Dalı : GIDA MÜHENDİSLİĞİ

Bu tez 03/ 07 /2014 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

**Prof.Dr.
Ahmet AYAR
Jüri Başkanı**

**Doç.Dr.
Suzan ÖZTÜRK YILMAZ
Üye**

**Doç.Dr.
Mustafa İMAMOĞLU
Üye**

TEŞEKKÜR

Başlamış olduğum bu yolda en başından sonuna dek bilgi ve manevi desteği ile her zaman yanımda olan, değerli katkı ve eleştirileri ile bana yol gösteren, emeğini ve zamanını esirgemeyen, değerli danışmanım saygıdeğer hocam Prof. Dr. Ahmet AYAR'a en içten dileklerle teşekkür ederim.

Ayrıca çalışmalarım sırasında gerek tecrübesi gerek bilgi birikimiyle yardımlarını esirgemeyen Milkon Süt ve Gıda Mamulleri A.Ş. fabrika Müdürü Rıdvan KUŞ'a teşekkür ederim.

Bu araştırmayı maddi olarak destekleyen Sakarya Üniversitesi Rektörlüğü'ne, çalışmama çeşitli şekillerde malzeme desteği sağlayan Milkon Süt ve Gıda Mamulleri A.Ş. ile Ada Menekşe Süt Ürünleri firmalarına teşekkür ederim.

Çalışmalarım boyunca bana sabır gösterip destek olan iş arkadaşlarıma ve maddi, manevi her konuda yardımcı olan ve her zaman gösterdikleri sevgi, anlayış ve güvenle yanımda olarak bana destek olan sevgili AİLEM'e en içten teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ.....	v
ŞEKİLLER LİSTESİ	vi
TABLolar LİSTESİ	vii
ÖZET.....	viii
SUMMARY	ix
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ	1
BÖLÜM 2.	
LİTERATÜR ÖZETİ	8
2.1. Sterol Analizi İçin Analitik Metodlar.....	10
2.2. Steroller.....	12
2.2.1. β -sitosterol.....	14
2.2.2. Kampasterol	14
2.2.3. Brassikasterol.....	15
2.2.4. Stigmasterol	15
2.2.5. Kolesterol.....	16
BÖLÜM 3.	
MATERYAL ve YÖNTEM	18
3.1. Materyal	18
3.2. Yöntem	19
3.2.1. Laboratuvar koşullarında örneklerin hazırlanması	20
3.2.2. Sterol analizi	21

3.2.2.1. Alüminyum oksit kolonunun hazırlanması	22
3.2.2.2. Sabunlaşmayan maddenin özütlenmesi	22
3.2.2.3. İnce tabaka kromatografisi.....	22
3.2.2.4. Sterollerin ortamdan ayrılması.....	23
3.2.2.5. Sterol trimetilsilil eterlerin hazırlanması	24
3.2.2.6. Gaz kromatografisi.....	24
3.2.2.7. Sterollerin teşhisi	25

BÖLÜM 4.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER	27
4.1. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Süt Ürünlerinin Değerlendirilmesi	27
4.2. Piyasadan Toplanan Tereyağı Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi	30
4.3. Piyasadan Toplanan Yoğurt Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi	33
4.4. Piyasadan Toplanan Peynir Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi	36
4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi	38
KAYNAKLAR.....	40
ÖZGEÇMİŞ	44

SİMGELER VE KISALTMALAR LİSTESİ

AB	: Avrupa Birliği
AS	: Alıkonma süresi
AST	: Belirgin katılaşma testi
BAS	: Bağıl alıkonma süresi
BASB	: Betulin bağıl alıkonma süresi
BASK	: Kolesterol bağıl alıkonma süresi
GC	: Gaz kromatografisi
HDL	: Yüksek yoğunluklu lipoprotein
HPLC	: Yüksek basınç sıvı kromatografisi
KOH	: Potasyum hidroksit
LDL	: Düşük yoğunluklu lipoprotein
NIR	: Yakın infrared spektroskopisi
RP-HPLC	: Ters faz sıvı kromatografisi
TAG	: Triaçilgliserol
TYA	: Trans yağ asitleri

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1. Bazı yaygın sterollerin kimyasal yapısı: β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, sitostanol and kolesterol.....	13
Şekil 3.1. Deneme ve bitkisel yağ katkılı tereyağı örneklerinin hazırlanma şeması..	20
Şekil 3.2. Yoğurt üretim basamakları	21
Şekil 3.3. TLC ile sabunlaşmayan maddeden sterollerin ayırımı	23
Şekil 3.4. Ayçiçek yağı (A), kolza yağı (B) ve zeytin yağındaki (C) sterollerin GLC'si	24
Şekil 4.1. Bitkisel yağa ait GC kromatogram	27
Şekil 4.2. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilmiş olan krema örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişmeler.	28
Şekil 4.3. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilen kremalardan üretilen tereyağı örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişmeler	29
Şekil 4.4. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilmiş sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişmeler	30

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1. Laboratuvar ortamında üretilen örnek bilgileri.....	19
Tablo 3.2. Her bir sterolün ve betulinin, BAS ile GLC pik teşhisleri.....	25
Tablo 3.3. Her bir sterolün ve betulinin, BAS ile GLC pik teşhisleri (devamı)	26
Tablo 4.1. Piyasada satışı sunulan tereyağlarında belirlenen sterol miktarları	31
Tablo 4.2. Piyasada satışı sunulan yoğurtlarda belirlenen sterol miktarları (%).....	34
Tablo 4.3. Piyasada satışı sunulan bazı peynir çeşitlerinde belirlenen sterol miktarları (%).....	37
Tablo 4.4. Piyasada satışı sunulan bazı peynir çeşitlerinde belirlenen sterol miktarları (%) (devamı).....	38

ÖZET

Anahtar kelimeler: Tağşiş, Sterol Kompozisyonu, Süt Ürünleri

Bu araştırmada, Türkiye’de süt ürünleri arasında tüketim miktarı yüksek olan tereyağı, yoğurt ve peynir gibi süt ürünlerinde bitkisel yağ katılarak yapılan tağşişlerin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla süt kreması, tereyağı ve yoğurt gibi laboratuvarında üretilen standart örneklere değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilmiştir. Standart örnekler ve piyasadan toplanan 26 tereyağı, 25 yoğurt ve 40 adet peynir örneğinin gaz kromatografisi ile TS EN ISO 12228 yöntemine göre sterol analizleri yapılmıştır. Piyasadan toplanan örneklerin analiz sonuçları, laboratuvarında üretilen standart ürünlerin analizlerinden elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır.

Kontrol amacı ile üretilen krema, tereyağı ve yoğurt örneklerinde ilave edilen bitkisel yağ oranına paralel olarak kolesterol miktarının azaldığı, brassikasterol, toplam β -sitosterol ve stigmasterol oranlarının ise arttığı tespit edilmiştir. Bu kontrol değerleri ile piyasa örneklerinin sonuçları karşılaştırılmış ve tereyağı örneklerinin yaklaşık %30’unun, yoğurt örneklerinin %12’sinin ve peynir örneklerinin ise % 5’inin bitkisel yağ ilave edilerek üretildiği sonucuna varılmıştır. Yani bu örneklere bitkisel yağ ilave edilerek hile yapılmıştır. Sonuç olarak, bitkisel sterollerin tespiti amacıyla uygulanan kromatografik yöntemin süt ürünlerinde bitkisel yağ ile yapılan hileleri belirlemede doğru sonuçlar verdiği görülmüştür.

DETERMINATION OF STEROL AMOUNT IN SOME DAIRY PRODUCTS OFFERED FOR CONSUMPTION IN TURKEY

SUMMARY

Key Words: Adulteration, Sterol Composition, Dairy Products

In this research, determination of adulteration made by the addition of vegetable oil into dairy products which have considerable consumption in Turkey, such as butter, yogurt and cheese was aimed. For this purpose, vegetable oil in different rates was added to standard products produced in laboratory such as milk cream, butter and yogurt. Standard samples and 26 butter, 25 yogurt and 40 cheese samples collected from the market were analyzed with gas chromatography according to TS EN ISO 12228 method. The results of analysis of samples collected from market were compared with the results of analysis of samples produced in laboratory.

It has been found that the amount of cholesterol decreased and the amount of β -sitosterol, brassicasterol and stigmasterol increased in parallel to rate of vegetable oil added to cream, butter and yogurt samples produced for the purpose of control. According to comparison of the results of control values and market samples, it is concluded that %30 of butter samples , %12 of yogurt samples and %5 of cheeses samples were adulterated with plant fat. So the trick is made by adding vegetable oil to these examples. As a result, it has been shown that the chromatographic method applied for the identification of plant sterols, gives accurate results in detection of adulteration with vegetable oil in dairy products.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

İnsan beslenmesi açısından büyük bir öneme sahip olan süt ve süt ürünleri sevilen duyuşal özelliklere sahip olmaları ve insan sağlığı üzerinde olumlu fonksiyonel etkileri nedeniyle yaygın bir şekilde üretilip, tüketilmektedir.

Süt ve süt ürünlerine özellikle kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere bazı önemli mineraller, protein ve riboflavin gibi bazı B grubu vitaminlerinin kaynağı olarak bakıldığında halk sağlığı açısından önemli bir besin grubu olduğu hemen anlaşılacaktır [1].

Ülkemizde süt ürünleri üreten fabrika ve mandıralarda uygulanan üretim ve sanitasyon yöntemleri ile teknolojik düzey büyük farklılıklar göstermektedir. Uygulanan işlemlerdeki bu farklılıklar ise ürün maliyeti üzerinde etkili olmaktadır. Her ne kadar standart bir üretim yöntemine, üretim öncesi ve sonrası sanitasyon alışkanlığına, standart ürün için otokontrol sistemine dikkat eden ve AB'deki normlara uygun kaliteli üretim yapan işletme sayısında artış gözlenirse de, küçük işletmelerin çoğunda, üretimde uygulanan teknolojiden kaynaklanan çeşitli kalite sorunları bulunmakta ve ekonomik kayıplar meydana gelmektedir. İşletme ve üretim maliyetlerinden doğan farklar piyasadaki ürün fiyatlarını etkilemektedir. Bu nedenle büyük işletmelerle kalite ve fiyat konusunda rekabet edemeyen bazı üreticiler, daha düşük gelir seviyesindeki tüketici profiline hitap edecek, daha ucuz fiyatlı ürünlerle pazarda yer bulmaya çalışmakta, ürün girdi maliyetlerini azaltma ve kar payını artırma isteği ürünlerin taklit veya tağşış edilmesi sonucunu doğurabilmektedir.

Gıda ürünlerinde en çok karşılaşılan hile çeşidi taklittir. Taklit kelimesi herkesin bildiği bir kelime olmasına rağmen, "tağşış" çok yaygın olarak bilinen bir kelime değildir. "Tağşış" literatürde kısaca, bir ürünün doğallığının başka bir ürünle bilinçli veya bilinçsiz olarak değiştirilmesi anlamına gelmektedir. 13.06.2010 tarih ve 27610 sayılı

Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nda ise "ürünlere temel özelliğini veren öğelerin ve besin değerlerinin tamamının veya bir bölümünün mevzuata aykırı olarak çıkarılması veya miktarının değiştirilmesi veya aynı değeri taşımayan başka bir maddenin o madde yerine aynı maddeymiş gibi katılması" tağşiş, "ürünlerin şekil, bileşim ve nitelikleri itibarıyla yapısında bulunmayan özelliklere sahip gibi veya başka bir ürünün aynısıymış gibi gösterilmesi" ise taklit olarak tanımlanmıştır [2].

Gıda sektöründe tağşiş iki farklı amaçla yapılmaktadır. Bunlardan biri insan sağlığı açısından risk taşımayan, daha sağlıklı, raf ömrü daha uzun ve fonksiyonel gıda üretimi ve benzeri amaçlarla yapılan tağşiştir. Diğeri ise ilkinin tam tersine yüksek kalitedeki ürüne daha düşük kalitede ürünler katarak aynı fiyata tüketiciye sunulan gıdalar üretmektir. Bu tür ürünlerin ucuz olması nedeniyle çok daha düşük fiyata satılması haksız rekabete yol açmaktadır. Ayrıca, insan sağlığı açısından da çeşitli olumsuz etkileri bulunmaktadır. 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu'nun 24. Maddesinin 4 fıkrasında geçen "Gıda ve yemde taklit ve tağşiş yapılamaz." ifadesinden de anlaşılacağı üzere bu tür tağşiş edilmiş ürünlerin üretiminin yapılması yasal değildir.

Tarım Bakanlığı tarafından açıklanan 2009 yılı Denetim Programı Sonuçları incelendiğinde süt ürünlerinde taklit ve tağşişin tespitine yönelik yapılan kontrollerde alınan 757 numunedan 37 tanesinde bitkisel yağ tespit edildiği, bunun da % 4.89'lik bir orana tekabül ettiği görülmektedir [3].

5996 Sayılı "Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanununun yürürlüğe girmesiyle birlikte Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı'nın yaptığı kontroller sonucunda sahip olduğu bilgileri kamuoyunun bilgisine sunabilmesinin yolu açılmıştır. Gıda ve Yem Resmî Kontrolüne Dair Yönetmeliğin 17 Aralık 2011 tarih ve 28145 sayılı Resmî gazetede yayımlanarak yürürlüğe girmesiyle birlikte ise yönetmeliğin 8 inci maddesi gereğince, laboratuvar sonucu ile taklit ve tağşiş yapıldığı kesinleşen gıda ve yemi üreten/ithal eden firmanın adı, ürün adı, markası, parti ve/veya seri numaraları Bakanlık resmî internet sitesinde Bakanlıkça kamuoyunun bilgisine sunulmaya başlanmıştır [4].

Bu kapsamda Bakanlığın 06.12.2012 tarihli duyurusunda laboratuvar sonucu ile taklit ve tağşış yaptığı kesinleşen 25 gıda işletmesi ve bu işletmelerin ürettiği 37 parti ürüne ait bilgiler (17 peynir, 12 yoğurt, 7 tereyağı, 1 UHT süt) açıklanmıştır. Söz konusu bilgiler incelendiğinde 31 parti üründe bitkisel yağ tespit edildiği görülmektedir [5].

