

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

**KONYA'DA SÜPERMARKETLERDE SATILAN SÜTLERİN  
TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Kazım AKYILDIZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KONYA**

**2008**

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

**KONYA'DA SÜPERMARKETLERDE SATILAN SÜTLERİN  
TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Kazım AKYILDIZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**Bu tez 25.04.2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.**

**Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK**

**(Danışman)**

**Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU**

**Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK**

# ÖZET

**Yüksek Lisans Tezi**

## **KONYA' DA SÜPERMARKETLERDE SATILAN SÜTLERİN TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Kazım AKYILDIZ**

**Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**

**Biyoloji Anabilim Dalı**

**Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK**

**2008, 39 Sayfa**

**Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK**

**Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU**

**Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK**

Bu çalışma ile Türkiye'deki marketlerde satılan sütlerin trans yağ asidi bileşimi ve yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Toplam 24 adet sütün analizi gaz kromatografisi tekniğiyle yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda sütlerde 37 farklı yağ asidi bulunmuştur. Süt numunelerinde major yağ asidi olarak C 16:0 palmitik asit (%31.13–31.60) tespit edilmiştir. Palmitik asitten sonra yüksek yüzdelerde bulunan yağ asitlerinin ise C 18:1 oleik asit (%28.30–29.40) ve C 18:0 stearik asit (%14.64–14.89) olduğu gözlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve aşırı doymamış yağ asitleri (PUFA) sırasıyla %58.90–60.93, %32.55–33.54 ve %3.03–3.25 olarak belirlenmiştir. Trans yağ asitlerinden C 14:1 t9 miristelaidik asit, C 16:1 t9 palmitelaidik asit, C 18:1 t11 vaksenik asit, C 18:2 t9,12 linolelaidik asit ve C 18:2 t9,c12 trans9-cis 12 oktadekadienoik asit sırasıyla, %0.25–0.26, %0.46–0.59, %1.64–2.13, %0.14–0.20 ve %0.07–0.13 olarak tespit edilmiştir.

Sütlerdeki toplam trans yağ asitlerinin (TFA) %2.57–3.30 arasında olduğu görülmüştür. Sütlerdeki toplam konjuge linoleik asit (CLA) miktarları ise %0.92–1.01 oranlarında bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Trans yağ asitleri, Konjuge linoleik asit, Süt, Türkiye

## **ABSTRACT**

**MS Thesis**

### **DETERMINATION OF TRANS FATTY ACIDS OF MILKS IN SUPERMARKETS IN KONYA, TURKEY**

**Kazım AKYILDIZ**

**Selçuk University**

**Graduate School of Natural and Applied Sciences**

**Department of Biology**

**Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK**

**2008, 39 Page**

**Jury: Prof. Dr. Abdurrahman AKTUMSEK**

**Asist. Prof. Dr. Leyla KALYONCU**

**Asist. Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK**

In this study, trans fatty acid and fatty acid composition of milks sold in markets in Turkey were determined. Total 24 milk samples were analyzed by using GC. 37 different fatty acids were determined in milks. C 16:0 palmitic acid (31.13-31.60%) was major fatty acid in all samples. Other predominant fatty acids were C 18:1 oleic acid (28.30-29.40%) and C 18:0 stearic acid (14.64-14.89%). The percentages of saturated fatty acids (SFAs), monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) ranged between 58.90-60.93%, 32.55-33.54% and 3.03-3.25%, respectively. In trans fatty acids, C 14:1 t9 miristelaidic acid, C 16:1 t9 palmitelaidic acid, C 18:1 t11 vaccenic acid, C 18:2 t9,12 linolelaidic acid and C 18:2 t9,c12 trans9-cis12 octadecadienoic acid, were ranged between 0.25-0.26%, 0.46-0.59%, 1.64-2.13%, 0.14-0.20% ve 0.07-0.13%, respectively. Total

trans fatty acid in milks were determined 2.57-3.30%. Total conjugated linoleic acid in milks were determined 0.92-1.01%.

**Key Words:** Trans fatty acids, Conjugated linoleic acid, Milk, Turkey.

## ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fiziyojisi-Biyokimya Araştırma Laboratuvarında yürütülmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında Konya’da süpermarketlerde satılan sütlerin trans yağ asidi miktarları araştırılmıştır.

Bu çalışma konusunu veren ve çalışmanın oluşmasındaki desteklerinden dolayı başta danışman hocam Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK’ e teşekkür ederim. Ayrıca laboratuvarında numunelerin ekstraksiyon çalışmalarında ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında yardımını gördüğüm Arş. Gör. Gökalg Özmen GÜLER’e, Yavuz Selim ÇAKMAK ve Gökhan ZENGİN’e ayrıca çalışmalarım süresince maddi manevi her türlü desteği gösteren aileme içtenlikle teşekkür ederim.

## **KISALTMALAR**

**LDL:** Low Density Lipoprotein (Düşük yoğunluklu lipoprotein)

**HDL:** High Density Lipoprotein (Yüksek yoğunluklu lipoprotein)

**GC:** Gas Chromatography (Gaz Kromatografi)

**FID:** Flame Ionization Detector (Alev İyonlaştırıcı Dedektör)

**SFA:** Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asitleri)

**MUFA:** Mono Unsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asitleri)

**PUFA:** Poly Unsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)

**TFA:** Trans Fatty Acid (Trans Yağ Asitleri)

**CLA:** Conjugated Linoleic Acid

## İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....	4
2.1. Yağ Asitlerinde İzomeri ve Yapısal Özellikler.....	4
2.2. Trans İzomerlerin Oluşumu.....	5
2.2.1. Ruminal biyohidrojenasyon.....	6
2.2.2. Hidrojenasyon.....	6
2.2.3. Yüksek Sıcaklık ile muamele.....	7
2.3. Trans Yağ Asit Kaynakları.....	7
2.4. Trans Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığına Etkileri.....	10
3. MATERYAL ve METOT.....	11
3.1. Süt Örnekleri.....	11
3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler.....	11
3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar.....	12
3.4. Homejenleştirme.....	13
3.5. Ekstraksiyon.....	13
3.6. Sabunlaştırma İşlemi.....	13
3.7. Metilleştirme İşlemi.....	14
3.8. Numunelerin Gaz Kromatografi Cihazına Enjekte Edilmesi.....	15
3.9. Değerlendirme.....	16
4. SONUÇLAR.....	17
5. TARTIŞMA.....	25
6. KAYNAKLAR.....	29
ÖZGEÇMİŞ.....	39

# 1. GİRİŞ

İnsanların sağlıklı bir yaşam sürdürebilmesi için, yeterli ve dengeli beslenmeye önem vermesinin gerekli olduğu bilinen bir gerçektir. Büyüme, gelişme, sağlıklı ve kaliteli bir yaşam için ihtiyaç duyulan besin öğelerinin, beslenme yoluyla uygun miktarlarda ve düzenli bir şekilde alınması sağlıklı beslenme olarak değerlendirilir. Besin öğelerin herhangi biri alınmadığında veya gereğinden az ya da çok alındığında büyüme ve gelişme engellenir ve birtakım sağlık sorunları ortaya çıkar. Bu nedenle sağlıklı beslenme, geçmişten günümüze kadar üzerinde durulan önemli konulardan biri olmuştur. Özellikle insan diyet kompozisyonu, sağlığı geliştirmede önemli bir strateji olması nedeniyle son yıllarda çok ilgi görmektedir (Parodi, 1999).

Karbohidrat, yağ ve proteinler canlıların ihtiyaç duydukları temel besin öğelerindedir. Bu besinler hem metabolizmanın düzenlenmesinde hem de yaşam için gerekli enerjinin elde edilmesinde kullanılırlar. Yağların, diğer besin kaynaklarına oranla daha fazla enerji vermesi ve en ekonomik depo enerji formu olması bakımından beslenmede ayrı bir yeri vardır. Bunun yanında yağlar; A, D, E ve K vitaminleri gibi yağda eriyen vitaminlerin emilimini sağlar. Ayrıca organizma tarafından sentezlenemeyip diyetle alınması zorunlu olan linoleik, linolenik ve arakidonik asit gibi esansiyel yağ asitlerini de içerirler. Bu yağ asitleri de vitaminler, amino asitler ve mineraller gibi beslenmede esansiyeldirler (Williams, 2000) ve mutlaka diyetle alınması gerekir. Ayrıca hücre membranının komponentlerinden olması ve eikosanoid sentezinde öncü madde olarak görev alması bakımından da yağlar önemlidir (Mayes ve ark., 1993; Innis, 2006).

Yağların sahip oldukları önemli fonksiyonlara rağmen, fazla tüketimi sağlık yönünden birtakım sıkıntılar oluşturabilmektedir. İnsan sağlığı üzerindeki etkisi, diyetle alınan yağ profilinin önemini daha da artırmaktadır. Tüketiciler için yağ asit bileşiklerinin yapısal olarak doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış gibi özelliklerinin yanı sıra sahip olduğu cis, trans veya konjuge formunun da ayrı bir

önemi bulunmaktadır. Bazı formlardaki yağların aşırı tüketimi sonucu bir takım hastalıklar ortaya çıkabilmektedir. Örneğin trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine oranla kan plazmasındaki lipit seviyelerine daha çok olumsuz etki göstererek LDL (kötü huylu) kolesterol konsantrasyonunu artırmakta ve HDL (iyi huylu) kolesterol konsantrasyonunu düşürmektedir. Bunun sonucu olarak da kardiyovasküler hastalıkların riskinin arttığı bildirilmektedir (Mensink ve Katan, 1990; Mauger ve ark., 2003). Yapılan inceleme ve kontrollü çalışmalarda, trans yağ asit tüketimi ile koroner kalp hastalıklarının ilerlemesi arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmektedir (Pietinen ve ark., 1997; Oomen ve ark., 2001).

Trans yağ asit kullanımının sağlık üzerine olan olumsuz etkileri, trans yağ asitleri hakkında daha bilinçli olmayı gerekli kılmakta ve tüketiminde daha çok dikkatli olunmasını gerektirmektedir. Gıda üreticileri pişirilen ürünlerde raf ömrünü uzatmak, gıdaya belirli bir yapı ve lezzet kazandırmak amacı ile kısmi hidrojenize edilmiş yağları kullanmaktadır. Bu yağların üretimi esnasında yüksek sıcaklık ve katalizörlerin yan etkisi sonucu fazla miktarda cis çift bağları trans çift bağlarına dönüşmektedir. Bu şekilde oluşturulan hidrojenize yağlar gıda endüstrisinde özellikle bisküvi, kek, çikolata, cips, kraker gibi ürünler olmak üzere pek çok hazır üründe kullanılmaktadır. Bu yağlar aynı zamanda restoranlarda kızartma yağı olarak da kullanılmaktadır.