Bakanlıktan yapılan 05.04.2013 tarihli yazılı açıklamada ise laboratuvar sonucuyla taklit ve tağşış yaptığı kesinleşen 25 gıda işletmesi ve bu işletmelerin ürettiği 41 parti süt ürününe (18 peynir, 12 tereyağı, 9 yoğurt, 1 dondurma, 1 süt kaymağı) ait bilgilere yer verilmiş olup, açıklanan ürünlerin tamamına yakınında bitkisel yağ tespit edilmiştir [6].

Gıda Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı 24.07.2013 tarihli duyurusunda ise süt ve et ürünleri ile gıda takviyesi ve bal üreten toplam 41 firmanın bazı parti ürünlerinde taklit ve tağşış yapıldığının tespit edildiğini açıklamıştır. Tağşış yapan firmalar incelendiğinde ise yine 15 adet süt ürünleri üreten firmanın 17 parti ürününde bitkisel yağ tespit edildiği görülmektedir [7].

Yukarıdaki verilerden de anlaşıldığı üzere yasal düzenlemelere, yapılan tüm denetim ve kontrollere rağmen süt ürünlerinde yapılan tağşış devam etmektedir. Tereyağı, yoğurt ve kaşar peyniri tağşış edilen süt ürünlerinin başında yer almakta olup, konunun daha iyi anlaşılabilmesi için bu ürünler ve margarin hakkında kısa bilgiler verme gereği duyulmuştur.

Tereyağı, dünyanın her yerinde kahvaltılarda, yemeklerde ve bazı fırın ürünlerinde yüzyıllardır yaygın bir şekilde tüketilen bir yağ çeşididir. Yüksek oranda süt yağı, yağda eriyen vitaminler ve mineral madde içermesi ve başka hiçbir gıdada olmayan kendine özgü, hoş lezzetiyle çok tercih edilen bir süt ürünüdür [8].

Türk Gıda Kodeksi Tereyağı, Diğer Süt Yağı Esaslı Sürülebilir Ürünler ve Sadeyağ Tebliğinde; tereyağı “Ağırlıkça en az %80, en fazla %90 oranında süt yağı, en fazla %2 oranında yağsız süt kuru maddesi ve en fazla %16 oranında su içeriğine sahip ürün” olarak tanımlanmıştır. Yani tereyağı süt yağından başka bir yağ içermemektedir.

Tereyağı, kendine özgü hoş bir tat ve kokuya sahip olmasından başka; vücut sıcaklığında eriyebilir özellikte olması ve kolay sindirilebilmesi, insan organizmasının sentezleyemediği (gıdalarla alınması zorunlu olan) ve eksik alınmaları halinde vücutta bazı aksaklıkların meydana gelmesine neden olan fizyolojik değeri yüksek esansiyel yağ asitlerini içermesi ve önemli bir enerji kaynağı olması nedeniyle insan beslenmesinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Ayrıca tereyağı kısa, orta ve uzun zincirli yağ asitlerini bünyesinde bulunduran, özellikle A vitamini olmak üzere yağda eriyen vitaminleri (A, D, E, K vitaminleri) içeren, sindirimi kolay ve sağladığı enerji nedeniyle beslenme fizyolojisi açısından çok önemli bir yağ olarak da karakterize edilmektedir [9].

Tereyağının sağlığı korumak, vücudun dış etkenlere karşı direncini arttırmak ve organizmanın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için mutlaka alınması gerekli bir gıda olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum insan sağlığı ve beslenmesi açısından olduğu kadar, tereyağı teknolojisinin gelişmesi bakımından da büyük önem taşımaktadır. Ancak, pahalı oluşu nedeniyle kötü niyetli ve haksız kazanç sağlamak isteyen bazı kişiler tarafından, tereyağına yapılan hile ve tağşişlerden dolayı (daha çok margarin ilavesi) tüketiciler yıllardır mağdur olmuş ve aldatılmıştır. Bu fırsatçılık ve kötü niyete, yağın fiziksel durumunun tağşişe açık olması da kolaylık sağlamaktadır. Dolayısıyla üstün besin değeri olan ve diğer yağlara göre pahalı olan tereyağından hakkıyla yararlanılamamaktadır [9].

Yoğurt ise *Streptococcus thermophilus* ve *Lactobacillus bulgaricus* tarafından üretilen fermente bir süt ürünüdür. Yoğurt üretimi Asya'da başlamış ve buradan tüm dünyaya yayılmıştır.

Yoğurt süte benzer olarak mükemmel bir protein, kalsiyum, fosfor, riboflavin, tiamin, vitamin B12, folat, niasin, magnezyum ve çinko kaynağıdır. Sütteki laktoz fermentasyon esnasında laktik aside dönüştüğü için, laktoz intoleransı olan insanlar herhangi bir olumsuz etki olmadan yoğurt tüketebilmektedirler. İlave olarak yoğurt tüketimi mide Ph'sında küçük bir artışa sebep olmakta ve bu patojen geçişini ve düşük mide suyu salgılama probleminin etkilerini azaltmaktadır [10].

Yoğurdun beslenmedeki öneminden başka, soğukta (3-4 °C) muhafaza edildiğinde uzun süre bozulmaması ve pH değerinin düşük olmasından dolayı içerisinde patojen mikroorganizmaların canlılıklarını uzun süre muhafaza edememesi, ülkemizde yoğurdun en çok tanınan ve kullanılan süt ürünü olmasının başlıca nedenidir. İnsanlar tarafından yoğurdun bu kadar sevilmesi ve çok tüketilmesi, haksız kazanç elde etmek isteyen kişiler tarafından sıklıkla tağşiş edilmesine de sebep olmaktadır.

Kaşar peyniri ülkemizde beyaz peynirden sonra en çok tüketilen bir peynir çeşididir. TS 3272 Kaşar Peyniri Standardında kaşar peyniri “inek, koyun, keçi sütlerinin veya bunların karışımlarının doğrudan ya da pastörize edildikten sonra imalat tekniğine göre işlenmesi ve gerektiğinde katkı maddeleri ilavesi sonucu elde edilen, olgunlaştırılmadan veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen, kendine özgü, koku, renk, tat ve aroması olan sert yapılı süt mamulüdür” şeklinde tanımlanmıştır [11].

Kaşar peyniri sadece kahvaltılarda tüketilen bir peynir çeşidi olmayıp pizza, peynirli pide, tost, sandviç, makarna gibi ürünlerde, restoranlarda pek çok yemekte kullanılan bir peynir çeşididir. Bu nedenle de kaşar peynirinin maliyetini aşağıya çekmek amacıyla çok değişik taklit ve tağşiş işlemlerinin yapıldığı söylenmektedir.

Tereyağı, yoğurt, kaşar gibi süt ürünlerinde yapılan hileler çok çeşitli olmakla birlikte, en çok pahalı bir hammadde olan süt yağının daha ucuz bitkisel ve hayvansal yağlarla karıştırılması yolu ile bu ürünler tağşiş edilmektedir.

17.05.2008 tarih ve 26879 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliğinde süt yağı “İnek, koyun, keçi veya manda sütünden elde edilen yağ” olarak tanımlanmıştır [12].

Süt yağı; ekonomik, beslenme, tat-aroma ve yağın fiziksel özellikleri yönünden önem taşımaktadır. Süt yağı, laktozun en iyi şekilde kullanımını ve vücudumuz için gerekli olan ve A, D, E, K vitaminlerinin taşınmasını sağlar. Biyolojik değeri yüksek yağ asitleri ve vitaminleri içermektedir.

Süt yağının yerine ürünlere konulan bitkisel yağlar ise margarin veya hidrojene katı yağ olarak adlandırılmakta olup, bitkisel sıvı yağların hidrojenizasyon metodu ile yapay olarak katılaştırılmaları sonucu elde edilmektedirler.

Margarin kelimesi Yunanca inci anlamına gelen margoron'dan gelmektedir. Avrupa'da savaşların etkisi ve sanayi devriminin sonucu yeteri kadar yağ üretilemediğinden yağ ihtiyacını karşılamak için margarin, Fransız kimyacı Mege-Mouries tarafından Fransa-Prusya savaşının olduğu yıllarda bulunmuştur. 1869 yılında III. Napolyon ordununun ihtiyacı için ve fakir halkın da rahatlıkla satın alabileceği tereyağına benzer, fakat onun yerine geçebilecek maddeyi bulmaları için bir yarışma açmıştır. Yarışmayı 1870 yılında Mege-Mouries kazanmış ve onun bulduğu margarin formülü bugüne kadar birçok değişikliklere uğrayarak geliştirilmiştir. Değişik basamaklardan oluşan işlemlerin sonucunda ekmeğe sürülebilir nitelikte, dayanıklı, hoş tatta bir yağ elde etmiş ve tereyağı gibi çok yönlü kullanılmıştır. Ürünün inci parlaklığında olması nedeniyle Margarin adı verilmiştir. Mege bu buluşuna patent almıştır [9].

17.05.2008 tarih ve 26879 sayılı Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliğinde margarin "İnsan tüketimine uygun bitkisel ve/veya hayvansal yağlar ve/veya süt yağından elde edilen temel olarak yağ içinde su emülsiyonu tipinde, süt ve/veya süt ürünleri içerebilen, şekillendirilebilir ürün grubu" olarak tanımlanmıştır [12].

Margarin Standardında (TS-2812), bitkisel margarin; "çeşitli bitkisel yağların kısmi olarak hidrojene edilmeleri neticesinde elde edilen sertleştirilmiş rafine yağlardan veya bu yağlara çeşitli rafine bitkisel yağların karıştırılmasından elde edilen ve içerisinde emülsiyon halinde su ve/veya pastörize fermente yağsız süt, pastörize taze süt, süttozu ve peynir altı suyu tozu ile katkı maddeleri bulunabilen mamuldür" şeklinde tanımlanmaktadır. Aynı standartta margarinler kullanma yerlerine göre; kahvaltılık (sofra) margarin, mutfak (yemeklik) margarini ve gıda sanayi margarini olmak üzere 3 sınıfa ayrılmaktadır [13].

Margarinler çeşitli bitkisel sıvı ve katı yağların uygun bir karışımından farklı hidrojenasyon dereceleri ile elde edilir. Erime noktaları yüksektir ve trans yağ

asitlerine dönüşümden dolayı beslenmede birçok soru işareti oluşturmaktadır [14,15]. Yüksek sıcaklık ve basınç gerektiren bitkisel yağların hidrojenizasyonu esnasında doymamış yağ asitlerinin (özellikle oleik asitten kaynaklanan *elaidik asit* gibi) *trans* izomerleri meydana gelmektedir. Kısmi hidrojenizasyon ile oluşan TYA günümüzde insan beslenmesinde önemli bir bileşen olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca gıdaların ısı ile işlenmesi ve depolanması esnasında da oksidasyon ile TYA'nın miktarı artabilmektedir. Çeşitli bilimsel yayınlarda TYA izomerlerinin insan sağlığı üzerine kalp-damar hastalıklarını teşvik edecek şekilde olumsuz etkilediği belirtilmektedir [16]. Bu bileşikler, doymuş yağ asitleri gibi LDL kolesterol miktarını artırırken HDL kolesterol miktarını düşürür ve kalp hastalıkları riskini yükseltir [17].

Şu anda süt ve süt ürünlerinin bitkisel yağlar ile tağşiş edilip edilmediğini tespit etmek için kullanılan en duyarlı metot sterol kompozisyonunun tespitidir. Bu çalışma ile bitkisel yağ kullanılarak tağşiş edilmiş krema, tereyağı ve yoğurt gibi süt ürünlerinin sterol kompozisyonunda meydana gelecek değişimlerin belirlenmesi amaçlanmıştır.

BÖLÜM 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bir yandan bilimsel çalışmalar teknolojinin akıl almaz bir hızla gelişmesine paralel olarak heyecan verici ilerlemeler kaydederken, diğer yandan gıda ürünlerindeki hileler de daha karmaşık ve zor tespit edilebilen, benzer ileri teknik ve teknolojilerin kullanıldığı bir seviyeye ulaşmış durumdadır. Diğer taraftan, teknoloji ve bilimin en önemli çıktılarında olan modern, gelişmiş analitik cihazlar ve bunlarla birlikte bilimsel çalışmalarla geliştirilen pratik, hızlı ve güvenilir metotlar, hilelerin tespit edilebilmesine de olanak sağlamaktadır. Yani bilimsel ve teknolojik gelişmeler gıda ürünlerinde başvurulan hilelerin tespitini kolaylaştırırken, aynı bilimsel ve teknolojik gelişmeler daha karmaşık hilelerin de ortaya çıkmasına hizmet etmektedir.

İnsan beslenmesi için önemli bir yağ ve pahalı bir hammadde olan süt yağı da ekonomik sebepler yüzünden ucuz bitkisel veya hayvansal yağlar ile karıştırılabilmekte yani tağşiş edilebilmektedir [18]. Gıdaların eskiden olduğu gibi sadece duyuşal (tat) ve fiziksel (görüntü) özelliklerinin incelenmesi bu türden hilelerin tespiti için gerekli verileri artık sağlamamaktadır.

Süt yağı; palm yağı, kolza tohumu yağı, ayçiçeğı yağı ya da soya yağı gibi ucuz ve kolaylıkla elde edilebilen bitkisel yağların ilavesi ile tağşiş edildiğı zaman durum daha karmaşıktır. Süt yağının doğrulama metotları çoğunluk bileşenlerin, özellikle TAG, yağ asitleri, steroller ve tokoferollerin analizini içermektedir [19].

Süt ürünlerinde bitkisel yağ ilavesi ile yapılan tağşişin tespiti için gerek ülkemizde gerekse yurtdışında birçok çalışma yapılmıştır.

Balkır [11] tarafından piyasada “taze kaşar” adı altında düşük fiyatla satılan hileli veya taklit peynirlerin doğal olanlarından ayırt edilmesi amacıyla yapılan araştırmada; piyasadaki toplanan örneklerde süt yağından başka yağ bulunup bulunmadığını

anlamak amacıyla Reichert-Meissl indeksi analizi ve gaz kromatografik yöntem ile β -sitosterol analizi yapılmış olup, piyasadan toplanan 4 örnekte bitkisel yağ varlığı saptanmıştır.

Tahmas Kahyaoğlu [9] ise tereyağına margarin katılarak yapılan tağışışleri belirlemeye yardımcı olmak için yaptığı çalışmada; sade tereyağı, sade margarin ve tereyağına %10'ar artışla %90'a kadar margarin karıştırılarak hazırlanan toplam 66 adet örnekte yağ sabiteleri (erime noktası, refraktometre indisi, Reichert-Meissl sayısı, Polenske sayısı, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı) analiz sonuçlarındaki değişimleri tespit etmiştir. Bu sonuçlardan yararlanarak margarin katkı ve düzeyi hakkında bilgi edinilmesi amaçlanmıştır. Ana varyasyon kaynaklarından margarin çeşidi ve margarin katkı oranının yağ örneklerinin; erime noktası, Reichert-Meissl sayısı, Polenske sayısı, sabunlaşma sayısı ve iyot sayısı üzerinde istatistikî olarak çok önemli ($p < 0,01$); refraktometre indisi üzerinde önemli ($p < 0,05$) derecede etkili olduğu bulunmuştur.

Kavakçioğlu [20] ise yakın infrared (NIR) spektroskopisi kullanarak tereyağının margarin ile tağışışinin tespiti ve miktarının belirlenmesi için metot geliştirmiştir. NIR absorbans ölçümleri saf tereyağı ve değişik oranlarda margarinle tağışış edilmiş (0-100% w/w) tereyağı karışımları ile 800-2500 nm dalga boyları arasında yapılmıştır. Margarin ile tağışış edilmiş tereyağının NIR spektrumları kaydedilip kısmî en küçük kareler regresyon (PLS) yöntemi kullanılarak kalibrasyon modelleri oluşturulmuştur. Bu çalışmada çok değişkenli kalibrasyon yöntemleri ve yakın kızılötesi spektroskopisi ile tereyağının margarinle tağışışinin kantitatif olarak belirlenebileceği gösterilmiştir.

Kumar ve ark. [21] tarafından süt yağında karışmış yabancı bitkisel ve hayvansal yağların tespiti için bir ayırma testi, bunu takiben belirgin katılama süresi (AST) testi kullanılmıştır. Yabancı bitkisel ve hayvansal yağ karışımlarının buffola ve inek sütüne eşit oranlarda ilave edilmesiyle üretilen süt ürünlerinde hilenin, buffola sütünde olmasa da inek sütünde AST değerleri ile tespit edilebileceği belirtilmektedir.

Derewiaka ve ark. [19] tarafından yapılan çalışmada süt yağının gerçekliğini tespit etmek için birçok kromatografik yöntem kullanılmıştır. Araştırma sonuçları TAG profili ilavesiyle sterol ve tokoferol analizinin tereyağının tağışış edilmiş olduğunu

doğrulanabileceğini göstermektedir. Yağ asidi içeriği süt yağı için karakteristik olmasına rağmen, yağ asidi kompozisyonunun değişkenliği nedeniyle yağ kimlik doğrulaması için etkili bir araç değildir.

Borkovcová ve ark. [22] keçi sütü, keçi sütü peyniri, koyun sütü, koyun süt peynirinde kolesterol konsantrasyonu ve tereyağı, bitkisel yağ ilave edilmiş tereyağı ve margarinde kolesterol, stigmasterol ve sitosterol konsantrasyonlarını RP HPLC yöntemi ile değerlendirmiştir. RP HPLC metodunun parametreleri ile GC tespitinin parametreleri karşılaştırılmıştır.

Gutierrez ve ark. [23] tarafından yapılan çalışmada ise gaz kromatografisi süt yağı ve diğer yağların triasilgliserol profillerini belirlemek için kullanılmıştır. Triasilgliserol değerleri süt yağı içerisine katılan süt yağı harici yağları tespit etmek ve ölçmek için lineer ayırma analizine tabi tutulmuştur. Lineer ayırma analizinin %10'un altında seviyelerde taşıdığı örneklerin %94.4'ünün doğru sınıflandırılmasına izin verdiği tespit edilmiştir.

Chmilenko ve ark. [24] ise yağ asidi kompozisyon analizi, yağ asitlerinin trans-izomerlerinin ve örneklerin sterol fraksiyonlarının belirlenmesini içeren üç kriter kullanarak tereyağının özgünlüğünü belirleme konusunda çalışmışlardır. Süt ürünlerinin taşıdığı kompleks kromatografik tespitini içeren böyle bir yaklaşım %1'den daha az seviyede bitkisel yağ taşımasını açığa çıkarmayı sağlamaktadır.

Yukarıda bahsedilen çalışmalarda birçok farklı metot kullanılmıştır, ancak bitkisel ve hayvansal yağları ayırmak için sterol kompozisyonunun tespitinin en duyarlı metod olduğu düşünülmektedir. Bu kapsamda sterol analizi için kullanılan metodlar ayrı bir başlık altında incelenmiştir.

2.1. Sterol Analizi İçin Analitik Metodlar

Süt ürünlerinde sterollerin tespiti; besinsel bilgiyi elde etmek için toplam kolesterol içeriğini ölçmek ve bitkisel yağların varlığını tespit etmek amacıyla yapılmaktadır [25].

Süt yağı gibi hayvansal yağlar esas olarak kolesterol içermektedir, fitosteroller algılanabilir değildir veya sadece eser miktarlarda bulunmaktadır [26,27]. Dolayısıyla sterol fraksiyonlarının analizi süt yağında bitkisel yağların tespiti için yaygın olarak kullanılan bir yaklaşımdır. Bitkisel yağlarda bulunan farklı steroller içerisinde β -sitosterol genellikle ana bileşendir ve bu bakımdan süt yağına bitkisel yağ ilavesinin tespit için uygun bir belirleyicidir. Analizi genellikle katı ve sıvı yağlarda toplam sterollerin tespiti için geliştirilen metotlara dayanmaktadır. Bu metotlar lipidlerin sabunlaştırılması, sabunlaşmayan maddelerin ekstraksiyonu, ince tabaka kromatografisi ile ön ayrıştırma, sterollerin türevlendirilmesi ve sonraki kromatografik analizleri içermektedir [27].

Süt ürünlerinde sterollerin tespitinde alternatif metotları bulmak için birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yürütülmüş olup, birçok metot gaz kromatografik tespite ihtiyaç duymaktadır [25].

Contarini ve ark. [25] IDF 159 standartı ile süt ürünlerinde sterollerin tespitine bağlı farklı analitik problemleri araştırmışlar ve süt yağı kolesterol içeriğinin belirlenmesinde doğruluğun iç standart için doğrulama faktörünün değerlendirilmesine bağlı olduğunu ve bu değerlendirmenin örnek analizi ile aynı zamanda yapılması gerektiğini belirlemişlerdir.

Kamm ve ark. [27] çalışmasında ise β -sitosterolü belirleyici olarak kullanarak süt yağında bitkisel yağların tespiti için on-line sıvı kromatografi-gaz kromatografi (LC-GC) uygulamıştır. Metot yağın transesterifikasyonunu, sterol fraksiyonunun diğer lipid içeriklerinden ön-ayırıştırmasını ve kapiler GC sistemine on-line transferini içermektedir. On-line yaklaşımı kapiler GC sistemi öncesinde zaman alıcı örnek hazırlama aşamalarını önlemektedir. Bu analitik yaklaşımın uygunluğu süt yağı ile pamuk ve kolza yağının örnek karışımları ile test edilmiş ve metodun düşük seviyelerde karışımların tespitine imkan sağladığı görülmüştür.

Alonso ve ark. [26] ayçiçeği yağı ile zeytin yağının karıştırılmasını veya bitkisel yağların süt yağına ilavesini tespit etmek için; bitkisel yağların, süt yağının veya karışımlarının toplam sterol kompozisyonunun analizinde hızlı bir gaz kromatografik

prosedür geliştirmişlerdir. KOH/metanol ile alkali katalizörlü transesterifikasyonu kullanan metot, analiz öncesi sterollerin silil türevlerine dönüştürüldüğü veya dönüştürülmediğı saponifikasyon prosedürü ile karşılaştırılmıştır.

Yöntemin tekrarlanabilirliğı değerlendirilmiş ve sırasıyla β -sitosterol için değişim katsayısı zeytinyağı ve ayçiçeğı yağı için %6 ve %8 olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada denenen GC metodu kısa analiz sürelerine ihtiyaç duymakta ve saponifikasyon, ekstraksiyon ve türevlendirme aşamalarına ihtiyacı elimine etmektedir.

Borkovcová ve ark. [22] çalışmalarıyla süt ve süt ürünlerinde toplam kolesterol ve fitosterollerin konsantrasyonlarının tayini için gaz kromatografisi ve normal faz sıvı kromatografisine alternatif basit, hızlı ve güvenilir bir RP HPLC yöntemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. Keçi sütü, keçi sütü peyniri, koyun sütü, koyun sütü peyniri ve süt bio ürünlerinde kolesterol konsantrasyonlarını ve tereyağında ve bitkisel yağlar ve margarin ilave edilen tereyağında kolesterol, stigmasterol ve sitosterol konsantrasyonları RP HPLC yöntemi ile değerlendirilmiştir. Kapiler GC ile paralel analizler uygulanmış ve RP HPLC metodunun parametreleri GC'de tespit edilen parametreler ile karşılaştırılmış ve lipid fraksiyonlarında sterollerin tespiti için metodun duyarlılığı yeterli görülmüştür.

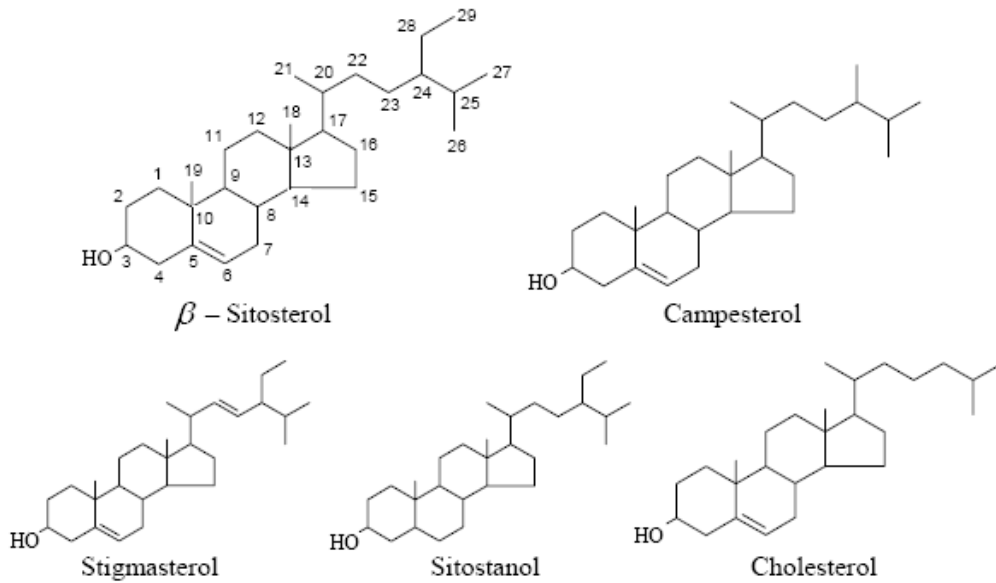
Yukarıda bahsedilen metotların temelini süt ürünlerinin sterol kompozisyonlarının belirlenmesi ve bitkisel sterollerin varlığının araştırılması oluşturmaktadır. Bu kapsamda bazı önemli sterollerle ilgili daha detaylı bilgi verilmesi ihtiyacı doğmuştur.

2.2. Steroller

Steroller organik bileşikler olup 17 karbon atomundan ve 3 boyutlu dört halka dizisinden oluşmuşlardır. Kimyasal açıdan bakıldığında steroller steroid alkolü olup. sterol adı Yunanca'da *stereos*, dayanıklı yada bozulmayan anlamına gelmektedir. Sterolün sonuna eklenen *-ol* takısı ise alkolden gelmektedir [28].

Doğada bulunan steroller sentezlendiği kaynağa bağlı olarak, zoosteroller, fitosteroller ve mikosteroller şeklinde üç sınıfta gruplandırılırlar. Bu grupların kimyasal, fiziksel ve nutrisyonel özellikleri önemli farklılıklar göstermektedir [29].

Fitosteroller, hücre membranının önemli bir bileşeni olan triterpenler grubunda yer alırlar. Yapıları kolesterole çok benzemekle birlikte fazladan etil veya metil grubu ve yan zincirde çift bağ içerirler [30]. Bu bileşikler yapısal açıdan 4-desmetil steroller, 4-monometil steroller ve 4,4-dimetil steroller olarak üç gruba ayrılmaktadır. Genel olarak, bitkisel gıdalarda bulunan fitosteroller ve fitostanoller, 4-desmetil steroller kategorisinde yer almaktadırlar [29]. Fitosteroller doğada serbest halde veya yağ asitleri, fenolik asitler veya glikosidlerle esterleşmiş hallerde bulunurlar. 250'nin üzerinde farklı sterol bitkilerden sentezlenmiş olup, en yaygın olanları özellikle β -sitosterol, kampesterol ve stigmasterol'dür [31].



Şekil 2.1. Bazı yaygın sterollerin kimyasal yapısı: β -sitosterol, kampesterol, stigmasterol, sitostanol and kolesterol

Steroller bitkisel yağların karakteristik özelliklerini verirler. Örneğin, kolza tohumu önemli miktarda brassikasterol içerirken (100-1100 mg/kg), zeytinyağı yüksek miktarda β -sitosterol (683-2610 mg/kg) ve Δ^5 avenasterol (34-266 mg/kg); aspir ve ayçiçek tohum yağları da yüksek düzeylerde Δ^7 stigmastanol (300-500 ve 150-500

mg/kg) içerir. Bundan dolayı yağlarda fitosteroller ve diğer sabunlaşmayan bileşenler karışık yağların değerlendirilmesinde marker olarak kullanılır [30].

2.2.1. β -sitosterol

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. Bitkiler aleminde oldukça yaygın bulunurlar. *Curcubita pepo* (kabak çekirdeği), *Pygeum africanum*, pirinç kabuğu, buğday tohumu, mısır yağı ve soya fasulyesinde bulunur [32].