Trans yağlar doğal olarak ruminant et ve sütlerinde de bulunmaktadır. İnsan sağlığı ile ilgisinden dolayı, süt trans yağ asit kompozisyonu üzerinde yaygın olarak çalışılmaktadır (Belury, 2002; Jensen, 2002). Süt ve süt ürünlerinde, linoleik asidin konjuge olmuş, pozisyonel ve geometrik izomerlerinin bir karışımı olan konjuge linoleik asit (CLA, conjugated linoleic acid)'de bulunmaktadır. CLA'nın bilinen çeşitli biyolojik etkileri vardır ki bu etkiler nedeniyle CLA'ya olan ilgi her geçen gün artmaktadır. CLA'nın sağlık üzerine olan ana etkileri; antikanserojenik, antiaterojenik, antidiabetik, antiadipojenik ve immun sistemi geliştirici özellikleridir (Ip ve ark., 1995; Lee ve ark., 1995; Belury ve ark., 1996; Pariza, 1999; Banni ve ark., 2003; Belury, 2003; Kritchevsky, 2003).

Trans yağ bulunan ürünlere ve kullanımına bakıldığında, toplum tarafından trans yağ içerikli ürünlerin tüketiminin yüksek olabileceği anlaşılmaktadır. Bu durum koroner kalp hastalıkları, kalp-damar hastalıkları gibi önemli sağlık problemlerinin görülme riskinin artmasına yol açmaktadır. Bu durumlar göz önünde bulundurularak hazır/paketlenmiş ürünlerdeki trans yağ miktarlarının mutlaka belirlenmesi ve belirtilmesi gerekir. Bu konuda birçok ülkede çalışmalar ve yasal düzenlemeler yapılmaktadır. Örneğin ABD'de gıda üreticileri, 1 Ocak 2006 itibariyle besin değeri tablolarında trans yağ asidi içeriğini belirtmek zorundadır.

Ülkemizde de trans yağ içeren ürünlerin içerdikleri trans yağ miktarları belirlenmeli ve gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Ülkemizde bu konu ile ilgili çok az çalışma bulunmaktadır. Tüketicilerin trans yağ alımı hakkında bilinçlendirilmesi ve ürünlerdeki trans miktarlarının azaltılması adına gerekli titizliğin gösterilebilmesi için çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Ülkemizde işlem görerek ambalajlanıp satılan hazır/paket sütlerin tüketimi oldukça fazladır. Ülkemizde bu şekilde satılan hazır/paket sütlerdeki genel yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asit içeriği hakkında herhangi bir çalışma mevcut değildir. Bu çalışmayla marketlerde satılan hazır sütlerin genel yağ asidi kompozisyonu ve içerdiği trans yağ asit miktarlarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu tez çalışmasında, ülkemizdeki marketlerde satılan tüm markalara ait toplam 24 süt numunesinin genel yağ asit kompozisyonu ve trans yağ asit miktarları belirlenmiştir. Üzerinde çalışılan sütler yağlı ve yarı yağlı şeklinde gruplandırılmak suretiyle incelenmiştir. Bu şekilde yağ asidi içeriğine bağlı olarak, ülkemizdeki hazır sütlerin tüketimi ile koroner kalp hastalıkları gibi sağlık sorunları arasında bir ilişkinin ve etkileşimin olup olmadığı ortaya konmaya çalışılmıştır.

## 2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

### 2.1. Yağ Asitlerinde İzomeri ve Yapısal Özellikler

Trans yağ asitleri, bir ya da daha fazla çift bağ içeren trans konfigürasyona sahip doymamış yağ asitlerdir. Diğer organik bileşikler gibi yağ asitlerinde de görülen izomeri özetle, kapalı formülleri aynı olan bileşiklerin düzlemde veya üçlü boyutta farklı molekül yapılarına sahip olması şeklinde ifade edilir. Farklı izomeri konfigürasyonları bileşiklerin fiziksel ve kimyasal özellikleri üzerinde farklı etkiler oluşturmaktadır. Yağ asitlerinde de, fiziksel ve kimyasal özellik farklılıklarına neden olan tüm izomeri şekilleri söz konusudur. Doymamış yağ asitlerinde belirlenen önemli izomeri çeşitleri, pozisyon ve geometrik olarak iki grupta incelenebilir (Kayahan, 2002; Kayahan, 2003).

Geometrik izomeri, çift bağlar ucundaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre şekillenir. Bunun sonucu olarak da cis ve trans olarak iki izomer oluşur. Hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise cis, karşı taraflarında ise trans izomerler ortaya çıkar (Mensink ve Katan, 1990).

Trans konfigürasyonu “t” harfiyle belirtilir. Bu harf, yağ asidinin karboksil ucundan itibaren sayılmak üzere çift bağın moleküldeki pozisyonunu belirtir. Cis izomeri ise “c” harfiyle gösterilir. Buna göre; C 18:1 t9, elaidik aside (trans- $\Delta$ -9-oktadesenoik asit) karşılık gelirken, C 18:1 c9, oleik asidi (cis- $\Delta$ -9-oktadesenoik asit) belirtmektedir (Larque ve ark., 2001).

Trans yağ asitlerinin genel çoğunluğu tekli doymamıştır. Fakat cis, trans veya trans, cis izomerleri şeklinde çeşitli ikili doymamış da olabilirler. Hatta balık yağları gibi kompleks yağ asit kompozisyonlu yağların proseslerinden cis, trans izomerli üçlü doymamış yağ asitleri bile oluşabilmektedir (Almendingen ve ark., 1995).

Cis formu molekülde bükülmeye yol açarken, trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir ve diyetle alınan trans yağ asitleri doymuş yağ asitleri gibi davranır (Precht ve Molquentin 1995; Hu ve ark., 1997; Hayakawa ve ark., 2000). Trans yağ asitlerinin çift bağ açısı daha küçük, açıl zinciri daha doğrusaldır. Böylece aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan iki izomer farklı üç boyutlu yapılara sahip olmaktadır.

Yağ asitlerindeki trans konfigürasyonun yapısal farklılığı, trans yağların değişik fiziksel özelliklere sahip olmasına yol açar. Bu farklılığın bir sonucu olarak trans yağ asitlerinin erime noktası ve termodinamik kararlılığı daha yüksektir. Böylece daha sert bir molekül ortaya çıkmaktadır (Larque ve ark., 2001). Örneğin; oleik asit (C 18:1 c9) ve elaidik asit (C 18:1 t9) geometrik izomerlerdir. Her iki molekülde de 18 karbon atomu, 34 hidrojen atomu, 2 oksijen atomu ve (n-9) pozisyonunda bir tek çift bağ bulunmaktadır. Oleik asitin erime noktası 13°C, elaidik asitin 44°C ve C 18 serisinden doymuş bir yağ asidi olan stearik asitin (C 18:0) erime noktası 70°C'dir. Erime noktasının bu şekilde yüksek olması, trans izomerlerini gıda endüstrisinde fazlaca kullanılan yarı-katı yağlar ve margarin/şortening üretimi için cazip hale getirmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005). Endüstriyel olarak üretilen trans yağ asit içerikli bu tür yağlar, hidrojenize edilmemiş yağlara kıyasla, oda sıcaklığında katı ve saklanabilir yapıda olup gıda imalatında bazı teknik avantajlara ve daha uzun raf ömrüne sahiptir (Stender ve ark., 2006).

## 2.2. Trans İzomerlerin Oluşumu

Trans yağ asitlerinin oluştuğu temel doğal kaynak, ruminal biyohidrojenasyondur ve bu yüzden süt ürünlerinde ve ruminant etinde trans yağ asitleri bulunur. Ayrıca yağlara uygulanan yüksek sıcaklık ve hidrojenasyondan dolayı endüstriyel ve evsel ürünlerde de trans yağ asitleri bulunmaktadır (Ledoux ve ark., 2007).

Trans yağ asitlerinin oluşumu 3 yolla mümkündür;

**1- Ruminant biyohidrojenasyon:** Ruminant hayvanların rumenlerinde trans yağ asidi oluşumuna neden olan biyohidrojenasyon, çoklu doymamış yağ asitlerinin hidrojenlenmesi şeklinde ifade edilir. Çoklu doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonundan, ruminal ve intestinal bakteri florası sorumludur (Kepler ve ark., 1966). Ruminal bakterilere ait enzimlerin faaliyeti ile birkaç basamakta gerçekleşen biyohidrojenasyon ile çoklu doymamış yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine ve trans yağ asitlerine dönüşür (Grinari ve Bauman, 1999; Chilliard ve ark., 2003). Ruminal bakterilerin linoleik ve linolenik asit gibi doymamış yağ asitlerini, fazla oranda stearik asit ve bazı trans açıl türevlerine dönüştürebildiği kanıtlanmıştır (Mackie ve ark., 1991). Ruminal biyohidrojenasyonun ilk aşamasındaki reaksiyonlar, anaerobik bir bakteri olan *Butyrivibrio fibrisolvens* tarafından katalizlenir (Kepler ve ark., 1966). Doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu birkaç kimyasal aşamada gerçekleşmektedir. Ayrıca tüm biyohidrojenasyon olayında tek bir bakteri türünün etkili olmadığı bildirilmiştir. Biyohidrojenasyon prosesi sonunda çoğunlukla oluşan trans yağ asitleri, vaksenik asit (C 18:1 t11) ve elaidik asittir (C 18:1 t9).

**2- Hidrojenasyon:** Yağlara işlevsellik kazandırmak ve oksidasyona dayanıklı hale getirmek için uygulanan tekniklerden birisi de hidrojenasyondur. Bitkisel yağlara ve bazı ülkelerde de balık yağlarına uygulanan hidrojenasyon işlemi o yağın kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerini değiştirerek çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılmaya elverişli hale getirmektedir. Endüstriyel bir işlem olan hidrojenasyon ile yağlardaki çoklu doymamış yağ asitleri indirgenerek yağların oksidatif stabilitesi ve katılıkları artmaktadır (Perkins ve Smick, 1987). Meydana gelen yapısal değişiklikler sonucunda sıvı yağlar yarı-katı ya da katı hale dönüşmekte ve bu yağlar margarin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Hidrojenasyon işlemi, bitki yağlarında hemen hemen hiç bulunmayan trans yağ asitlerinin oluşmasına neden olmaktadır (Brühl, 1995; Fernandez, 1996). Hidrojenasyonda trans yağ asit seviyeleri ve izomerik dağılımı; doğal yağın çoklu doymamış yağ asit kompozisyonu, katalizör tipi ve miktarı, nihai sertlik, sıcaklık, basınç, karıştırma şiddeti ve diğer hidrojenasyon şartları gibi birtakım parametrelere bağlıdır (Ackman ve Mag, 1998).