β -sitosterol, hem tek başına hem diğer benzer fitosterollerle beraber kullanıldığında kandaki kolesterol seviyesini indirir ve bazen hiperkolesterolemi tedavisinde kullanılır. β -sitosterol bağırsakta kolesterol emilimini inhibe eder. Sterol bağırsakta absorbe edildiğinde, lipoproteinler tarafından taşınır ve hücre zarının içine dahil edilir. Fitosteroller ve fitostanoller hem diyet ve safra kolestrol alımını inhibe eder hem de LDL ve toplam serum kolesterol seviyelerini düşürür. β -Sitosterolün yapısı kolesterole benzer olduğu için, β -Sitosterol bağırsak lümeninde üretilen misellerdeki diyet ve safra kolesterolün yerini alır. Bu da vücutta kolesterol emilimini azaltır [33].

2.2.2. Kampasterol

İlk önce kolzadan (*Brassica campestris*) izole edildiği için Kampasterol olarak isimlendirilmiştir. Birçok sebze, meyve ve tohum düşük konsantrasyonlarda kampasterol içermektedir. Muz, nar, biber, kahve, greyfurt, salatalık, soğan, yulaf, patates ve limon otu (*citronella*) yenilebilir kısmında ~ 1-7 mg/100 g kampesterol içeren yaygın kaynakların birkaç örneğidir. Kanola ve mısır yağı 16–100 mg/100 g kadar kampasterol içerir. Seviyeler değişkendir ve coğrafya ve yetiştirme ortamından etkilenir. İlave olarak farklı suşlar farklı miktarlarda bitki sterolleri içerir [34].

Düzenli beslenmede bitki sterollerinin önemli bir rolü, bu sterollerin vücuttaki kolesterolü dengeleme şeklidir. Bilim adamları kampasterol ve diğer bitkisel sterollerin çoğu kez LDL kolesterol seviyesini düşürdüğünü bulmuşlardır. Bu bazı

bilim adamlarının kampasterolü kolesterolü kontrol etmek ve kalp hastalığı riskini azaltmak için değerli bir element olarak görmesine neden olmuştur. Bununla birlikte farklı bireyler için kampasterolün çeşitli seviyelerinin etkilerinin farklı olabileceğine dikkat etmek önemlidir.

2.2.3. Brassikasterol

Brassikasterol Brassicaceae türlerinde (aynı zamanda Cruciferae veya Cruciferaea ve hardal familyasında) yaygındır ve genellikle toplam sterollerin %10'undan daha az oranında kabak, brokoli ve kanola gibi bitkilerde bulunur [35].

Bazı bitkisel yağlarla diğer daha ucuz yağların karıştırılmasında da sterollerin hemen hemen kesin ayırıcı sonuç verdiği değişik çalışmalarla doğrulanmaktadır. Örneğin %5'ten fazla kolza tohumu yağı, ayçiçeği ve yer fıstığı yağına eklendiğinde brassikasterol tespiti yapılarak karıştırma saptanabilmektedir. Kolza tohumu yağı brassikasterolü 100 mg/kg'dan çok içermektedir. Eklenen yağlarda ise bu sterol 0,2 mg/kg'dan az miktarlardadır. Brassikasterol aynı zamanda soya yağına keten tohumu yağı karıştırıldığında da ayırım için yararlıdır [30].

2.2.4. Stigmasterol

Stigmasterol, kimyasal olarak kolesterole benzeyen bitki steroller grubunun bir üyesidir. Stigmasterol (C₂₉H₄₈O) ile kolesterol (C₂₇H₄₆O) yapısal olarak karşılaştırıldığında, stigmasterolün yapısında farklı olarak yan zincirde fazladan bir etil grubu ve bir çift bağ bulunmaktadır [36].

Yapılan çalışmaların çoğu stigmasterolün kolesterol düşürücü etkisine odaklanmış olmasında rağmen, bu bitkisel sterol bileşiğine potansiyel anti-enflamatuar etkisi dahil birçok diğer bioaktivite de atfedilmektedir [37].

2.2.5. Kolesterol

1815 yılında Fransız kimyacı M.E. Chevreul tarafından bulunan kolesterolün yapısının açıklanması ve biosentez şekillerinin bulunması günümüze kadar devam etmiştir [38]. Kolesterol, insan ve hayvan doku ve hücrelerinde bulunan ve metabolizmada önemli bir rolü olan organik bir maddedir. Kanda devamlı olarak ortalama 10-12 g, bütün organizmada ise 150 g kolesterol bulunur. Kolesterol vücut için gerekli bir maddedir. Bu nedenle vücudun ihtiyacına bağlı olarak dışkı ve diğer yollarla meydana gelen kayıpları karşılamak amacı ile günde 750-1500 mg kadar, büyük bir kısmı karaciğerde geri kalan kısmı ise diğer organlarda sentezlenir. Kolesterol D vitamini ve cinsiyet hormonlarının sentezinde, kalsiyum ve fosforun kullanımında rol oynar. Ayrıca sinir hücrelerinin de önemli bileşenlerindedir. Kolesterol hayvansal kaynaklı gıda ürünlerinde bulunmaktadır. Gıdalarda bulunan kolesterol serbest halde veya yağ asitleri ile esterleşmiş haldedir. Esterleşmiş kolesterol ince bağırsak lümeninde pankreatik kolesterol enzimi tarafından hidrolize edilerek serbest kolesterol ve yağ asitlerine parçalanır. Serbest kolesterol ince bağırsak tarafından emilerek metabolize olur [39].

Yapılan çalışmalar kandaki kolesterol seviyesi ile diyetle alınan kolesterol miktarı arasında sıkı bir ilişki olduğunu göstermektedir. Diyetle alınan kolesterol miktarı arttıkça vücutta sentezlenen miktarda da bir azalma söz konusu olmaktadır. Ancak dışarıdan alınan kolesterol miktarı belli bir düzeyin üzerinde olursa kandaki kolesterol miktarı da artmaktadır. Bu nedenle günlük maksimum alınabilecek kolesterol miktarı 300 mg olarak bildirilmiştir [39].

Sağlık açısından önem taşıdığı için hayvansal kaynaklı gıdalarda kolesterol miktarının belirlenmesi konusunda yapılan çalışmalar son yıllarda hızla artmıştır. Özellikle et, yumurta, süt ve süt ürünleri üzerinde yoğun çalışmalar yapılmaktadır. Sütün en önemli sterolu kolesteroldür. Sütte % 0,015 düzeyinde bulunmaktadır [38].

Hem bitkisel steroller hem de stanoller hayvansal orijinli kolesterole çok benzer bir yapıya sahiptirler. Sadece birkaç önemli farklılık vardır: Kolesterole göre biraz farklı bir yan zincir yapılına sahiptirler ve kolesterolden farklı olarak bitki sterol ve

stanolleri, tamamen doymuş bir kimyasal yapıya sahiptir. Bu yapısal farklılıklar sterol ve stanollerin emilimini etkiler. Bitki stanollerinin sadece tahmini %0,15'inin ve bitki sterollerinin yaklaşık % 2'sine kadarının emildiği ile karşılaştırıldığında toplam kolesterolün yaklaşık %30-60'ı bağırsaklardan kan içine emilmektedir. Bitkisel sterol ve stanoller ile kolesterol arasındaki bu küçük yapısal farklılıklar bu bitkisel bileşiklerin hem diyet kolesterolün hem de karaciğer tarafından safra tuzlarına dahil edilen kolesterolün emilimini inhibe edebileceği anlamına gelmektedir. Bitkisel sterol ve stanol esterleri mevcut olduğunda kolesterol emilimi yaklaşık %20'ye düşer [31].

BÖLÜM 3. MATERYAL ve YÖNTEM

Proje üç aşamalı olarak planlanmıştır. Birinci aşamada; süt kreması ve süttten kendine özgü yöntemlerle üretilen yoğurt ve tereyağının özellikleri belirlenmiş ve sterol kompozisyonları tespit edilmiştir.

İkinci aşamada; süt kreması ve bitkisel yağ belli oranlarda karıştırılarak, bu karışımlar ile deneme yoğurt ve tereyağlar üretilmiştir.

Son aşamada ise laboratuvarda üretilen örnekler ile piyasada satılan ürünlerden alınan örneklerin TÜBİTAK'da analizleri yaptırılmış ve sterol kompozisyonları önceki iki aşamada tespit edilen sterol kompozisyonları ile karşılaştırılmak suretiyle ürünler değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada laboratuvarda üretilen 13 adet örnek ile piyasadan toplanan 26 adet tereyağı, 25 adet yoğurt ve 40 adet peynir örneği analiz edilmiştir.

3.1. Materyal

Birinci aşamada kullanılan, kendine özgü yöntemle üretilen ve saflığından emin olunan süt kreması Milkon Süt ve Gıda Mamulleri A.Ş. firmasından temin edilmiştir. Krema % 67 süt yağı içermektedir. Bitkisel yağ olarak Trio markalı bitkisel yağ kullanılmıştır. Yoğurt üretiminde kullanılan %3,5 yağlı standardize süt Ada Menekşe Süt Ürünleri firmasından temin edilmiştir.

İkinci aşamada bitkisel yağ ilaveli krema, tereyağı ve yoğurt örnekleri laboratuvar koşullarında üretilmiştir.

Üçüncü aşamada laboratuvarda üretilen örnekler ile piyasada satılan ürünlerden alınan örnekler ait oldukları firmaların isimleri ifade edilmeyip “S” harfi ile kodlanarak işaretlenmiştir. Piyasadan alınan örnekler orijinal ambalajında alınmıştır. Bu çalışmada 1 adet bitkisel yağ örneği (Kullanılan bitkisel yağın sterol kompozisyonu % 8.82 Stigmasterol, % 35.74 Beta-sitosterol, % 50.07 Sitostanol+Delta 5 av ve % 5.37 5,24-Stigmastadienol şeklindedir), laboratuvarda üretilen 4’er adet krema, tereyağı ve yoğurt örnekleri ile piyasadan toplanan 26 adet tereyağı, 25 adet yoğurt ve 40 adet peynir örneği analiz edilmiştir. Standart krema ve bitkisel yağ ile bitkisel yağ ilave edilerek üretilen krema, tereyağı ve yoğurt örneklerine ait bilgiler Tablo 3.1’deki gibidir.

Tablo 3.1. Laboratuvar ortamında üretilen örnek bilgileri

Numune Kodu	Numune Açıklaması	Bitkisel Yağ Oranı (%)
S-01	Bitkisel Yağ	100
S-02	Sade Krema	0
S-03	Bitkisel yağ-krema karışımı	5
S-04	Bitkisel yağ-krema karışımı	10
S-05	Bitkisel yağ-krema karışımı	20
S-06	Sade Tereyağ	0
S-07	Bitkisel yağ-krema karışımından elde edilen tereyağ	5
S-08	Bitkisel yağ-krema karışımından elde edilen tereyağ	10
S-09	Bitkisel yağ-krema karışımından elde edilen tereyağ	20
S-10	Yoğurt	0
S-11	Yoğurt+bitkisel yağ*	30
S-12	Yoğurt+bitkisel yağ*	60
S-13	Yoğurt+bitkisel yağ*	90

* %3,5 yağlı süt ile yapılacak yoğurtlara içerdiği yağ miktarının % 30, %60 ve %90’ı kadar bitkisel yağ ilave edilerek yoğurt mayalanmıştır.

3.2. Yöntem

Denemeler Sakarya Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında, laboratuvar koşullarında hazırlanan ve piyasada satılan ürünlerden alınan örneklerin sterol analizi ise TÜBİTAK’ta gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Laboratuvar koşullarında örneklerin hazırlanması

Laboratuvar koşullarında örneklerin hazırlanmasında %67 yağlı süt kreması, sade bitkisel yağ ve %3,5 yağlı süt kullanılmıştır. Sade bitkisel yağ (S-01) ve süt kreması (S-02) kodlanarak kontrol numunesi olarak ayrılmıştır.

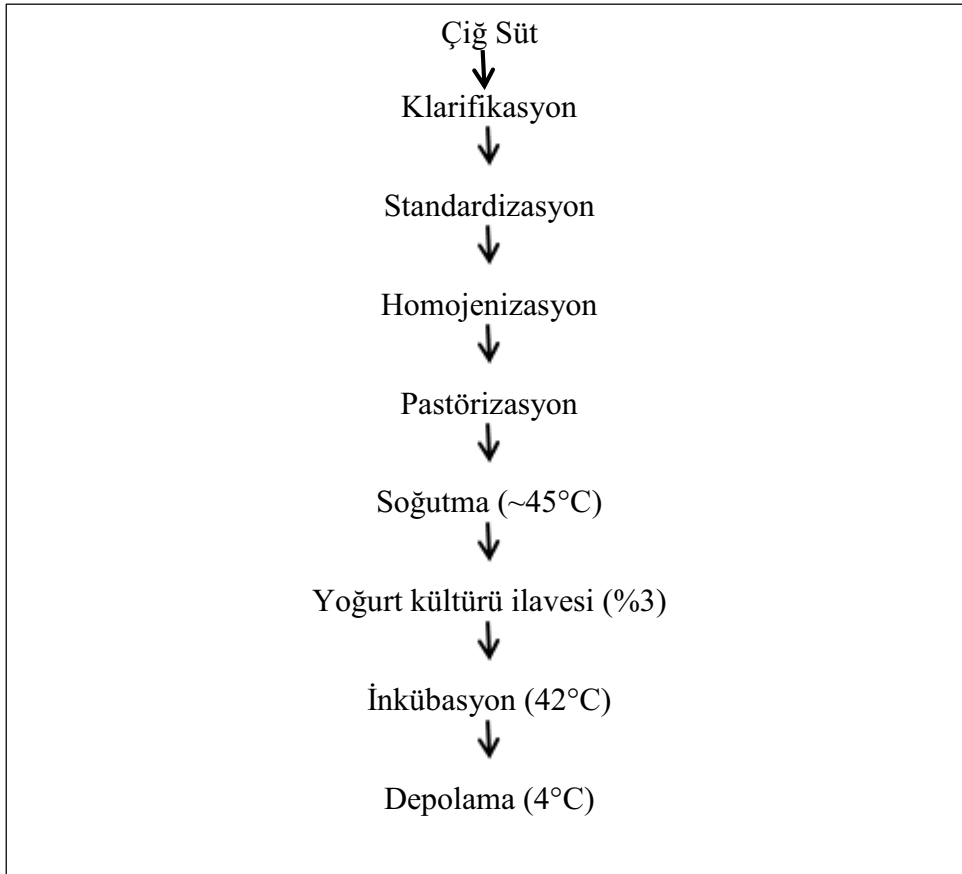
İlk aşamada %5, %10 ve %20 bitkisel yağ içerecek şekilde bitkisel yağ ve krema karışımları hazırlanmıştır. Karışımlar hazırlanmadan önce bitkisel yağ daha homojen karışım sağlanabilmesi için 40°C'yi geçmeyecek şekilde ısıtılarak yumuşatılmıştır. Belirtilen oranlar sağlanacak şekilde hazırlanan yağ karışımı el ve düşük devirli mikser yardımıyla karıştırılarak homojen hale getirilmiştir. Daha sonra Şekil 3.1'de gösterildiği şekilde %67 yağlı süt kremasından sade (kontrol) tereyağı ve %5, %10 ve %20 bitkisel yağ içeren karışımlardan tağış edilmiş tereyağları üretilmiştir. Hazırlanan örnekler yaklaşık 0,75 kg olacak şekilde plastik numune kaplarına konularak 4°C'de muhafaza edilmiştir.



Şekil 3.1. Deneme ve bitkisel yağ katkılı tereyağı örneklerinin hazırlanma şeması

Kontrol yoğurdu üretiminde kullanılan proses basamakları şekil 3.2'de gösterilmiştir. Yoğurt üretiminde kullanılan %3,5 yağlı standardize süt Ada Menekşe Süt Ürünleri firmasından temin edilmiştir. Pastörizasyon dahil tüm ön işlemler yoğurt üretiminde kullanılan sütün temin edildiği firmada gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar ortamında 45°C'ye soğutulan süt %3 yoğurt kültürü ile mayalanarak, pH değeri 4,6-4,7'ye

ulaşana kadar 42°C’de inkübe edilmiştir. Tağış edilmiş yoğurtların üretiminde yoğurt sütünün içerdiği sütün yağı miktarı hesaplanarak, bu miktarın %30, %60 ve %90’ı kadar bitkisel yağ süte ilave edilmiştir. Yoğurtlar inkübasyondan sonra hızlıca soğutularak 4°C’de muhafaza edilmiştir.



şekil 3.2. Yoğurt üretim basamakları

3.2.2. Sterol analizi

Laboratuvar koşullarında hazırlanan ve piyasada satılan ürünlerden alınan örneklerin analizi TÜBİTAK’da TS EN ISO 12228 yöntemine göre gerçekleştirilmiştir. Hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlarda sterol içeriğinin ve bileşimlerinin gaz kromatografik yöntemle tayinini kapsayan metot ile ilgili detaylar aşağıda verilmiştir [40].

3.2.2.1. Alüminyum oksit kolonunun hazırlanması

10 g alüminyum oksit 20 ml etanol (%95 saflıkta) içinde süspansiyon edilir ve oluşan kıvamlı çözelti cam kolona dökülür. Alüminyum oksitin çökmesi ve çözücü seviyesinin alüminyum oksit tabakasının üst seviyesine ulaşması için bekletilir.

3.2.2.2. Sabunlaşmayan maddenin özütlenmesi

İç standard çözeltisinden (betulin, asetonda 1,0 mg/mL'lik çözeltisi) tam olarak 1,00 ml, deney numunesi kısmına ilave edilir. 5 ml etanollü potasyum hidroksit çözeltisi ile bir kaç kaynama taşı ilâve edilir. Balon, geri akış yoğunlaştırucusuna takılır ve 15 dakika süreyle içerik yavaşça kaynar vaziyette tutulur. Isıtma işlemine son verilir. Şişe içeriği sıcak iken 5 ml etanol çözeltisi ile hemen seyreltilir ve homojen hale getirmek için şişe yavaşça döndürülür veya çalkalanır. Bu çözeltiden, bir pipetle 5 ml alınarak, hazırlanan alüminyum oksit kolonunun tepesinden dökülür. Eluat, 50 ml'lik yuvarlak dipli bir balona toplanır ve çözücü, alüminyum oksit tabakasının en üst seviyesine ulaşınca kadar beklenir. Sabunlaşmayan madde, ilk olarak 5 ml etanolla ve daha sonra 30 ml dietil eter ile 2 ml/mm'lik akış hızında, elue edilir. Çözücüler, döner buharlaştırıcı yardımıyla, ortamdaki uzaklaştırılır.

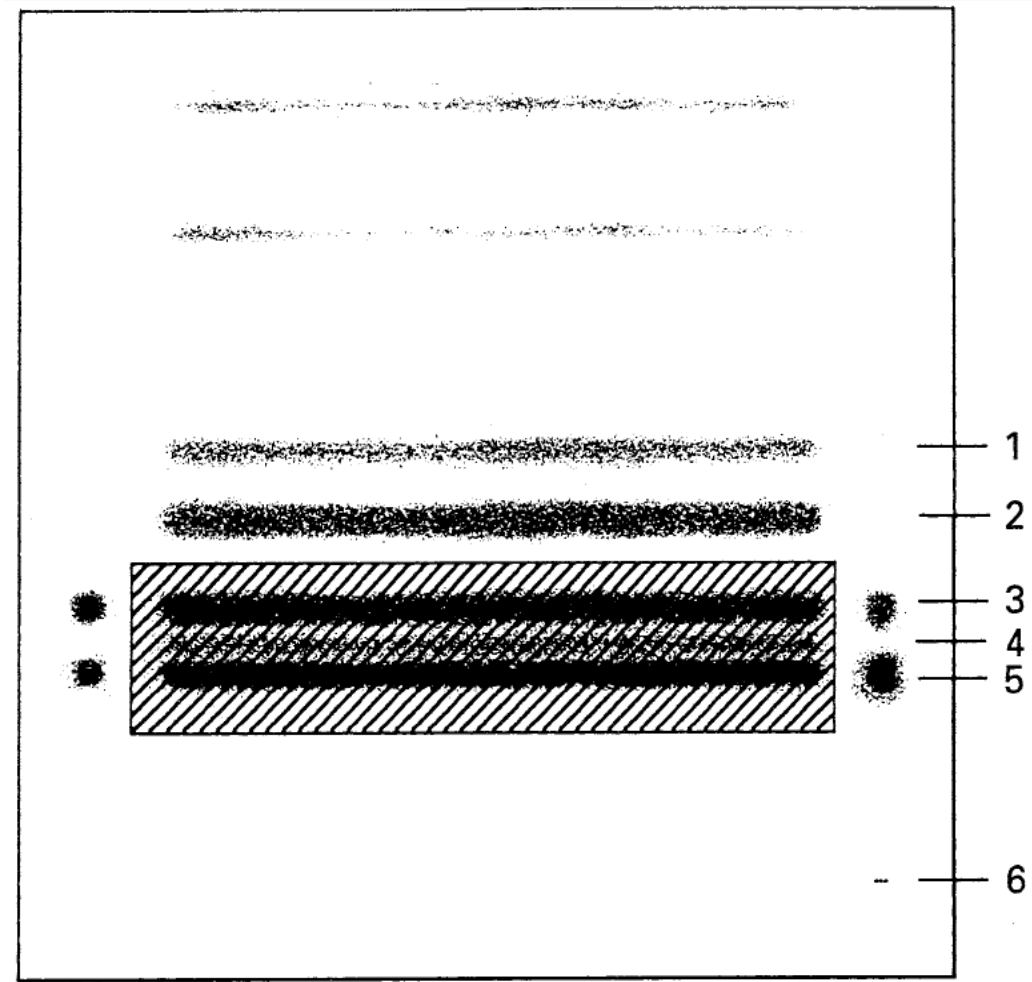
3.2.2.3. İnce tabaka kromatografisi

Elde edilen sabunlaşmayan madde, az miktarda dietil eterde çözülür. Çözelti mikro şırınga kullanılarak TLC plakası üzerine, daha alttaki kenardan, 2 cm mesafedeki bir hattan tatbik edilir. Plakanın her bir kenarından en az 3 cm'lik bir boşluk bırakılır. Plâka kenarından 1,5 cm mesafeden, TLC standard çözeltisinden 5 µl'lik madde tatbik edilir. Geliştirme tankı yaklaşık 100 ml geliştirme çözeltisi ile doldurulur. Plâka tanka yerleştirilir ve çözücü üstteki kenara erişinceye kadar geliştirilir. Plâka tanktan çıkarılır ve çeker ocak içerisinde çözücünün buharlaşması için bekletilir.

3.2.2.4. Sterollerin ortamdan ayrılması

Yarı geçirgen (daha koyu) bir zemin üzerinde, beyaz renkte sterol ve betülin bölgeleri görülünceye kadar, plâkalara metanol püskürtülür. Betulin bölgesi, sterol bölgesinin biraz altında görülür. Görünür bölgenin 2 mm üzerinde ve 4 mm altında, standard lekeler yüksekliğindeki bölgeler işaretlenir (Şekil 3.3). Tabakanın bu kısmı, bir spatula ile tamamıyla kesilir. Silika niceliği küçük bir beher içinde toplanır.

Toplanan silika jel için, 0,5 ml etanol ilâve edilir. 5 ml'lik dietil eter ile üç kez, beherdeki silika jel eritilir ve balona süzülür. Ekstraktla birleşen eter, döner buharlaştırıcıda yaklaşık 1 ml'ye kadar buharlaştırılır ve arta kalan çözelti reaksiyon şişesine aktarılır. Reaksiyon şişesindeki çözelti, azot akımıyla sürüklenip uzaklaştırılır.



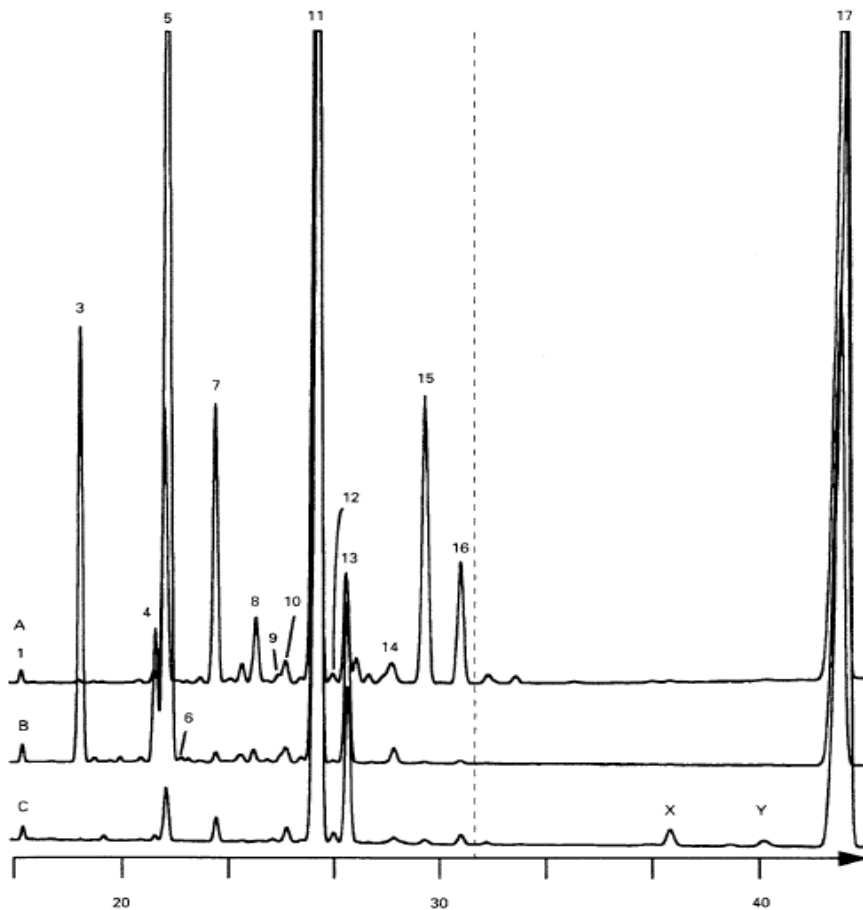
Şekil 3.3. TLC ile sabunlaşmayan maddeden sterollerin ayrımı

3.2.2.5. Sterol trimetilsilil eterlerin hazırlanması

İzole edilmiş sterollerini ihtiva eden reaksiyon şişesine 100 µL sililleme reaktifi ilâve edilir. Şişenin ağzı iyice kapatılır ve sıcaklığı 105°C'a ayarlanmış fırında 15 dakika süreyle ısıtılır. Reaksiyon şişesinin oda sıcaklığına soğuması için bekletilir ve çözelti gaz kromatografa doğrudan enjekte edilir.

3.2.2.6. Gaz kromatografisi

Şekil 3.4'deki gibi kromatogramlar elde edilecek şekilde, sıcaklık programı ve taşıyıcı gaz akış hızı, en uygun şekilde ayarlanır. Şekil 3.4'de görüldüğü gibi, bilinen yağlardan elde edilen silillenmiş sterolle, ayırma işlemi denir.



Şekil 3.4. Ayçiçek yağı (A), kolza yağı (B) ve zeytin yağındaki (C) sterollerin GLC'si

Not 1 - Aşağıdaki parametreler denenmiş ve yararlı oldukları görülmüştür:

GC kolonu: SE - 54

Uzunluk: 50 m

İç çap: 0,25 mm

Film kalınlığı: 0,10 μ m

Taşıyıcı gaz: H₂

Taşıyıcı gaz akış hızı: 36 cm/s

Bölme oranı: 1/20

Detektör / enjektör: 320°C

Sıcaklık programı; 4°C/mm'lik hızda: 240°C - 255°C

Enjeksiyon hacmi: 1 μ L

Eşdeğer kalitede kılcal kolonlar da kullanılabilir.

3.2.2.7. Sterollerin teşhisi

Deney numunesinde bulunan sterollerin teşhisi için, aranmakta olan sterolün alıkonma süresinin (AS) kolestrol ve/veya betulin'nin RT'sine bölünerek bağıl alıkonma süreleri (BAS) belirlenir. Tablo 3.2'de SE-54 durgun fazda, çeşitli sterollerin bunlara karşılık gelen kolesterol (BASK) ve betulin (BASB)'nin BAS'leri gösterilmektedir.