**3- Yüksek sıcaklık ile muamele:** Bitkisel yağlara rafinasyon sürecinde uygulanan deodorizasyon, pişirme, kızartma gibi yüksek sıcaklık işlemleri trans yağ asit izomerlerini oluşturmaktadır (Ledoux ve ark., 2007). Bazı araştırmacılar yüksek sıcaklık uygulamalarının, deodorizasyon aşamalarında yağ asiti kompozisyonunda etkili olduğunu ve doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizm olayının söz konusu olduğunu göstermişlerdir (Kellens, 1997; Henon ve ark., 1997; Medina ve ark., 2000; Kemeny ve ark., 2001; Taşan ve Demirci, 2003).

Yüksek sıcaklık ile muamele edilen yağlarda bulunan trans izomerler ile kısmi hidrojeneye edilmiş yağlardaki izomerler birbirinden tip ve miktar bakımından farklıdır. Kısmi hidrojenasyonun aksine yüksek sıcaklık ile muamele edilen yağlarda başlıca trans-18:2 (dienoik) ve trans-18:3 (trienoik) izomerleri oluşmaktadır (Wolff ve Sebedio, 1991; Wolff, 1993). Yüksek sıcaklık muamelesi boyunca trans yağ asitleri oluşumu, işlemdeki sıcaklık derecesi ve muamele süresi gibi değişkenlere bağlıdır (Devinat ve ark., 1980; Grandgirard, 1992; Wolff, 1993).

### 2.3. Trans Yağ Asit Kaynakları

Kısmi hidrojenize edilmiş bitkisel yağlar ile inek, koyun ve onların et ve süt ürünlerindeki ruminant yağları olmak üzere diyetteki trans yağ asitlerinin başlıca iki kaynağı vardır. Nadir olmasına rağmen bazı bitki türlerinde de trans yağ asit bulunduğu bildirilmiştir (Willet ve ark., 1993; Mensink ve Hornstra, 1994; Schakel ve ark., 1999). Craig-Schmidt ve Holzer (2000)'in bildirdiğine göre coğrafi bölge, mevsim şartları ve hayvanın beslenmesine bağlı olarak ruminant yağları %1–8 arasında trans yağ asidi içerebilmektedir.

Ruminant süt ve etinde başlıca trans-oktadekanoik asitler (trans-C 18:1) ve az miktarda da trans-oktadekadienoik (trans-C 18:2) ve trans-oktadekatrienoik asit (trans-C 18:3) oluşturulur (Precht ve Molquentin, 1995; Fritsche ve Steinhart, 1998).

Ruminant sütünde ve süt ürünlerinde bulunan trans izomerlerin büyük çoğunluğu vaksenik asittir (C 18:1 t11) (Hay ve Morrison, 1970). Süt yağındaki vaksenik asitin ortalama miktarı, tüm trans-18:1 izomerlerinin %48'idir (Precht ve Molкетин, 1996). Fakat bu değer besleme şartlarına bağlı olarak daha da yükselebilir (Kraft ve ark., 2003).

İşlem görmüş süt yağlarının, geleneksel süt yağından %5 daha fazla trans yağ asidi içerdiği belirtilmektedir (Schenker, 1999).

Anne sütünde de beslenme ile alınan gıda maddelerinden kaynaklanan trans yağ asitleri bulunmaktadır. Beslenmedeki gıdaların içeriğindeki trans yağ asit miktarlarının ve çeşitlerinin farklılığı sonucu anne sütlerindeki trans yağ asitleri de farklı miktarlarda ve çeşitlerde yer almaktadır. Özellikle kısmi hidrojenize edilmiş yağları içeren gıda maddelerinin etkisi söz konusudur. Genelde anne sütündeki trans yağ asidi içeriği toplam yağ asitlerinin yaklaşık olarak %2-5'ini oluşturmaktadır (Larque ve ark., 2001). Yapılan araştırmalar Avrupa'da anne sütünde %2 civarında trans yağ asidi izomeri bulunduğunu göstermiştir (Decsi, 2003).

20. yüzyılın ikinci yarısı boyunca, endüstriyel gıdalarda bulunan kısmi hidrojenize bitkisel yağların kullanımının artması ile trans yağ asit alımı da büyük ölçüde artış göstermiştir. 2000 yılına gelinceye kadar ABD ve Kanada'da diyetle alınan trans yağ asidin %80-90'ı kısmi hidrojenize yağlardan gelmektedir (Craig-Schmidt, 1998; Elias ve Innis, 2002).

Gıda üreticileri pişirilen ürünlerde raf ömrünü uzatmak, gıdaya belirli bir yapı ve lezzet kazandırmak amacı ile kısmi hidrojenize edilmiş yağları kullanmaktadır. Endüstriyel trans yağ asitleri, şortening ve margarin üretimi amacıyla ya kısmi hidrojenasyon süresince bilerek ya da rafinasyon süresince bilmeyerek çoğunlukla bitkisel çoklu doymamış yağ asitlerinden elde edilir. Genelde kısmi hidrojenize edilmiş bir yağda hidrojenasyon artışı ile trans yağ asitleri konsantrasyonu da artar. (Willet ve ark., 1993; Mensink ve Hornstra, 1994; Schakel ve ark., 1999; Tavella ve ark., 2000). Endüstriyel olarak oluşturulan margarinler, şorteningler ve kızartma yağlarında genel olarak %40-50'e kadar trans yağ asidi bulunmaktadır (Craig-Schmidt ve Holzer, 2000).

Trans yağ asiti alım kaynağı sadece margarinler değildir. Kısmi hidrojenize yağlar kek, bisküvi, kurabiye, mayonez, cips, milföy hamuru, pizza, gofret ve benzeri birçok ürünün üretiminde ve derin yağda kızartılmış fast-food tipi gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Bu ürünlerin yağ asitleri ve trans yağ asitleri içeriklerinde farklılıklar da söz konusu olmaktadır. Steinhart ve Pfalzgraf (1994) Almanya'da trans yağ asiti miktarlarının şorteningde %0.1–31.8, kekte %0–15.5, cipste %0.1–20.2, kızartılmış patateslerde %5.8–32.8 olduğunu göstermişlerdir. Fernandez (2000)'in İspanya'da yaptığı çalışmada ise patates cipsi, patlamış mısır, pizza, kek, bisküvi ürünlerinde sırasıyla %0.9, %0.1, %3.1, %2.8, %1.8 olarak belirlemişlerdir. Ülkemize ait bu ürünlerin trans yağ asiti içerikleri, bisküvi çeşitlerinde %1.0-30.5 (Dağlıoğlu ve ark., 2000), gofret, kraker, milföy hamuru ürünlerinde sırasıyla %21.8, %2.1, %2.1, %16.3 (Dağlıoğlu ve ark., 2002) çikolatalarda % 0.01-6.23 (Çakmak, 2007), cipslerde %0.02-1.35 (Yiğit, 2007) ve keklerde %0.51-1.61 (Çağlav, 2008) oranlarındadır.

Bitkisel yağ kaynaklarından elde edilen ve yemeklik bitkisel yağ olarak kullanılan yağların bileşimlerinde yer alan yağ asitlerinin hemen hemen tamamı cis konfigürasyonundadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bitkisel ham sıvı yağlarda ihmal edilebilir miktarlarda trans yağ asitlerinin bulunduğu ve bu yağların rafinasyonu sırasında özellikle de deodorizasyon aşaması sonrasında trans yağ asiti miktarlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Medina ve ark. (2000), fiziksel ve kimyasal rafinasyon işlemleri uygulanmış rafine yağlarda %0.90-2.93 arasında toplam trans yağ asitleri belirlemişlerdir. Schwarz (2000), bitkisel ham sıvı yağlarda toplam trans yağ asiti miktarının %0.1-0.3 düzeylerinde olduğunu bildirmektedir. Taşan ve Demirci (2003) tarafından yapılan çalışmada, ham ayçiçeği yağlarında düşük miktarlarda trans oleik ve trans linoleik asitlerin bulunduğu ve toplam trans yağ asiti miktarının %0.06'a ulaştığı ifade edilmektedir.

## 2.4. Trans Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığına Etkileri

Diyetle alınan yağ profilinin sağlık üzerinde önemli bir etkisi vardır. Gıdalarda bulunan trans yağ asitleri, insan sağlığı üzerindeki potansiyel olumsuz etkilerinden dolayı bugüne kadar tartışıla gelmiştir.

Pek çok inceleme ve kontrollü çalışma, trans yağ asit tüketimi ile koroner kalp hastalıklarının ilerlemesi arasında pozitif bir ilişki olduğunu bildirmektedir (Pietinen ve ark., 1997; Oomen ve ark., 2001). Çalışmalar trans yağ asitlerinin, LDL ve HDL kolesterol seviyelerini ters yönde etkilediğini göstermiştir (Mozaffarian ve ark., 2006).

Trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine oranla kan plazmasındaki lipit seviyelerini daha fazla olumsuz etkilemekte, lipoprotein-a seviyesini ve LDL (kötü huylu) kolesterol konsantrasyonunu artırmakta ve HDL (iyi huylu) kolesterol konsantrasyonunu düşürmektedir. Bunun sonucu olarak da kardiyovasküler hastalık riskinin arttığı (Mensink ve Katan, 1990; Mauger ve ark., 2003) ve trans yağ asidi tüketimi ile kardiyovasküler hastalıkları arasında pozitif bir ilişki olduğu bildirilmiştir (Brown ve ark., 1993; Zock ve Mensink, 1996). Zincir uzunluğuna ya da çift bağların pozisyonuna bağlı olarak farklı trans yağ asitlerinin, insanlardaki lipoprotein kolesterol seviyeleri üzerindeki etkileri farklılık göstermektedir (Almendingen ve ark., 1995).

Trans yağ asitleri yaşamın ilk 6 aylık süresinde büyüme ve gelişmeye engel olabilmektedir (Koletzko, 1992; Elias ve Innis, 2001). Ayrıca hücre membranındaki ikili fosfolipit tabakasının akıcılığı üzerinde trans konfigürasyonunun etkisinin, cis konfigürasyona kıyasla tamamen farklı olduğu belirtilmiştir (Cevc, 1991).