Tablo 3.2. Her bir sterolün ve betulinin, BAS ile GLC pik teşhisleri

Pik	Yaygın adlar	Steroller	BASK	BASB
1	Kolesterol	Kolest - 5 en - 3 β - ol	1,00	0,44
2	Kolestanol	5 α - kolestan - 3 β - ol	1,02	0,45
3	Brasikasterol	[24 S] - 24 - Metil kolesta - 5, 22 - dien - 3 β - ol	1,09	0,48
4	24 - Metilen kolesterol	24 - Metilan kolesta - 5, 24 - dien - 3 β - ol	1,21	0,53
5	Kampesterol	[24 R] - 24 - Metil kolest - 5 - en - 3 β - ol	1,23	0,54
6	Kampestanol	[24 R] - 24 - Metil kolestan - 3 β - ol	1,25	0,55
7	Stigmasterol	[24 S] - 24 - Etil kolesta - 5, 22 - dien - 3 β - ol	1,31	0,57
8	Δ 7 - Kampesterol	[24 R] - 24 - Metil kolest - 7 - en - 3 β - ol	1,38	0,59
9	Δ 5, 23 - Stigmastadienol	[24 R, S] - 24 - Etil kolesta - 5, 23 - dien - 3 β - ol	1,40	0,60

Tablo 3.3. Her bir sterolün ve betulinin, BAS ile GLC pik teşhisleri (devamı)

10	Klersterol	[24 S] - 24 - Etil kolesta - 5, 25 - dien - 3 β - ol	1,42	0,62
11	Sitosterol	[24 R] - 24 - Etil kolest - 5 - en - 3 β - ol	1,47	0,64
12	Sitostanol	[24 S] - 24 - Etil kolestan - 3 β - ol	1,50	0,65
13	Δ 5 - Avenasterol	[24 Z] - 24 (28) - Etiliden - kolest - 5 - en - 3 β - ol	1,52	0,66
14	Δ 5, 24 - Stigmastadienol	[24 R, S] - 24 - Etil kolesta - 5, 24 - dien - 3 β - ol	1,59	0,69
15	Δ 7 - Stigmastenol	[24 R, S] - 24 - Etil kolest - 7 - en - 3 β - ol	1,65	0,72
16	Δ 7 - Avenasterol	[24 Z] - 24 (28) - Etiliden - kolest - 7 - en - 3 β - ol	1,70	0,74
X	Eritrodiol		2,03	0,88
Y	Uvaol		2,17	0,95
17	Betulin	Lup - 20 [29] - ene - 3 β , 28 - diol	2,30	1,00

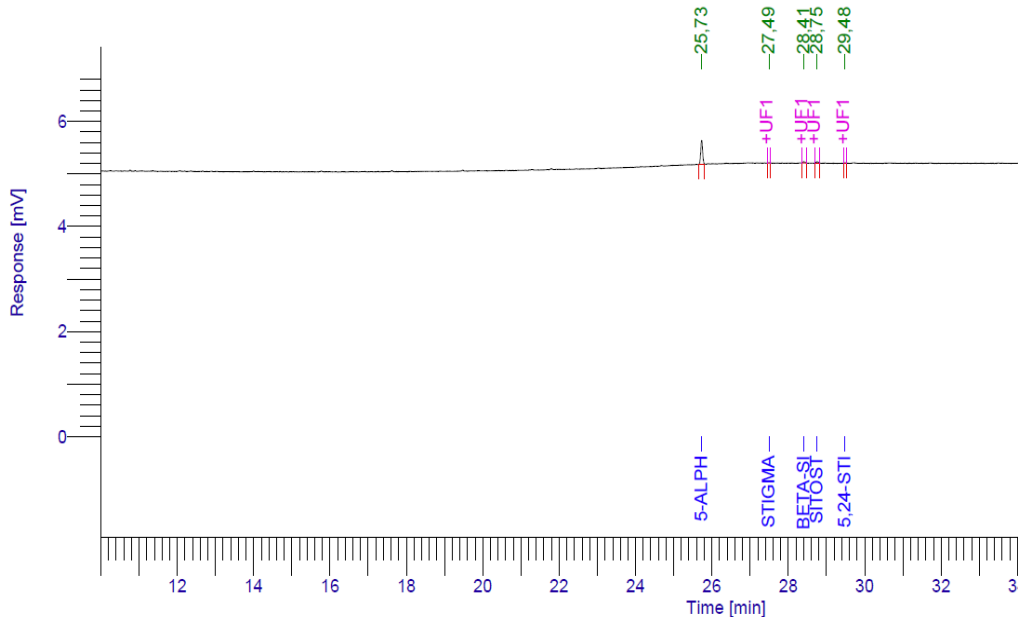
BASK: Kolesterol = 1,00 esasına göre bağıl alıkonma süresi

BASB: Betulin = 1,00 esasına göre bağıl alıkonma süresi

BÖLÜM 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

4.1. Laboratuvar Koşullarında Üretilen Süt Ürünlerinin Değerlendirilmesi

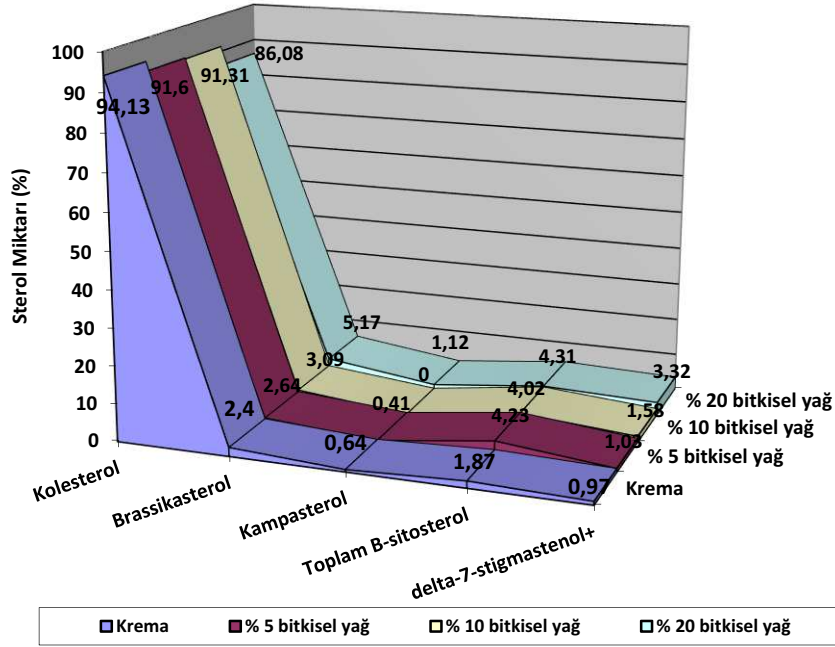
Yapılan ön denemelerde krema, tereyağı ve yoğurt örneklerine değişik oranlarda bitkisel yağ ilavesi gerçekleştirilmiştir. İlave edilen bitkisel yağın sterol kompozisyonu Şekil 4.1’de gösterilmiştir.



Şekil 4.1. Bitkisel yağa ait GC Kromatogram

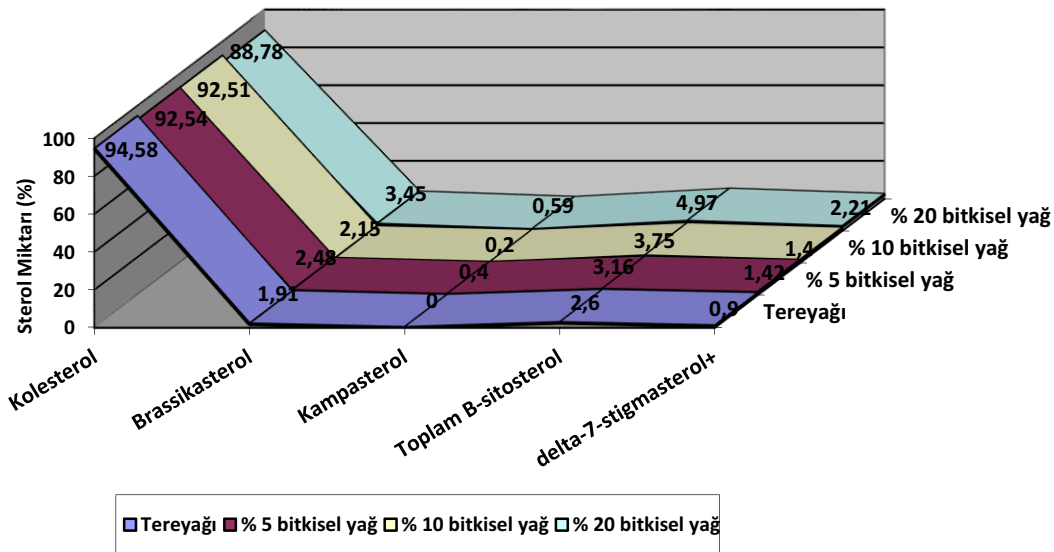
İlave edilen bitkisel yağların krema, tereyağı ve yoğurdun sterol bileşenlerinde neden olduğu değişiklikler Şekil 4.2, 4.3 ve 4.4.’de verilmiştir. Şekil 4.2’ de görüldüğü gibi ilave edilen bitkisel yağ miktarı arttıkça kremadaki kolesterol miktarı düzenli bir azalma göstermiştir. Normal kremada % 94.13 olan kolesterol miktarı % 20 bitkisel yağ ilave edilen kremada % 86.08’e azalmıştır. Brassikasterol ve delta 7-stigmasterol miktarları ise düzenli bir şekilde artış göstermiştir. Normal kremada bu sterollerin miktarı sırasıyla % 2.40 ve % 0.97 iken % 20 bitkisel yağ ilaveli örneklerde % 5.17 ve

% 3.32 olmuştur. Kampasterol ve β -sitosterol miktarları da artmış olmasına rağmen bu artışlar düzenli değildir. Kampasterol miktarı % 10 oranında bitkisel yağ ilavesine kadar azalma, % 20 ilaveli kremada ise önemli bir artma göstermiştir.



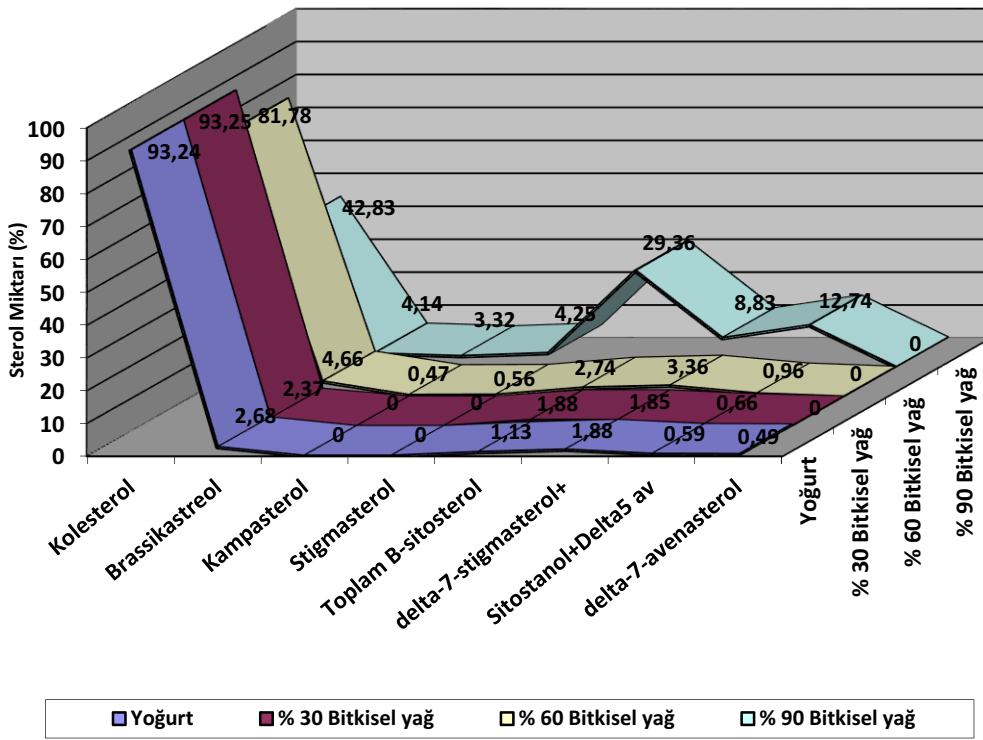
Şekil 4.2. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilmiş olan krema örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişimler

Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilen kremalardan üretilen tereyağlarının sterol içerikleri kremaya benzer bir yapı göstermiştir (Şekil 4.3). % 94.58 olan kolesterol miktarı % 20 bitkisel yağ ilaveli örnekte % 88.78'e azalmıştır. Brassikasterol, β -sitosterol ve delta 7-stigmastenol miktarları ise düzenli bir şekilde artış göstermiştir. Kontrol tereyağında bu sterollerin miktarı sırasıyla % 1.91, % 2.60 ve % 0.90 iken % 20 bitkisel yağ ilaveli örneklerde % 3.45, % 4.97 ve % 2.21 olarak belirlenmiştir. Kampasterol miktarında da artış olmasına rağmen bu artış düzenli değildir. Kremaya göre brassikasterol, delta 7-stigmastenol ve kampasterol miktarındaki artış daha az, β -sitosterol miktarındaki artış ise daha fazla olmuştur.



Şekil 4.3. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilen kremalardan üretilen tereyağı örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişimler

%3.5 yağlı 900 ml süte, üretilecek olan yoğurtların yağ miktarının % 30, % 60 ve % 90'ı kadar bitkisel yağ ilave edilerek yoğurt mayalanmıştır. Şekil 4.4'de elde edilen yoğurtların ilave edilen bitkisel yağ oranları ile orantılı bir şekilde değişiklik gösteren sterol içeriğine sahip olduğu görülmektedir. Krema ve tereyağına göre yoğurtların sterol çeşitliliği önemli farklılıklar göstermiştir. Normal yoğurtta % 93.24 olarak tespit edilen kolesterol miktarı yağ esası üzerinden % 90 oranında bitkisel yağ ilave edilmiş olan yoğurtta % 42.83'e düşmüştür. Kampasterol ve stigmasterol normal yoğurtta ve % 30 bitkisel ilaveli yoğurtta tespit edilememiştir. % 60 bitkisel yağ ilaveli yoğurtta ise sırasıyla % 0.47 ve % 0.56 olarak tespit edilmiş, % 90 bitkisel yağ ilaveli yoğurtlarda ise % 3.32 ve % 4.25'e ulaşmıştır. Normal yoğurtta %2.68 olan brassikasterol miktarı ise ilave edilen bitkisel yağ oranına bağlı olarak sürekli artış göstermiştir. β -sitosterol miktarı ise normal yoğurtta % 1.13 iken % 60 bitkisel yağ ilaveli yoğurtta %2.74'e artmış, % 90 ilaveli yoğurtta ise büyük bir sıçrama göstererek % 29.36'ya ulaşmıştır.



Şekil 4.4. Değişik oranlarda bitkisel yağ ilave edilmiş sütlerden üretilen yoğurt örneklerinin sterol kompozisyonunda meydana gelen değişimler

4.2. Piyasadan Toplanan Tereyağı Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi

Türkiye'nin değişik bölgelerinde üretilip Sakarya piyasasında satışa sunulan toplam 26 yağ örneği yaklaşık bir yıllık dönem içerisinde piyasadan toplanarak analize tabii tutulmuş, belirlenen sterol yapıları da Tablo 4.1'de verilmiştir. Tablodan da görüldüğü gibi yağlarda tespit edilen kolesterol miktarları % 99.15 ile % 2.38 arasında değişmiştir. Standart tereyağı örneğinde belirlenen kolesterol miktarı %94.58 olduğuna göre ve % 10 bitkisel yağ ilave edilen örneklerde bu oran % 92.50 ye düştüğüne göre, bu değer altında kolesterol içeren yağların hileli olduğu kabul edilebilir. Bu değerlendirmeye göre örneklerin 8 tanesinde kolesterol miktarı bu sınır değerinin altındadır. Yani piyasada satışa sunulan tereyağı örneklerinin yaklaşık %30' u kolesterol sonuçlarına göre bitkisel yağ katkıdır, yani hilelidir. Bitkisel yağ katılma oranı 1 örnek hariç diğerlerinin tümünde % 20' nin üzerindedir. Hatta örneklerin 4'ünde kolesterol yok denecek kadar az orandadır.

Tablo 4.1. Piyasada satışa sunulan tereyağlarında belirlenen sterol miktarları

Örnek	Kolesterol	Brassikasterol	Kampasterol	Stigmasterol	Toplam β -sitosterol
1	97,11	1,37	0	0	0
2	98,67	1,06	0	0	0
3	98,87	1,13	0	0	0
4	99,15	0,85	0	0	0
5	95,87	0	0	0	1,91
6	95,87	0	0	0	1,91
7	2,76	0	14,36	8,76	48,69
8	98,56	1,11	0	0	0
9	98,18	0	0	0	0
10	2,93	1,74	17,02	10,12	58,8
11	98,86	0	0	0	0
12	98,59	0	0	0	0
13	99,06	0	0	0	0
14	98,36	0	0	0	0
15	8,80	0	10,25	4,76	69,19
16	94,22	0	0	0	0
17	98,97	0	0	0	0
18	62,35	0	7,87	5,67	22,83
19	98,68	0	0	0	0
20	98,72	0	0	0	0
21	2,38	0	19,96	14,37	55,36
22	96,67	0	0	0	0
23	17,83	2,89	15,52	5,53	50,9
24	89,74	0	1,75	0,89	5,75
25	98,90	0	0	0	0
26	83,88	0	6,28	0	9,84

Standart tereyağı örneğinde belirlenen brassikasterol oranı % 1.91 olarak tespit edilmiştir(Şekil 4.3). Piyasadan toplanan yağ örneklerinin çoğunda brassikasterol belirlenemezken, tespit edilen en yüksek oran da % 2.89 olmuştur. Bu sterol miktarı esas alındığında bu örnek hariç, diğer tüm piyasa örnekleri normal olarak değerlendirilebilir. Ancak ilave edilen bitkisel yağın sterol kompozisyonunun değerlendirilmede dikkate alınması gerekmektedir. Bu çalışmada brassikasterol sonuçları tereyağında taşıdığı belirlemede net bir sonuç vermemiştir.

Kampasterol miktarları göz önünde bulundurulduğunda kolesterol miktarı düşük olan örnekler hariç diğerlerinde tespit edilememiştir. Analiz edilen normal tereyağında da kampasterol tespit edilememiştir. Ancak, % 20 bitkisel yağ ilaveli örneklerde bu sterol belirgin bir şekilde tespit edilebilmiştir (% 0.59). Kolesterol miktarı ile hileli olarak kabul edilen yağlar kampasterol oranlarına göre de % 20'nin üzerinde bitkisel yağla taşınmıştır. Kampasterol oranları ile kolesterol oranları paralellik göstermekte, azalan kolesterol miktarı ile kampasterol miktarı artmaktadır. Yani kampasterol oranı yağlara yapılan bitkisel yağ hilelerinin tespitinde belirleyicidir.

Piyasada satılan örneklerde belirlenen stigmasterol oranları 0 ile % 14.37 arasında değişmiştir. Tereyağı örneklerinin 18'inde stigmasterol belirlenememiştir. Standart tereyağı örneğinde belirlenen değer de % 0.9 dur. % 20 bitkisel yağ ilave edilen tereyağı örneğinde bu sterolün oranı % 2.21 olmuştur. Analiz edilen yağ örneklerinin 7'sinde stigmasterol oranı bu miktarın üzerinde bulunmuştur. Stigmasterol sonuçları kampasterol değerleri ile pozitif, kolesterol sonuçlarıyla da negatif bir paralellik göstermektedir. Yani bitkisel yağ ilavesinin tespitinde kolesterol gibi önemli bir belirleyicidir.

Standart tereyağı örneğinde % 2.6 oranında β -sitosterol belirlenmiş, bu oran % 10 ve 20 bitkisel yağ ilaveli örneklerde sırasıyla % 3.75 ve % 4.97 olmuştur. Yani artan bitkisel yağ miktarına paralel olarak artış göstermiştir. Piyasa yağlarının 13 tanesinde β -sitosterol belirlenememiştir. Diğerlerinde ise % 1.91 ile % 69.19 arasında değişmiştir. Bunlardan % 1.91 oranında β -sitosterol içeren yağ örneği hariç diğer örnekler hileli olarak kabul edilen örneklerdir ve bunlarda β -sitosterol miktarları kontrolden önemli oranda daha yüksektir. β -sitosterol miktarı da kolesterol miktarı ile

negatif bir paralellik gösterirken, diğer sterollerle pozitif bir paralellik göstermektedir. β -sitosterol de tereyağına katılan bitkisel yağ miktarını belirleyicidir.

Süt yağındaki palm yağının tespiti üzerine yapılan bir araştırmada, süt yağına değişik oranlarda palm yağı ilave edilmiştir. Elde etmiş olduğumuz sonuçlara benzer şekilde artan palm yağı ile kolesterol miktarı azalmış, sitosterol miktarında ise artış gözlenmiştir. Sitosterol miktarının ilave edilen bitkisel yağı belirlemede en duyarlı bileşen olduğu da tespit edilmiştir [41]. Pek çok bitkisel yağda baskın sterol sitosteroldür.

4.3. Piyasadan Toplanan Yoğurt Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi

Türkiye’de üretilen ve Sakarya piyasasında satışa sunulan toplam 25 yoğurt örneği yaklaşık bir yıllık periyot içerisinde piyasadan toplanarak analize tabii tutulmuş, tespit edilen sterol kompozisyonları Tablo 4.2’de gösterilmiştir.

Yoğurt örneklerinde tespit edilen sterol kompozisyonları incelendiğinde kolesterol miktarının %56,84 ile %99,40 arasında değiştiği görülmektedir. Laboratuvar koşullarında üretilen standart yoğurt örneğinde kolesterol miktarının %93,24 olarak tespit edildiği, tağşiş edilen örneklerde ise bitkisel yağ ilavesi arttıkça kolesterol miktarının düştüğü dikkate alındığında iki örneğin bitkisel yağ içerdiği sonucuna varılmaktadır.

Söz konusu örneklerin sterol kompozisyonları incelendiğinde bitkisel sterol miktarları dikkat çekmektedir. 1 nolu örnek % 76.49 kolesterol içerirken, % 2.96 kampasterol, % 3.04 stigmasterol ve % 17.27 toplam β -sitosterol içermektedir. 5 nolu örnek ise %56.84 kolesterol içerirken, %10.38 kampasterol, %4.78 stigmasterol ve % 28.01 toplam β -sitosterol içermektedir. Kolesterol miktarındaki azalmanın yanında β -sitosterol miktarındaki belirgin artış da bu örneklerde tağşiş yapıldığını kanıtlamaktadır.

Tablo 4.2. Piyasada satışa sunulan yoğurtlarda belirlenen sterol miktarları (%)

Örnek	Kolesterol	Brassikastreol	Kampasterol	Stigmasterol	Toplam β -sitosterol
1	76,49	0	2,96	3,04	17,27
2	93,35	1,15	0,19	0	0,55
3	98,60	0	0,24	0	0,41
4	96,00	2,65	0,55	0	0,80
5	56,84	0	10,38	4,78	28,01
6	99,22	0,21	0,21	0	0,36
7	98,69	0,46	0	0	0,66
8	99,38	0,62	0	0	0
9	99,31	0,49	0	0	0
10	97,43	0	0	0	0,76
11	99,08	0	0	0	0
12	99,39	0	0	0	0
13	95,22	0	0	0	1,31
14	97,48	0	0	0	0
15	95,83	0	0	0	1,86
16	94,90	0	0	0	1,76
17	98,30	0	0	0	0,97
18	98,36	0	0	0	0,88
19	94,86	0	0	0	1,21
20	97,92	0	0	0	0
21	98,72	0	0,14	0	0,41
22	99,55	0	0,20	0	0,25
23	94,03	2,96	0	0	3,01
24	98,70	0,54	0	0	0,76
25	99,34	0	0,22	0	0,41

Standart yoğurt örneğinde toplam β -sitosterol miktarı % 1.13 olarak belirlenmiştir, bu oran bitkisel yağ ilaveli örneklerde sırasıyla % 1.88, % 2.74 ve % 29.36 olmuştur. Yani artan bitkisel yağ miktarına paralel olarak β -sitosterol miktarı da artış göstermektedir. 1 nolu örneğin % 17.27 ve 5 nolu örneğin ise %28.01 β -sitosterol içerdiği dikkate alındığında her iki örneğin içerdiği yağ miktarının yaklaşık % 50 kadarının bitkisel yağ olduğu anlaşılmaktadır.

Piyasadan toplanan örneklerin analizleri sonucunda bu iki örnek dışından tüm numunelerde stigmasterol miktarı sıfırdır. Bu sonuç standart örneklerin analiz sonucuyla da paralellik göstermektedir. Kontrol yoğurt örneğinde de stigmasterol belirlenememiştir. Bu oran % 60 bitkisel yağ ilaveli yoğurtta % 0.56 , % 90 bitkisel yağ ilaveli yoğurtta ise % 4.25'e çıkmaktadır. Bu sonuçlarla karşılaştırıldığında da 1 ve 5 numaralı örneklere yüksek miktarda bitkisel yağ ilave edildiği sonucuna varılmaktadır.

Piyasada satılan örneklerde belirlenen kampasterol oranları 0 ile % 10.38 arasında değişmiştir. Yoğurt örneklerinin 16 tanesinde kampasterol tespit edilememiştir. Standart yoğurt örneği ve % 30 oranında bitkisel yağ ilaveli yoğurt örneğinde de kampasterol belirlenememiştir. % 60 bitkisel yağ ilave edilen yoğurt örneğinde bu sterolün oranı % 0.47, % 90 bitkisel yağ ilave edilen yoğurt örneğinde ise % 3.32 olarak tespit edilmiştir. Analiz edilen yoğurt örneklerinin sadece üç tanesinde bu oran % 0.47'nin üzerinde bulunmuştur. 1 numaralı örnekte % 2.96 ve 5 numaralı örnekte % 10.38 olarak tespit edilen kampasterol miktarı, yine bu örneklerde tağşiş yapıldığı sonucunu desteklemektedir. Her ne kadar 4 numaralı örnekte kampasterol miktarı % 0.55 olarak tespit edilmişse de, diğer sterollerin miktarları standart yoğurt örneğinin sonuçları ile uyumlu olduğundan bu örnek hilesiz olarak kabul edilmiştir.

Standart yoğurt örneğinde belirlenen brassikasterol oranı % 2.68 olarak tespit edilmiştir (Şekil 4.4). Piyasadan toplanan yoğurt örneklerinin biri hariç tamamında bu orandan daha az brassikasterol miktarı belirlenmiştir. Tespit edilen en yüksek oran 23 numaralı örnekte % 2.96'dır. Bu örnek % 94.03 kolesterol, % 3.01 β -sitosterol içermektedir. Standart yoğurt örneğinin toplam β -sitosterol miktarı % 1.13 olup, %60 bitkisel yağ ilaveli yoğurtta bu oran % 2.74'e çıkmaktadır. Diğer örneklere kıyasla

düşük olan kolesterol miktarı ile brassikasterol ve β -sitosterol miktarları dikkate alındığında bu örneğin de bitkisel yağ içerdiği sonucuna varılmıştır.

4.4. Piyasadan Toplanan Peynir Örneklerinin Sterol Kompozisyonlarının Değerlendirilmesi

Çeşitli bölgelerde faaliyet gösteren işletmelerde üretilerek Sakarya'da satışa sunulan başta kaşar peyniri olmak üzere eritme peyniri ve diğer peynir çeşitlerinden toplam 40 örnek yaklaşık bir yıllık periyot içerisinde piyasadan toplanarak analize tabii tutulmuş, tespit edilen sterol kompozisyonları Tablo 4.3'de gösterilmiştir.

Piyasadan toplanan toplam 24 adet kaşar peyniri numunesinin sterol kompozisyonları incelendiğinde 14 numaralı örneğin % 4,18 β -sitosterol, %1,74 kampasterol ve %0,56 stigmasterol ; 23 numaralı örneğin ise % 20,43 β -sitosterol, %8,33 kampasterol ve % 4,62 stigmasterol içerdiği tespit edilmiştir. Laboratuvar ortamında üretilen tüm örneklerin analizi sonucunda örneklerde bitkisel yağ miktarındaki artışa paralel olarak β -sitosterol miktarının da düzenli olarak arttığı gözlemlenmiştir. Piyasadan toplanan kaşar peyniri örneklerinin sonuçları da bu kapsamda değerlendirildiğinde her iki örnekte de tespit edilen bitkisel sterollerin miktarları bu ürünlerde taşıdığı yapıldığını göstermektedir.