### **3. MATERİYAL VE METOT**

#### **3.1. Süt Örnekleri**

Çalışmada kullanılan süt örnekleri Konya'daki marketlerden toplanmıştır. Her biri değişik firmaya ait süt numunelerinden üçer adet satın alınmıştır. Türkiye'de satılmakta olan 16 farklı markaya ait 24 adet ürünün analizi yapıldığından elde edilen sonuçlar tüm Türkiye için geçerli olabilecek özelliindedir.

#### **3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler**

- Ultratorax
- Rotary evaporatör
- Sıcak su banyosu
- Vakum pompası
- Gaz kromatografisi (GC), HP Agilent 6890 N
- FID (Flame Ionization Dedector) dedektör
- Gaz kromatografi kolonu, Agilent HP-88 kapillar kolon; uzunluk: 100 m, iç çap (id): 0.25 mm, film kalınlığı 0.2 µm



Analizlerde kullanılan (GC) cihazı



Agilent 7683 injector (solda), fırın ve dedektör kısmı (sağda)

### 3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar

Kullanılan kimyasal maddeler kromatografik saflıktadır.

- Kloroform/metanol (2/1, v/v), Merck
- Kloroform /hekzan (1/4, v/v), Merck
- BF<sub>3</sub>-metanol kompleksi (%14'lük)
- H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (8 N)

- Metanolde % 6' lık KOH çözeltisi
- Doymuş NaCl

### 3.4. Homojenleştirme

Süt numuneleri kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesi ultratoraxda ile 24000 dev./dak. 5 dakika homojenleştirilip, homojenat whatman filtre kâğıdından süzölmüştür.

### 3.5. Ekstraksiyon

Numunelerin yağ asidi ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nın metotlarından yararlanılmıştır. Süzöntü hazırlanan rotary evaporatör kabına aktarılıp 65 °C' de çözücü uçurulmuştur. Rotary evaporatör kabı içindeki maddeler kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesiyle çözümlenerek 30 ml' lik sabunlaştırma şişelerine alınmıştır.

### 3.6. Sabunlaştırma İşlemi

- Şişedeki çözücü N<sub>2</sub> altında uçurulmuştur.
- Şişede kalan yağ üzerine 10 ml. Metanolde % 6' lık KOH çözeltisi konulup, karıştırılarak 95 °C' de 1 saat sabunlaştırılmıştır.
- Şişe çalkalanarak köpürtölmüş ve N<sub>2</sub> altında uçurulmuştur.
- Şişede kalan kısım saf su ile çalkalanarak ayırma hunisine boşaltılmıştır (3 kez).

- Üzerine 10 ml Kloroform /hekzan (1/4, v/v) karışımı ilave edilerek karışım sıkıca kapatılmış ve 100 kez çalkalanmıştır (3 kez).
- Faz oluşuktan sonra huninin kapağı çıkarılıp alttaki faz, ikinci bir ayırma hunisine alınmıştır.
- Alttaki sulu fazın pH' ı ölçülmüş, pH = 2 oluncaya kadar H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (8 N) damla damla ilave edilmiştir.
- 10 ml Kloroform/hekzan (1/4, v/v) ilave edilip 100 kez çalkalanmıştır.
- Alttaki sulu faz atılmıştır (3 kez).
- Üstteki yağ asidi ve çözücü tabakası rotary evaporatör balonuna alınmıştır.
- Çözücü 72 °C' de uçurulmuştur.

### 3.7. Metilleştirme İşlemi

- Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri için metilleştirilmeleri Moss ve ark. (1974)'nin metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asitlerinin metilleştirilmesinde BF<sub>3</sub>-metanol (bortriflorür-metanol) kompleksi kullanılmıştır.
- Rotary evaporatörde kalan yağ asitleri kloroform/hekzan ilavesi ile çözümlenerek şişeye alınmıştır (3 kez).
- Şişedeki çözücü N<sub>2</sub> altında uçurulmuştur.
- 3 ml BF<sub>3</sub>-metanol ilave edilerek karıştırılmıştır.
- Sıcak su banyosunda, 95 °C' da 15 dakika beklettikten sonra şişe soğutulmuş ve içeriği ayırma hunisine konulmuştur.
- Şişeye 5 ml doymuş NaCl ilave edilmiştir.

- Şişeye 5 ml kloroform/hekzan konulup karıştırılmıştır. Huni 100 kez çalkalanarak dinlendirilmiştir.
- Alttaki NaCl içeren kısım atılmıştır.
- Üstte kalan çözücüdeki metilleşmiş yağ asitleri huninin üst kısmından temiz bir deney tüpüne alınmıştır.
- Tüpteki çözücü (2-3 ml kalacak şekilde) N<sub>2</sub> altında uçurulmuştur.
- Numune mili vialle alınarak gaz kromatografide analizleneceği zamana kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

### 3. 8. Numunelerin Gaz Kromatografi Cihazına Enjekte Edilmesi

Gaz kromatografik analizler HP (Hewlett Packard) Agilent marka, HP6890 N model, FID (Flame Ion Detector, alev iyon dedektör) dedektörlü otomatik injektörlü gaz kromatograf ile gerçekleştirilmiştir. Analizlerde 100 metrelik HP-88 kapiller kolon kullanılmıştır.

Gaz kromatografte injektör bloğu sıcaklığı 250°C, dedektör bloğu sıcaklığı 280 °C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 60 °C olarak ayarlanmış, bu sıcaklıkta 1 dakika bekletilmiş daha sonra dakikada 20 C° artarak 190 °C 'ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklıkta 60 dakika bekletilmiştir. Bu sıcaklığı takiben dakikada 1 °C artarak 220 °C 'ye ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 10 dakika bekletilmiştir. Sonuçta analizler 107.5 dakikada tamamlanmıştır.

Gaz kromatografin gaz akış hızları hidrojen: 45 ml/dak., kuru hava: 400 ml/dak. ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 52.3 ml/dak. olarak ayarlanmıştır.

Analiz için metilleştirilmiş yağ asidi numunelerinden bir mikrolitre gaz kromatografa injekte edilmiştir.

### 3.9. Değerlendirme

Yağ asiti metil esterleri standartları Nu-Check Prep. Inc. USA firmasından elde edilmiştir. Standartların bağıl alıkonma zamanları (relative retention time) gaz kromatografi cihazında analizlenerek belirlenmiştir. Böylece elde edilen standartların bağıl alıkonma zamanları yardımı ile kromatogramlardaki piklere karşılık gelen yağ asitlerinin hangileri olduğu belirlenmiştir. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin yüzde (%) alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak tablolar halinde verilmiştir.

## 4. SONUÇLAR

Bu araştırmada Konya'daki marketlerde bulunan tüm süt markalarına ait 15 adet yağlı, 9 adet yarım yağlı süt numunesi toplanmıştır. Çalışmada 16 farklı markaya ait toplam 24 adet numune incelenmiştir. Tüm ürünlerden 3 adet alınarak laboratuarda homojenleştirme, ekstraksiyon ve metilleştirme işlemleri yapıldıktan sonra her numunenin analizi gaz kromatografisinde 3 tekrar halinde yapılarak doymuş yağ asitleri (saturated fatty acids=SFAs), tekli doymamış yağ asitleri (monounsaturated fatty acids=MUFAs), aşırı doymamış yağ asitleri (polyunsaturated fatty acids=PUFAs), trans yağ asitleri (trans fatty acids=TFAs) ve konjuge linoleik asit (conjugated linoleic acid=CLA) yüzdeleri belirlenmiştir.

Toplanan süt numunelerinin yağ asidi bileşiminde 4-24 arasında karbon sayılarına sahip yağ asitleri bulunmaktadır. Süt numunelerinin genel kompozisyonunda 37 değişik yağ asidi belirlenmiştir (Tablo 1).

### 4.1. Tam Yağlı Sütler

Yağlı sütlerde değişik markalar arasında  $\sum$  SFA,  $\sum$  MUFA,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  TFA ve  $\sum$  CLA yüzdeleri arasında farklar gözlenmiştir. Yağlı sütlerde  $\sum$  SFA %54.98–62.39,  $\sum$  MUFA %31.08–37.29,  $\sum$  PUFA %2.21–3.93,  $\sum$  TFA %2.01–4.53 ve  $\sum$  CLA %0.49–1.40 oranında olduğu belirlenmiştir.

Yağlı sütlerde SFA'lardan C 16:0 (palmitik asit), C 18:0 (stearik asit) ve C 14:0 (miristik asit) major yağ asitleri olup sırasıyla %28.54–35.94, %12.55–17.82 ve %5.54–9.27 arasında dağılım göstermektedir.

MUFA'lardan 18:1 (oleik asit) %26.68–33.41 arasında değişen değerlerle en yüksek düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bundan sonra C 16:1 (palmitoleik asit) %1.84-2.57 değeriyle ikinci yüksek oranda bulunan yağ asididir.

PUFA'lardan C 18:2 (linoleik asit) %1.91-3.38 oranıyla major yağ asidi olarak bulunmuştur. Bunu takiben C 18:3 n-3 ( $\alpha$ -Linolenik asit) %0.14-0.40 arasında değişen değerlere sahiptir.

Yağlı sütlerde TFA'lardan C 18:1 t11 (vaksenik asit) %1.23-2.83 arasında değişen değerleriyle en yüksek yüzdeye sahip trans yağ asidi olmuştur. Bundan başka C 14:1 t9 (miristelaidik asit), C 16:1 t9 (palmitelaidik asit), C 18:2 t9,12 ve C 18:2 t9,c12 (linoelaidik asit) izomerleri düşük düzeylerde bulunan diğer trans yağ asidi izomerleridir.

Yağlı sütlerde  $\sum$  CLA %0.49–1.40 oranları arasında dağılım göstermektedir. CLA izomerlerinden Rumenik asit (cis-9-trans-11-Oktadekanoik asit) %0.44-1.29, trans-10-cis-12-Oktadekanoik asit ise %0.04-0.15 arasında değişmektedir (Tablo 2).

## 4.2. Yarım Yağlı Sütler

Yarım yağlı sütlerde de değişik markalar arasında  $\sum$  SFA,  $\sum$  MUFA,  $\sum$  PUFA,  $\sum$  TFA ve  $\sum$  CLA yüzdeleri arasında farklar gözlenmiştir. Yarım yağlı sütlerde  $\sum$  SFA %56.91–65.54,  $\sum$  MUFA %28.27-36.45,  $\sum$  PUFA % 2.63-3.36  $\sum$  TFA %1.83-3.54,  $\sum$  CLA ise %0.61-1.15 arasında olduğu görülmüştür.