Ayrıca bu çalışma kapsamında 5 adet eritme peyniri numunesi alınmış olup, tüm numunelerin kolesterol içeriklerinin yüksek, bitkisel sterol içeriklerinin ise hemen hemen tamamında sıfır olduğu görülmüştür.

Piyasadan toplanan diğer peynir çeşitlerinin sonuçları incelendiğinde de herhangi bir taşıdığı tespit edilememiştir. Alınan toplam 11 numunede kolesterol oranları %93,49 ile %99,31 arasında değişiklik göstermektedir. Tüm numunelerde β -sitosterol miktarının %2'nin altında olduğu görülmüştür. Ürünlere katılan bitkisel yağ miktarı β -sitosterol oranı ile paralellik gösterdiğinden ve diğer bitkisel sterol miktarları da bitkisel yağ varlığını kanıtlayacak miktarda olmadığından bu 11 numunenin sonucu da olumlu olarak değerlendirilmiştir.

Tablo 4.3. Piyasada satışı sunulan bazı peynir çeşitlerinde belirlenen sterol miktarları (%)

Örnek	Ürün Çeşidi	Kolesterol	Brassikasterol	Kampasterol	Stigmasterol	Toplam β -sitosterol
1	Kaşar Peyniri	97,63	1,73	0	0	0
2		98,64	1	0,35	0	0
3		99,09	0,91	0	0	0
4		99,09	0,91	0	0	0
5		94,27	1,11	0	0	0
6		98,96	0	0	0	0
7		99,6	0	0	0	0
8		99,8	0	0	0	0
9		98,70	0	0	0	0
10		99,34	0	0	0	0
11		99,12	0	0	0	0
12		97,99	0	0	0	0
13		98,26	0	0	0	0
14		92,24	0	1,74	0,56	4,18
15		98,63	0	0	0	0
16		98,57	0	0	0	0
17		99,01	0	0	0	0
18		98,85	0	0	0	0
19		99,10	0	0	0	0
20		98,73	0	0	0	0
21	99,65	0	0	0	0	
22	99,13	0	0	0	0	
23	64,60	0	8,33	4,62	20,43	
24	98,70	0	0	0	0	
25	Eritme Peyniri	96,38	1,07	0	0	0
26		96,75	0	0	0	0
27		99,52	0	0	0	0
28		99,18	0	0	0	0
29		98,97	0	0	0	0

Tablo 4.4. Piyasada satışı sunulan bazı peynir çeşitlerinde belirlenen sterol miktarları (%) (devamı)

30	Civil Peyniri	96,00	0	0	0	1,92
31	Beyaz Peynir	98,47	0	0,65	0	0
32	Beyaz Peynir	99,12	0	0	0	0
33	Beyaz Peynir	99,00	0	0	0	0
34	Abaza Peyniri	99,31	0,34	0	0	0
35	Abaza Peyniri	99,11	0,64	0	0	0
36	Telli Peynir	98,04	0	0	0	0
37	Örgü Peyniri	93,49	2,12	0,36	1,43	0
38	Krem Peynir	98,49	0,82	0	0	0,31
39	Krem Peynir	96,22	2,63	0	0	0
40	Kolat Peynir	98,85	0	0	0	0

4.5. Sonuçların Değerlendirilmesi

Bu araştırmada piyasada satışı sunulan bazı süt ve süt ürünlerinin bitkisel yağlarla tağış edilip edilmediğini anlamak için Gaz Kromatografisi ile sterol kompozisyonu tespit edilmiştir. Tespit edilen sterol miktarlarının doğruluğunu teyit etmek için de belli konsantrasyonlarda bitkisel yağ ilave edilmiş olan süt ürünleri üretilmiştir. Bu ürünlerden elde edilen sonuçlara göre % 5 oranındaki bitkisel yağ ilavesinin bile kolesterol miktarında önemli azalma, brassikastreol, toplam β -sitosterol ve delta 7-stigmasterol miktarlarında ise belirgin bir artışa neden olduğu görülmüştür. Bu değerler ile piyasadaki temin edilen ürünlere ait değerler karşılaştırıldığında ise tereyağ örneklerinin 8'inde, yoğurt örneklerinin 3'ünde ve peynir örneklerinin ise 1 tanesinde bitkisel yağ ilave edilerek hile yapıldığı sonucuna varılmıştır.

Ayrıntılı ve daha kesin sonuç vermesi yönünden; süt ürünlerinde bitkisel yağ ile yapılan tağşişin belirlenmesinde, kromatografik yöntemin birçok yöneme göre avantajları bulunmaktadır. Bu araştırma sonuçlarının bundan sonra yapılacak araştırmalara temel veriler sağlayabileceği ve süt ürünlerinde yapılan tağşişleri tespit etmede geliştirilebilecek yeni metotlara temel oluşturabileceği de düşünülmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] ÜNAL, R.N., BESLER, T., Beslenmede sütün önemi, T.C.Sağlık Bakanlığı, Ankara, 2008.
- [2] ANONYMOUS, 5996 sayılı Veteriner Hizmetleri, Bitki Sağlığı, Gıda ve Yem Kanunu, Resmi Gazete, Sayı: 27610, 2010.
- [3] ANONYMOUS, Gıdadaki oyunlara ilişkin Tarım Bakanlığı raporu, <http://www.memurlar.net/haber/172534>, Erişim Tarihi: 23.07.2010.
- [4] ANONYMOUS, Gıda ve Yemin Resmi Kontrolüne Dair Yönetmelik, Resmi Gazete, Sayı: 28145, 2011.
- [5] ANONYMOUS, Gıda teroristleri açıklandı, Sabah, <http://www.sabah.com.tr/Ekonomi/2012/12/06/bakanlik-gida-teroristlerini-acikladi>, Erişim Tarihi: 06.12.2012.
- [6] ANONYMOUS, Bu listedeki firmalara dikkat, Milliyet, <http://ekonomi.milliyet.com.tr/bu-listedeki-firmalara-dikkat-/ekonomi/ekonomidetay/05.04.2013/1689852/default.htm>, Erişim Tarihi: 05.04.2013.
- [7] ANONYMOUS, Bakanlık 41 firmayı ifşa etti, Milliyet, <http://ekonomi.milliyet.com.tr/bakanlik-41-firmayi-ifsa-etti-/ekonomi/detay/1741173/default.htm>, Erişim Tarihi: 24.07.2013.
- [8] ÇAKMAKÇI, S., GÜNDOĞDU, E., Tereyağı, krema ve sade yağda aroma bileşenleri, Pamukkale Süt ve Süt Ürünleri Sempozyumu Bildiriler Özet Kitabı, (s. 119–120). Denizli, 2009.
- [9] TAHMAS KAHYAOĞLU, D., Tereyağının margarinle tağışışının tespitinde yağ sabiteleri ve duyuşal analize dayalı araştırmalar, Y.Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Erzurum, 2009.
- [10] DİNÇEL, S., Chemical and rheological properties of yoghurt produced by lactic acid cultures isolated from traditional Turkish yoghurt, Y.Lisans Tezi, ODTÜ, Ankara, 2012.
- [11] BALKIR, P., Taze kaşar peynirlerine yapılan hilelerin belirlenmesi ve taklit kaşar peynirlerinin ayırt edilme yöntemleri, Y.Lisans Tezi, Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir, 2006.

- [12] ANONYMOUS, Sürülebilir Yağlar/Margarin ve Yoğun Yağlar Tebliği, Resmi Gazete, Sayı: 26879, 2008.
- [13] ANONYMOUS, Bitkisel Margarin Standardı (TS 2812). Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1991.
- [14] WILLETT, W.C., STAMPFER, M.C., MANSON, J.E., COLDITZ, G.A., SPEIZER, F.E., ROSNER, B.A., SAMPSON, B.A., HENNEKENS, C.S., Intake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women, *The Lancet*, Vol 341, 581-585, 1993.
- [15] ZOCK, P.L, KATAN, M.B., Butter, margarin and serum lipoproteins, *Atherosclerosis*, 131(1), 7-16, 1997.
- [16] DIRAMAN, H., HIŞIL, Y., GÜNDÜZ, H.H., Çeşitli yemeklik bitkisel tohum yağlarında, margarinlerde ve zeytinyağlarında *Trans* Yağ Asitleri, *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 3:1-7, 2008.
- [17] TAŞAN, M., DAĞLIOĞLU, O., Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 79-88, 2005.
- [18] MOLKENTIN, J., Detection of foreign fat in milk fat from different continents by triacylglycerol analysis, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 505–510, 2007.
- [19] DEREWIKA, D., SOSIN'SKA, E., OBIEDZIN'SKI, M., Determination of the adulteration of butter, *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 1005–1011, 2011.
- [20] KAVAKÇIOĞLU, A., Tereyağ ve margarin taşımasının Near İnfrared Spektroskopisi ile tayin edilmesi, *Y.Lisans Tezi, Gebze Yüksek Teknoloji Enstitüsü, Gebze*, 2011.
- [21] KUMAR, A., LAL, D., SETH, R., SHARMA, V., Detection of milk fat adulteration with admixture of foreign oils and fats using a fractionation technique and the apparent solidification time test, *International Journal of Dairy Technology*, Vol 63, No 3, 457-462, 2010.
- [22] BORKOVCOVÁ, I., JANOUŠKOVÁ, E., DRAČKOVÁ, M., JANŠTOVÁ, B., VORLOVÁ, L., Determination of sterols in dairy products and vegetable fats by HPLC ve GC methods, *Czech J.Food Sci.*, 27:217-219, 2009.
- [23] GUTIÉRREZ, R., VEGA, S., DÍAZ, G., SÁNCHEZ, J., CORONADO, M., RAMÍREZ, A., PÉREZ, J., GONZÁLEZ, M., SCHETTINO, B., Detection of non-milk fat in milk fat by gas chromatography and linear discriminant analysis, *J. Dairy Sci.*, 92:1846–1855, 2009.

- [24] CHMILENKO, F.A., MINAEVA, N.P., SIDOROVA, L.P., Complex Chromatographic Determination of the Adulteration of Dairy Products: A New Approach, *Journal of Analytical Chemistry*, Vol. 66, No. 7, pp. 572–581, 2011.
- [25] CONTARINI, G., POVOLO, M., BONFITTO, E., BERARDI, S., Quantitative analysis of sterols in dairy products: experiences and remarks. *International Dairy Journal*, 573-578, 2002.
- [26] ALONSO, L., FONTECHA, J., LOZADO, L., JUAREZ, M., Determination of mixtures in vegetable oils and milk fat by analysis of sterol fraction by gas chromatography, *JAOCS*, Vol. 74, no. 2, 131-135, 1997.
- [27] KAMM, W., DIONISI, F., HISCHENHUBER, C., SCHMARRA, H.C., ENGEL, K.H., Rapid detection of vegetable oils in milk fat by on-line LC-GC analysis of β -sitosterol as marker, *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, Vol. 104, p. 756–761, 2002.
- [28] GÜL, M.K., AMAR, S., Sterols and the phytosterol content in oilseed rape. *Journal of Cell and Molecular Biology*, 71-79, 2006.
- [29] TAŞAN, M., Tahıllar ve Ürünlerinde Fitosteroller, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 399-402, Erzurum, 2008.
- [30] ATEŞ, J., VELİOĞLU, S., Kolesterolle Karşı Yeni Silahımız: Bitki Sterolleri, *Gıda Mühendisliği Dergisi*, 55-58, 2005.
- [31] CASWELL, H., DENNY, A., LUNN, J., Plant sterol and stanol esters. *Nutrition Bulletin*, 3, 368-373, 2008.
- [32] ANONYMOUS, http://en.wikipedia.org/wiki/Beta-Sitosterol#cite_note-2, Erişim Tarihi: 07.01.2014.
- [33] MATSUOKA, K., NAKAZAWA, T., NAKAMURA, A., HONDA, C., ENDO, K., TSUKADA, M., Study of Thermodynamic Parameters for Solubilization of Plant Sterol and Stanol in Bile Salt Micelles, *Chem. Phys. Lipids*, 154 (2): 87–93, 2008.
- [34] FERNHOLZ, E., MACPHILLAMY, H.B., Isolation of a new phytosterol: Campesterol, *Journal of the American Chemical Society* 63 (4): 1155, 1941.
- [35] ATEŞ, J., Türk Fındıklarının Fitosterol İçerikleri, Y.Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, 2005.
- [36] TAŞAN, M., Fitosterollerin İnsan Beslenmesindeki Yeri ve Sağlığa Etkileri, Türkiye 10. Gıda Kongresi, 195-198, Erzurum, 2008.

- [37] GABAYY, O., SANCHEZ, C., SALVAT, C., CHEVY, F., BRETON, M., NOURISSAT, G., WOLF, C., JACQUES, C., BERENBAUM, F., Stigmasterol: a phytosterol with potential anti-osteoarthritic properties, Osteoarthritis Research Society International, 18, 106-116, 2010.
- [38] ÖNER, Z., Süt ve süt ürünleri ile alınan kolesterol ve kolesterol sentezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 8-1, (s.38-40), 2004.
- [39] SEÇKİN, A.K., METİN, M., Kimyasal yolla süttten kolesterolün uzaklaştırılması, Gıda Mühendisliği Dergisi, TMMOB Gıda Mühendisleri Odası Yayını, 14: 36-40, 2003.
- [40] ANONYMOUS, TS EN ISO 12228, Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar-Tek Tek ve Toplam Sterol İçeriğinin Tayini-Gaz Kromatografik Yöntem, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2003.
- [41] ABD EL-AZIZ, M., MAHRAN, G.A., ASKER, A.A., EL-HADAD, S.S., SAYED, A.F., Comparative study between some methods for the detection of palm oil addition to milk fat. Journal of Applied Sciences Research, 9(1):786-794, 2013.

ÖZGEÇMİŞ

1980 yılında Sakarya’da doğdu. İlk ve orta öğrenimini Zübeyde Hanım İlköğretim okulunda tamamladıktan sonra, lise öğrenimini 1998 yılında Adapazarı Atatürk Lisesi’nde bitirdi. Aynı yıl Ege Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü’nde lisans eğitimine başladı ve 2003 yılında mezun oldu. 2004 yılında Sakarya İl Gıda Tarım ve Hayvancılık Müdürlüğünde gıda mühendisi olarak çalışmaya başladı. Yine aynı kurumda 2010 yılında Şube Müdürlüğü görevine getirildi ve halen bu görevini sürdürmektedir.