Yarım yağlı sütlerde de SFA'lar yağlı sütlere benzer olarak C 16:0 (palmitik asit) ve C 18:0 (stearik asit) ve C 14:0 (miristik asit) major yağ asitleri olarak belirlenmiştir. Bu yağ asitleri sırasıyla %29.67–35.06, %13.02–16.76 ve %7.16–9.38 oranları arasında değişmektedir. Bunlardan başka C 12:0 (laurik asit), C 10:0 (kaprik asit) ve C 15:0 (pentadesilik asit) diğer yüksek oranda bulunan yağ asitleridir.

MUFA'lardan C 18:1 (oleik asit), C 16:1 (palmitoleik asit) ve C 14:1 (miristoleik asit) %25.01–32.30, %1.51–2.55 ve %1.03–1.37 arasında değişen oranlarla en yüksek oranda bulunan yağ asitlerini oluşturmaktadır.

PUFA'lardan C 18:2 (linoleik asit) ve C 18:3 n3 ( $\alpha$ -Linolenik asit) %2.13–3.01 ve %0.15–0.37 oranlarıyla major yağ asitleridir. C 18:3 n6 ( $\gamma$ -linoleik asit), C 20:2 (eikosadienoik asit) ve C 20:4 (arakidonik asit) düşük düzeylerde de olsa bulunan diğer yağ asitleridir. C 20:5 (eikosapentaenoik asit) sadece üç örnekte tespit edilmiştir. C 22:6 (dokosahekzaenoik asit) ise yarım yağlı sütlerde bulunamamıştır.

Yarım yağlı sütlerde TFA'lardan C 18:1 t11 (vaksenik asit) ve C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) %1.01–2.24 ve %0.33–0.59 oranlarıyla major trans yağ asidi izomerleri olarak bulunmuştur. Ayrıca C 14:1 t9, C 18:2 t9,12 ve C 18:2 t9,c12 (linoelaidik asit) izomerleri bulunan diğer trans yağ asidi izomerleridir.

Yarım yağlı sütlerin CLA izomerlerinden Rumenik asit (cis-9-trans-11-Oktadekanoik asit) %0.56-1.08, trans-10-cis-12-Oktadekanoik asit ise %0.03-0.24 arasında değişmektedir (Tablo 3).

İncelenen süt numunelerinde yağ asitlerinin genel ortalaması yağlı sütlerde ve yarım yağlı sütlerde sırasıyla  $\sum$  SFA %58.90–60.93,  $\sum$  MUFA %33.54–32.55,  $\sum$  PUFA %3.25–3.03,  $\sum$  TFA %3.30–2.57 ve  $\sum$  CLA ise %1.01–0.92 oranlarında bulunmuştur. Örneklerin tamamı göz önüne alındığında yağ asitlerinin ortalaması ise  $\sum$  SFA %59.92,  $\sum$  MUFA %33.05,  $\sum$  PUFA %3.14,  $\sum$  TFA %2.94 ve  $\sum$  CLA %0.97 oranlarına sahip olduğu gözlenmiştir (Tablo 4).

Gerek yağlı gerekse yarım yağlı tüm süt numunelerinde en yüksek orana sahip olan trans yağ asidin %1.01-2.83 ile C 18:1 t11 (vaksenik asit) olduğu görülmektedir.

Tablo 1. Yağlı ve yarı yağlı sütlerin yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri

Karbon Sayısı	Yağın ve Sistematik Adı
C 4:0	Butirik asit
C 6:0	Kaproik asit
C 8:0	Kaprilik asit (Oktanoik asit)
C 10:0	Kaprik asit (Dekanoik asit)
C 11:0	Andesilik asit (Andekanoik asit)
C 12:0	Laurik asit (Dodekanoik asit)
C 13:0	Tridesilik asit (Tridekanoik asit)
C 14:0	Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C 14:1 $\omega$ 5	Miristoleik asit (cis-9-Tetradekanoik asit)
C 14:1 t9	Miristelaidik asit (trans-9-Tetradekanoik asit)
C 15:0	Pentadesilik asit (Pentadekanoik asit)
C 15:1 $\omega$ 6	Pentadekanoik asit (cis-9-Pentadekanoik asit)
C 16:0	Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)
C 16:1 t9	Palmitelaidik asit (trans-9-Hekzadekanoik asit)
C 16:1 $\omega$ 7	Palmitoleik asit (cis-9-Hekzadekanoik asit)
C 17:0	Margarik asit (Heptadekanoik asit)
C 17:1 $\omega$ 8	Margaroleik asit (cis 10-Heptadekanoik asit)
C 18:0	Stearik asit (Oktadekanoik asit)
C 18:1 t11	Vaksenik asit (trans-11-Oktadekanoik asit)
C 18:1 $\omega$ 9	Oleik asit (cis-9-Oktadekanoik asit)
C 18:2 t9, t12	Linolelaidik asit (trans 9-12-Oktadekaienoik asit)
C 18:2 t9, c12	(trans9-cis12-Oktadekadienoik asit)
C 18:2 $\omega$ 6	Linoleik asit ( cis-9-12-Oktadekadienoik asit)
CLA	Rumenik asit (cis-9-trans-11-Oktadekanoik asit)
CLA	(trans-10-cis-12-Oktadekanoik asit)
C 18:3 $\omega$ 6	$\gamma$ -Linolenik asit
C 18:3 $\omega$ 3	Linolenik asit ( $\alpha$ -linoleik asit.ALA)(cis-9-12-15- Oktadekatrienoik asit )
C 19:0	Nondesilik asit (Nonadekanoik asit)
C 20:0	Arakidik asit (Eikosanoik asit)
C 20:1 $\omega$ 9	Gadoleik asit (cis -11 Eikosenoik asit)
C 20:2 $\omega$ 6	Eikosadienoik asit (cis-11,14- Eikosadienoik asit)
C 20:4 $\omega$ 6	Arakidonik asit (Eikosatetraenoik asit)
C 20:5 $\omega$ 3	Dokosapentaenoik asit
C 21:0	Heneikosanoik asit
C 22:0	Behenik asit
C 22:2 n3	Dokosadienoik asit
C 24:0	Lignoserik asit (Tetrakosanoik asit)
C 22:6 n3	Dokosaheksaenoik asit

Tablo 2. Yağlı sütlerin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi miktarları (%)

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8
C 4:0	0.03±0.01**	0.01±0.01	0.20±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.53±0.01	0.01±0.01	0.05±0.04
C 6:0	0.06±0.01	0.06±0.01	0.10±0.02	0.01±0.01	0.01±0.01	0.04±0.01	0.01±0.01	0.42±0.01
C 8:0	0.12±0.02	0.09±0.01	0.26±0.17	0.05±0.01	0.05±0.01	0.12±0.03	0.04±0.01	0.09±0.01
C 10:0	0.87±0.24	0.78±0.04	1.54±0.19	0.45±0.03	0.36±0.01	0.70±0.07	0.43±0.01	0.56±0.04
C 11:0	0.27±0.01	0.20±0.01	0.40±0.11	0.39±0.08	0.03±0.01	0.06±0.05	0.01±0.01	0.05±0.01
C 12:0	1.62±0.38	1.53±0.08	2.32±0.59	1.40±0.01	1.10±0.08	1.28±0.12	1.51±0.01	1.15±0.05
C 13:0	0.24±0.02	0.26±0.07	0.36±0.20	0.17±0.05	0.17±0.01	0.11±0.01	0.16±0.01	0.15±0.01
C 14:0	5.54±0.12	6.46±0.03	7.34±0.07	7.77±0.09	7.11±0.09	7.07±0.16	8.62±0.01	7.30±0.15
C 15:0	0.84±0.04	0.99±0.15	1.05±0.08	1.15±0.02	0.98±0.01	0.86±0.01	1.03±0.01	1.09±0.04
C 16:0	28.54±0.01	29.40±0.31	29.95±0.76	28.54±0.47	29.45±0.42	32.73±0.52	30.90±0.08	30.43±0.04
C 17:0	0.88±0.07	0.76±0.01	0.81±0.03	0.90±0.08	0.76±0.04	0.76±0.01	0.65±0.01	0.82±0.08
C 18:0	16.48±0.50	14.24±0.38	15.85±0.57	15.63±0.21	17.11±0.17	17.82±0.16	14.36±0.03	16.25±0.01
C 19:0	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.20±0.04	0.04±0.01
C 20:0	0.15±0.01	0.11±0.01	0.15±0.06	0.20±0.01	0.14±0.02	0.21±0.01	0.12±0.01	0.12±0.01
C 21:0	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.02	0.04±0.01	0.05±0.01	0.09±0.01
C 22:0	0.11±0.01	0.08±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.13±0.01	0.08±0.03	0.13±0.01	0.18±0.04
C 24:0	-	-	-	-	0.03±0.01	-	0.02±0.01	-
<b>Σ SFA*</b>	<b>55.75±0.23</b>	<b>54.98±0.33</b>	<b>60.45±0.04</b>	<b>56.79±0.51</b>	<b>57.47±0.56</b>	<b>62.39±0.58</b>	<b>58.23±0.04</b>	<b>58.73±0.28</b>
C 14:1	0.68±0.01	0.88±0.08	0.98±0.08	1.19±0.01	1.01±0.02	0.58±0.42	1.16±0.01	0.99±0.01
C 15:1	0.43±0.01	0.41±0.11	0.51±0.17	0.44±0.04	0.44±0.01	0.35±0.01	0.35±0.01	0.36±0.01
C 16:1	1.84±0.50	2.17±0.07	2.13±0.04	2.20±0.13	2.23±0.04	2.03±0.02	2.35±0.04	2.08±0.34
C 17:1	0.53±0.04	0.41±0.01	0.42±0.01	0.50±0.02	0.48±0.01	0.39±0.01	0.39±0.01	0.49±0.03
C 18:1	32.45±0.31	33.41±0.01	28.36±0.59	29.91±0.31	30.02±0.75	27.77±0.02	29.40±0.06	29.49±0.82
C 20:1	0.04±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.01±0.01	0.05±0.05	0.03±0.01
<b>Σ MUFA*</b>	<b>35.96±0.16</b>	<b>37.29±0.26</b>	<b>32.40±0.40</b>	<b>34.25±0.37</b>	<b>34.20±0.76</b>	<b>31.11±0.43</b>	<b>33.69±0.04</b>	<b>33.44±0.45</b>
C 18:2	2.87±0.06	3.32±0.08	2.28±0.15	2.62±0.21	2.55±0.01	1.91±0.03	3.02±0.01	2.84±0.07
C 18:3 n6	0.04±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01
C 18:3 n3	0.30±0.01	0.28±0.01	0.21±0.04	0.40±0.01	0.28±0.01	0.14±0.01	0.27±0.01	0.26±0.02
C 20:2	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.04±0.02
C 20:4	0.23±0.04	0.11±0.01	0.12±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01	0.14±0.01	0.19±0.01	0.22±0.04
C 20:5	-	-	-	-	-	-	0.02±0.01	-
C 22:6 n3	-	0.04±0.01	0.01±0.01	-	-	-	0.01±0.01	-
<b>Σ PUFA*</b>	<b>3.46±0.04</b>	<b>3.77±0.07</b>	<b>2.64±0.18</b>	<b>3.22±0.21</b>	<b>3.04±0.01</b>	<b>2.21±0.01</b>	<b>3.54±0.01</b>	<b>3.37±0.03</b>
C 14:1 t	0.13±0.01	0.30±0.10	0.31±0.11	0.31±0.03	0.27±0.01	0.21±0.01	0.26±0.01	0.22±0.01
C 16:1 t	0.67±0.08	0.54±0.01	0.58±0.10	0.83±0.17	0.61±0.02	0.55±0.06	0.53±0.05	0.56±0.16
C 18:1 t	2.75±0.06	1.95±0.11	2.48±0.02	2.46±0.03	2.83±0.17	2.46±0.22	1.63±0.01	2.64±0.02
C 18:2 t9t12	0.07±0.01	0.06±0.01	0.07±0.03	0.61±0.16	0.11±0.01	0.06±0.05	0.71±0.01	0.08±0.04
C 18:2 t9c12	0.14±0.04	0.07±0.01	0.08±0.01	0.32±0.27	0.09±0.01	0.09±0.01	0.33±0.01	0.11±0.01
<b>Σ TRANS</b>	<b>3.76±0.11</b>	<b>2.92±0.01</b>	<b>3.52±0.25</b>	<b>4.53±0.59</b>	<b>3.91±0.19</b>	<b>3.36±0.21</b>	<b>3.45±0.05</b>	<b>3.59±0.18</b>
CLA c9 t11	0.94±0.30	0.96±0.01	0.90±0.03	1.12±0.07	1.31±0.01	0.83±0.01	1.03±0.05	0.77±0.01
CLA t10 c12	0.15±0.02	0.10±0.01	0.10±0.04	0.09±0.01	0.09±0.01	0.12±0.04	0.07±0.01	0.11±0.02
<b>Σ CLA*</b>	<b>1.09±0.32</b>	<b>1.06±0.01</b>	<b>1.00±0.01</b>	<b>1.21±0.08</b>	<b>1.40±0.03</b>	<b>0.94±0.04</b>	<b>1.10±0.05</b>	<b>0.87±0.03</b>

\* SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit

\*\* Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 2'nin Devamı

YAĞ ASİTLERİ	9	10	11	12	13	14	15
C 4:0	0.02±0.01	0.04±0.03	0.08±0.04	0.01±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.65±0.20
C 6:0	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.03±0.01
C 8:0	0.09±0.01	0.11±0.01	0.14±0.01	0.13±0.01	0.08±0.01	0.11±0.01	0.14±0.01
C 10:0	0.70±0.13	0.76±0.06	0.93±0.09	0.69±0.01	0.68±0.01	0.77±0.01	0.84±0.02
C 11:0	0.08±0.06	0.07±0.04	0.06±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.07±0.01
C 12:0	1.76±0.12	1.48±0.08	2.06±0.14	1.51±0.06	1.77±0.01	1.70±0.04	1.76±0.01
C 13:0	0.19±0.01	0.12±0.01	0.12±0.01	0.15±0.01	0.15±0.01	0.13±0.01	0.15±0.01
C 14:0	9.16±0.08	7.82±0.04	9.27±0.26	8.33±0.07	8.95±0.01	8.75±0.13	8.83±0.06
C 15:0	1.08±0.01	0.94±0.01	1.09±0.01	1.07±0.01	1.16±0.01	0.98±0.01	1.16±0.01
C 16:0	32.44±0.30	35.94±0.03	33.87±0.19	28.67±0.37	30.58±0.04	34.23±0.17	31.30±0.18
C 17:0	0.73±0.01	0.67±0.01	0.71±0.01	0.78±0.02	0.77±0.02	0.64±0.02	0.83±0.01
C 18:0	13.97±0.07	12.55±0.06	12.86±0.04	13.45±0.01	14.44±0.04	13.56±0.16	14.81±0.04
C 19:0	0.01±0.01	0.03±0.01	0.19±0.06	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.04±0.02
C 20:0	0.12±0.04	0.09±0.01	0.06±0.01	0.08±0.01	0.11±0.05	0.07±0.01	0.02±0.01
C 21:0	0.03±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.12±0.01
C 22:0	0.13±0.01	0.15±0.01	0.10±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01
C 24:0	-	-	-	-	-	-	0.03±0.01
<b>Σ SFA*</b>	<b>60.48±0.14</b>	<b>60.81±0.02</b>	<b>61.57±0.57</b>	<b>55.04±0.55</b>	<b>58.88±0.01</b>	<b>61.14±0.52</b>	<b>60.81±0.04</b>
C 14:1	1.29±0.01	0.91±0.01	1.16±0.01	1.23±0.01	1.30±0.01	1.17±0.01	1.31±0.01
C 15:1	0.38±0.01	0.29±0.01	0.36±0.01	0.41±0.01	0.39±0.01	0.34±0.01	0.40±0.01
C 16:1	2.46±0.08	2.21±0.14	2.44±0.03	2.55±0.09	2.38±0.03	2.04±0.04	2.57±0.03
C 17:1	0.43±0.01	0.37±0.01	0.44±0.02	0.46±0.03	0.46±0.01	0.38±0.01	0.47±0.01
C 18:1	28.25±0.08	29.00±0.01	26.68±0.17	32.07±0.90	28.54±0.07	27.53±0.15	28.09±0.06
C 20:1	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01
<b>Σ MUFA*</b>	<b>32.82±0.19</b>	<b>32.78±0.11</b>	<b>31.08±0.16</b>	<b>36.72±0.97</b>	<b>33.08±0.06</b>	<b>31.46±0.19</b>	<b>32.84±0.05</b>
C 18:2	2.58±0.29	3.38±0.06	2.90±0.27	2.93±0.22	2.93±0.17	3.14±0.25	2.37±0.02
C 18:3 n6	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.04±0.02	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01
C 18:3 n3	0.22±0.02	0.33±0.01	0.29±0.08	0.32±0.01	0.27±0.06	0.19±0.01	0.32±0.02
C 20:2	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01
C 20:4	0.18±0.01	0.18±0.01	0.14±0.01	0.15±0.04	0.16±0.01	0.15±0.01	0.16±0.01
C 20:5	0.01±0.01	0.02±0.01	-	-	-	-	-
C 22:6 n3	-	-	-	-	-	-	-
<b>Σ PUFA*</b>	<b>3.00±0.31</b>	<b>3.93±0.08</b>	<b>3.36±0.35</b>	<b>3.44±0.29</b>	<b>3.39±0.10</b>	<b>3.51±0.25</b>	<b>2.89±0.02</b>
C 14:1 t	0.30±0.01	0.17±0.01	0.24±0.01	0.28±0.01	0.27±0.01	0.24±0.02	0.30±0.01
C 16:1 t	0.44±0.06	0.49±0.14	0.59±0.01	0.72±0.15	0.64±0.01	0.61±0.04	0.52±0.07
C 18:1 t	1.84±0.01	1.23±0.09	1.69±0.01	2.30±0.04	2.24±0.01	1.99±0.01	1.50±0.01
C 18:2 t9t12	0.06±0.01	0.05±0.01	0.51±0.01	0.07±0.01	0.41±0.03	0.07±0.01	0.11±0.01
C 18:2 t9c12	0.07±0.01	0.08±0.01	0.26±0.02	0.08±0.01	0.09±0.01	0.08±0.03	0.03±0.01
<b>Σ TRANS</b>	<b>2.70±0.06</b>	<b>2.01±0.06</b>	<b>3.27±0.01</b>	<b>3.44±0.10</b>	<b>3.65±0.02</b>	<b>2.98±0.04</b>	<b>2.45±0.08</b>
CLA c9 t11	0.92±0.07	0.44±0.15	0.66±0.04	1.29±0.03	0.97±0.12	0.87±0.10	0.99±0.01
CLA t10 c12	0.09±0.01	0.05±0.01	0.07±0.03	0.08±0.01	0.06±0.02	0.05±0.01	0.04±0.01
<b>Σ CLA*</b>	<b>1.01±0.08</b>	<b>0.49±0.15</b>	<b>0.73±0.07</b>	<b>1.37±0.03</b>	<b>1.02±0.14</b>	<b>0.92±0.11</b>	<b>1.03±0.02</b>

\* SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit

\*\* Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 3. Yarım Yağlı sütlerin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi miktarları (%)

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C 4:0	0.01±0.01**	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	1.02±0.07	0.01±0.01	4.10±0.33	0.47±0.13	0.14±0.01
C 6:0	0.03±0.01	0.02±0.01	0.13±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.07±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01
C 8:0	0.18±0.02	0.09±0.06	0.64±0.20	0.22±0.03	0.18±0.03	0.17±0.01	0.07±0.01	0.10±0.04	0.06±0.01
C 10:0	1.05±0.25	0.65±0.41	2.75±0.58	1.45±0.35	0.96±0.01	0.91±0.01	0.62±0.02	0.47±0.04	0.36±0.01
C 11:0	0.06±0.01	0.05±0.03	0.20±0.18	0.08±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	0.06±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
C 12:0	2.08±0.18	1.34±0.42	3.57±0.38	2.37±0.29	2.03±0.04	1.84±0.01	1.68±0.05	1.37±0.05	1.06±0.01
C 13:0	0.23±0.11	0.13±0.01	0.24±0.03	0.29±0.11	0.14±0.01	0.19±0.02	0.16±0.01	0.15±0.03	0.14±0.01
C 14:0	9.14±0.01	7.65±0.83	9.08±0.06	8.96±0.03	9.38±0.08	9.10±0.21	8.91±0.06	8.20±0.08	7.16±0.03
C 15:0	1.09±0.13	1.07±0.04	0.89±0.01	1.16±0.08	1.06±0.02	1.15±0.02	1.04±0.01	0.95±0.01	0.94±0.01
C 16:0	31.26±0.55	31.67±0.54	30.31±0.43	33.24±0.31	35.06±0.22	30.69±0.66	31.17±0.19	31.35±0.33	29.67±0.14
C 17:0	0.79±0.12	0.86±0.01	0.64±0.03	0.72±0.04	0.71±0.04	0.81±0.11	0.56±0.03	0.65±0.02	0.78±0.04
C 18:0	13.76±0.31	15.51±1.34	16.76±0.18	13.52±0.30	14.15±0.12	14.26±0.01	13.02±0.14	14.40±0.16	16.34±0.10
C 19:0	0.08±0.06	0.03±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.05±0.01	0.02±0.01
C 20:0	0.07±0.01	0.10±0.04	0.15±0.01	0.10±0.01	0.07±0.02	0.04±0.02	0.05±0.01	0.10±0.01	0.05±0.02
C 21:0	0.04±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.03±0.02	0.02±0.01	0.11±0.01	0.03±0.01	0.01±0.01	0.07±0.01
C 22:0	0.10±0.01	0.10±0.01	0.12±0.04	0.13±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.07±0.03	0.05±0.01	0.10±0.01
C 24:0	-	-	-	0.05±0.01	-	-	-	-	-
<b>Σ SFA*</b>	<b>59.95±0.06</b>	<b>59.28±0.10</b>	<b>65.54±0.69</b>	<b>62.36±0.30</b>	<b>64.97±0.25</b>	<b>59.45±0.78</b>	<b>61.58±0.18</b>	<b>58.33±0.01</b>	<b>56.91±0.18</b>
C 14:1	1.27±0.10	1.07±0.08	1.08±0.01	1.27±0.06	1.32±0.02	1.37±0.01	1.22±0.01	1.15±0.01	1.03±0.01
C 15:1	0.49±0.16	0.40±0.01	0.32±0.01	0.51±0.13	0.37±0.01	0.40±0.01	0.36±0.04	0.39±0.01	0.40±0.01
C 16:1	2.55±0.09	2.31±0.10	1.51±0.21	2.28±0.06	2.22±0.25	2.26±0.33	2.27±0.07	2.06±0.08	2.29±0.19
C 17:1	0.48±0.04	0.47±0.01	0.35±0.04	0.45±0.01	0.43±0.01	0.49±0.01	0.45±0.01	0.41±0.06	0.44±0.01
C 18:1	27.72±0.42	29.27±0.13	25.01±0.36	26.62±0.32	25.37±0.31	29.47±0.29	28.28±0.11	30.70±0.10	32.30±0.19
C 20:1	0.03±0.01	0.05±0.04	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.06±0.03	0.01±0.01
<b>Σ MUFA*</b>	<b>32.54±0.05</b>	<b>33.56±0.19</b>	<b>28.27±0.54</b>	<b>31.14±0.06</b>	<b>29.72±0.02</b>	<b>33.99±0.64</b>	<b>32.59±0.01</b>	<b>34.77±0.02</b>	<b>36.45±0.03</b>
C 18:2	2.55±0.13	2.39±0.04	2.13±0.06	3.01±0.56	2.42±0.04	2.48±0.02	2.35±0.05	2.86±0.12	2.64±0.03
C 18:3 n6	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.08±0.01	0.10±0.01	0.07±0.01	0.07±0.02
C 18:3 n3	0.19±0.01	0.19±0.03	0.19±0.01	0.15±0.01	0.16±0.01	0.36±0.01	0.37±0.04	0.19±0.08	0.32±0.04
C 20:2	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.08±0.03	0.03±0.01
C 20:4	0.15±0.02	0.16±0.01	0.14±0.01	0.22±0.03	0.19±0.01	0.15±0.03	0.15±0.01	0.17±0.01	0.21±0.02
C 20:5	0.02±0.01	-	0.12±0.01	-	-	-	-	-	0.02±0.01
C 22:6 n3	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>Σ PUFA*</b>	<b>2.94±0.17</b>	<b>2.78±0.06</b>	<b>2.63±0.09</b>	<b>3.41±0.59</b>	<b>2.82±0.07</b>	<b>3.09±0.01</b>	<b>3.00±0.02</b>	<b>3.36±0.01</b>	<b>3.27±0.06</b>
C 14:1 t	0.31±0.11	0.25±0.02	0.18±0.01	0.35±0.08	0.24±0.04	0.29±0.04	0.21±0.01	0.25±0.01	0.24±0.01
C 16:1 t	0.59±0.08	0.55±0.03	0.37±0.03	0.51±0.25	0.51±0.17	0.54±0.19	0.33±0.14	0.38±0.17	0.39±0.08
C 18:1 t	2.09±0.04	2.24±0.01	2.12±0.05	1.46±0.22	1.01±0.01	1.51±0.01	1.15±0.11	1.69±0.01	1.50±0.01
C 18:2 t9t12	0.42±0.11	0.32±0.18	0.12±0.04	0.03±0.01	0.08±0.01	0.05±0.02	0.08±0.03	0.09±0.03	0.08±0.02
C 18:2 t9c12	0.14±0.06	0.12±0.01	0.09±0.01	0.06±0.01	0.06±0.03	0.03±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.03±0.01
<b>Σ TRANS</b>	<b>3.54±0.32</b>	<b>3.47±0.14</b>	<b>2.88±0.04</b>	<b>2.40±0.11</b>	<b>1.89±0.16</b>	<b>2.41±0.22</b>	<b>1.83±0.09</b>	<b>2.48±0.12</b>	<b>2.23±0.11</b>
CLA c9 t11	0.89±0.05	0.87±0.20	0.62±0.03	0.56±0.23	0.58±0.21	0.99±0.07	0.95±0.14	0.84±0.03	1.08±0.01
CLA t10 c12	0.16±0.01	0.06±0.01	0.08±0.01	0.14±0.01	0.03±0.01	0.09±0.01	0.07±0.03	0.24±0.09	0.07±0.01
<b>Σ CLA*</b>	<b>1.05±0.04</b>	<b>0.93±0.21</b>	<b>0.70±0.01</b>	<b>0.70±0.24</b>	<b>0.61±0.20</b>	<b>1.08±0.08</b>	<b>1.02±0.11</b>	<b>1.08±0.12</b>	<b>1.15±0.01</b>

\* SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit

\*\* Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 4. Yağlı sütlerin (15 adet), yarım yağlı sütlerin (9 adet) yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi miktarlarının ortalama değerleri (%)

YAĞ ASİTLERİ	Yağlı Sütler (%) Ortalama	Yarım Yağlı Sütler (%) Ortalama	Genel (%) Ortalama
C 4:0	0.11±0.20**	0.64±1.34**	0.38±0.37**
C 6:0	0.05±0.10	0.04±0.04	0.05±0.01
C 8:0	0.11±0.05	0.19±0.18	0.15±0.06
C 10:0	0.74±0.28	1.02±0.73	0.88±0.20
C 11:0	0.12±0.13	0.07±0.05	0.10±0.04
C 12:0	1.59±0.32	1.92±0.74	1.76±0.23
C 13:0	0.17±0.07	0.18±0.06	0.18±0.01
C 14:0	7.88±1.09	8.62±0.77	8.25±0.52
C 15:0	1.03±0.10	1.04±0.09	1.04±0.01
C 16:0	31.13±2.27	31.60±1.63	31.37±0.33
C 17:0	0.76±0.08	0.72±0.09	0.74±0.03
C 18:0	14.89±1.57	14.64±1.29	14.77±0.18
C 19:0	0.04±0.06	0.03±0.02	0.04±0.01
C 20:0	0.11±0.05	0.08±0.03	0.10±0.02
C 21:0	0.04±0.03	0.04±0.03	0.04±0.01
C 22:0	0.11±0.03	0.09±0.02	0.10±0.01
C 24:0	0.01±0.01	0.01±0.02	0.01±0.01
<b>Σ SFA*</b>	<b>58.90±2.45</b>	<b>60.93±2.93</b>	<b>59.92±1.44</b>
C 14:1	1.05±0.22	1.19±0.12	1.12±0.10
C 15:1	0.39±0.05	0.40±0.06	0.40±0.01
C 16:1	2.24±0.21	2.19±0.28	2.22±0.04
C 17:1	0.44±0.05	0.44±0.04	0.44±0.01
C 18:1	29.40±1.92	28.30±2.41	28.85±0.78
C 20:1	0.02±0.01	0.02±0.02	0.02±0.01
<b>Σ MUFA*</b>	<b>33.54±1.90</b>	<b>32.55±2.54</b>	<b>33.05±0.70</b>
C 18:2	2.77±0.40	2.53±0.27	2.65±0.17
C 18:3 n6	0.02±0.01	0.05±0.03	0.04±0.02
C 18:3 n3	0.27±0.06	0.23±0.09	0.25±0.03
C 20:2	0.01±0.01	0.03±0.02	0.02±0.01
C 20:4	0.16±0.03	0.17±0.03	0.17±0.01
C 20:5	0.01±0.01	0.02±0.04	0.02±0.01
C 22:6 n3	0.01±0.01	-	-
<b>Σ PUFA*</b>	<b>3.25±0.44</b>	<b>3.03±0.27</b>	<b>3.14±0.16</b>
C 14:1 t	0.25±0.05	0.26±0.05	0.26±0.01
C 16:1 t	0.59±0.10	0.46±0.09	0.53±0.09
C 18:1 t	2.13±0.49	1.64±0.43	1.89±0.35
C 18:2 t9t12	0.20±0.23	0.14±0.13	0.17±0.04
C 18:2 t9c12	0.13±0.09	0.07±0.04	0.10±0.04
<b>Σ TRANS</b>	<b>3.30±0.62</b>	<b>2.57±0.62</b>	<b>2.94±0.52</b>
CLA c9 t11	0.93±0.22	0.82±0.19	0.88±0.08
CLA t10 c12	0.08±0.03	0.10±0.06	0.09±0.01
<b>Σ CLA*</b>	<b>1.01±0.23</b>	<b>0.92±0.20</b>	<b>0.97±0.06</b>

\* SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit

\*\* Yağlı sütlerin (15 adet), yarım yağlı sütlerin (9 adet) ve her ikisinin aritmetik ortalama değerleri ± Standart sapma.

## 5. TARTIŞMA

İncelenen yağlı sütlerin (15 adet) ve yarım yağlı sütlerin (9 adet) yağ asidi bileşiminde karbon sayıları ve doymuşlukları farklı olan 37 yağ asidi gözlenmiştir. Ayrıca C 14:1, miristoleik asit, C 16:1, palmitoleik asit, C 18:1, oleik asit ile C18:2, linoleik asidin trans yağ asitleri belirlenmiştir. C18:3, linolenik asitin  $\omega$ 3 ve  $\omega$ 6 olmak üzere iki farklı izomeri tespit edilmiştir. Ayrıca CLA'nın 2 izomerinin olduğu görülmüştür.

Talpur ve ark. (2006)'ın Pakistan'da farklı inek sütleri üzerinde yaptıkları çalışmada  $\sum$  SFA %55.53–60.58,  $\sum$  MUFA %26.81–30.06,  $\sum$  PUFA %4.85–4.96 değerlerinde olduğu belirtilmiştir.  $\sum$  TFA ise %3.34–3.98 oranındadır. Bizim yaptığımız çalışmada ise işlem görmüş yağlı sütlerde  $\sum$  SFA %54.98–62.39,  $\sum$  MUFA %31.11–37.29,  $\sum$  PUFA %2.21–3.93,  $\sum$  TFA %2.01–4.53 oranında, yarım yağlı sütlerde ise  $\sum$  SFA %56.91–64.97,  $\sum$  MUFA %28.27–36.45,  $\sum$  PUFA % 2.63–3.36,  $\sum$  TFA %1.83–3.54 aralığında olduğu görülmüştür. Görüldüğü üzere ülkemizdeki işlem görmüş sütlerde bulunan doymuş yağ asitleri oranı Pakistan'daki inek sütlerine yakın değerde iken çoklu doymuş yağ asitleri ise düşük orandadır. Trans yağ asitleri ise kısmen düşük miktarlardadır.

Tsiplakou ve ark. (2006) Yunanistan'da koyun ve keçi sütleri üzerinde farklı mevsimlerde yaptıkları çalışmada  $\sum$  SFA %53.0–60.59.6,  $\sum$  MUFA %16.9–33.4,  $\sum$  PUFA %3.8–8.1 aralığında olduğunu belirlemiştir.

ABD'de Exler ve ark. 1989–1993 yılları arasında yaptıkları çalışmalar sonucunda değişik mevsimlerde alınan tam yağlı süt numunelerindeki  $\sum$  TFA miktarının %2.7–3.39 arasında dağılım gösterdiğini bulmuşlardır. Bu sonuca göre ülkemizdeki yağlı modifiye sütlerdeki trans oranı Amerika'ya nispeten biraz yüksek değere sahiptir.

Parodi ve Dunstan (1971)'in bildirdiğine göre Avusturya'da inek sütlerindeki  $\sum$  TFA miktarı %6.01'dir. Ülkemizdeki sütlerin trans miktarları Avusturya'daki inek sütlerinin trans miktarından daha düşük seviyededir.

Laloux ve ark. (2007)'nin Fransa'da yaptıkları araştırmalar ile farklı sütlerdeki ve süt ürünlerindeki trans yağ asitleri miktarlarını belirlemişlerdir. Buna göre keçi sütünde 100 gr yağda  $\sum$  TFA 0.15 g, tam yağlı UHT sütte  $\sum$  TFA 0.16 g, yarım yağlı UHT sütte  $\sum$  TFA 0.09 g'dır.

Aro ve ark. (1998)'nin 14 Avrupa ülkesindeki inek sütleri ile yaptığı araştırmalar sonucu inek sütünde  $\sum$  TFA oranı %3.19–5.24 olduğunu belirtmişlerdir. Yine Yunanistan'da yaptıkları araştırmalar sonucu keçi sütünde  $\sum$  TFA oranının %2.7, koyun sütünde ise  $\sum$  TFA'nın %3.61 olduğunu bildirmişlerdir. Görüldüğü gibi elde edilen sonuçlara göre ülkemizdeki sütlerin toplam trans yağ asidi içerikleri nispeten daha düşük değerlerdedir. Sütlerin yağ asidi bileşimlerinde major trans yağ asitlerinin yüzdeleri ayrı ayrı incelenecek olursa diğer ülkelere göre nispeten farklı sonuçların olduğu görülür.

Wolff (1994) yaptığı çalışmada Fransa'da inek sütlerindeki C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) miktarının %0.11 olduğunu, Almanya'da yaptığı çalışmada ise inek sütlerinde C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) miktarının %0.13 olduğunu belirtmiştir. Bizim çalışmamızda ise C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) miktarı yağlı sütlerde %0.44–0.83, yarım yağlı sütlerde ise %0.33–0.59 aralığındadır. Ülkemizde işlenmiş sütlerin C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) içerikleri Fransa ve Almanya'daki inek sütlerindeki kadar yüksek orandadır.

Henninger ve Ulberth (1994) Avusturya'da inek sütlerindeki C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarının %3.33 olduğunu belirtmiştir. Benzer bir çalışma ile Wolff (1994) Fransa'da inek sütlerindeki C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarının %3.80 olduğunu bildirmiştir. Precht ve Molquentin (1996) Almanya'da yaptıkları çalışma ile inek sütlerindeki C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarı %3.62 olarak ölçülmüştür. Aro ve ark. (1998)'nin 14 Avrupa ülkesindeki inek sütleri ile yaptığı araştırmalar sonucuna göre C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarı %2.17–3.96'dır. Bizim çalışmamızda ise yağlı ve yarım yağlı sütlerdeki C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarı %1.01–2.83 arasında dağılım göstermiştir. Görüldüğü gibi ülkemizdeki işlem görmüş sütlerdeki C 18:1 t11 (vaksenik asit) oranı Avusturya, Fransa, Almanya ve diğer Avrupa ülkelerindeki inek sütlerindeki kadar düşük değerdedir.

Benzer şekilde Laloux ve ark. (2007), Fransa'da yaptıkları çalışma sonucuna göre tam yağlı UHT sütte 100 g yağda C 18:1 t11 (vaksenik asit) miktarı 0.11 g, yarım yağlı UHT sütte C 18:1t miktarı ise 0.04 g şeklindedir.

Svahn ve ark. (2002)'nin bildirdiğine göre az yağlı (1g yağ/100ml) inek sütünde  $\sum$  SFA miktarı 0.62 g,  $\sum$  MUFA miktarı 0.21 g,  $\sum$  PUFA miktarı 0.02 g'dır. Az yağlı inek sütünde toplam 0.50 g trans yağ asidi bulunduğu ve trans yağ asit çeşitleri dağılımının C 18:1 t11 0.26 g, C 18:2 t9,12 0.24 g şeklinde olduğunu bildirmişlerdir. Standart yağlı (3.5 g yağ/100 ml) inek sütünde  $\sum$  SFA miktarı 2.17 g,  $\sum$  MUFA miktarı 0.73 g,  $\sum$  PUFA miktarı 0.07 g'dır. Standart yağlı inek sütünde ise toplam 0.74 g trans yağ asidi bulunduğu ve trans yağ asit çeşitleri dağılımının C16:1 t9 0.05 g, C18:1 t11 0.31 g, C18:2 t9,12 0.38 g şeklinde olduğunu belirtmişlerdir.

Talpur ve ark. (2006)'ın Pakistan'da değişik inek sütleri üzerinde yaptıkları çalışmada C16:1 t9 (Palmitelaidik asit) miktarının %0.38–0.52, C18:1 t11 (vaksenik asit) miktarının %2.39–2.82, C18:2 t9,12 miktarının ise %0.57–0.64 olduğu belirlenmiştir.

Sütlerdeki CLA miktarlarına göz atıldığında ise Fritsche ve Steinhart (1998)'in Almanya'da yaptıkları çalışmaya göre pastörize sütlerdeki CLA miktarı %0.98, UHT sütlerdeki CLA miktarı %0.80, yoğun sütlerdeki CLA miktarı %0.63 oranındadır. Bizim çalışmamızda ise yağlı sütlerdeki  $\sum$  CLA %0.49-1.40, yarım yağlılarda ise  $\sum$  CLA %0.61-1.15 arasında olduğu görülmüştür. Görüldüğü gibi ülkemizdeki modifiye sütlerdeki CLA oranları nispeten yüksektir.

Diğer bir çalışmada ise Chilliard ve ark. (2007)'in inek ve keçi sütleri ile yaptığı araştırmada inek sütlerinde CLA miktarı %1.70, keçi sütlerinde ise CLA miktarı %2.34 şeklindedir.

Süt ürünlerindeki trans yağ asidi çalışmalarına bakıldığında Aro ve ark. (1998)'nin 14 Avrupa ülkesinde süt ürünleri üzerindeki çalışmaları sonucu tereyağında  $\sum$  TFA %4.0–6.2, peynirde  $\sum$  TFA %3.6–5.7 arasında dağılım gösterdiğini bildirmişlerdir.

Henninger ve Ulberth (1994)'in Avusturya'da inek sütlerinin yağ asidi içerikleri ve trans yağ asidi miktarlarını inceledikleri çalışmalarında C18:2' nin trans izomerlerinin 2.26-6.52 (g/100g) arasında değiştiğini belirlemişlerdir.

Seçkin ve ark. (2005)'nin Türkiye'de bazı süt ürünlerinin yağ asidi kompozisyonlarını inceleyerek C 18:1 t9,12, C18:2 t9,t12 ve C 18:3 c6,t9,12 olmak üzere üç trans yağ asidi izomeri tespit etmişlerdir. Bunlardan C 18:1 t9,12 (elaidik asit) sadece iki örnekte ve çok düşük miktarda bulunmuştur. C 18:2 t9,12 (linolelaidik asit) izomeri tereyağında 0.09-0.17 (g/100g), peynirlerde 0.11-0.29 (g/100g), kaymakta ise 0.08-0.29 (g/100g) olarak belirlenmiştir. C 18:3 t9,12 ise sadece bir numunede 0.17 (g/100g) düzeyindedir. Bizim alışmamızda ise C 18:1 t izomeri ortalama %1.89 oranıyla major trans yağ asididir. C 18:2'nin C 18:2 t9,t12 ve C 18:2 t9,c12 olmak üzere iki trans izomeri bulunmuş ve bunlar sırasıyla %0.17 ve %0.10 düzeylerinde tespit edilmiştir.

Laloux ve ark. (2007)'nin Fransa'da yaptıkları araştırmalarda peynir ve yoğurt gibi süt ürünlerindeki trans oranları řu şekildedir. Keçi sütünden yapılış taze peynirde  $\sum$  TFA 0.30 g, keçi sütünden yapılış taze olmayan peynirde  $\sum$  TFA 0.79 g, tam yağlı sütten yapılan ova yoğurdunda ise  $\sum$  TFA'nın 0.13 g bulunduğunu bildirmişlerdir.

Görüldüğü gibi ülkemizde üretilen yağlı ve yarım yağlı sütlerin trans yağ asidi içerikleri diğer ülkelerin sütleri ile karşılaştırıldığında nispeten daha düşüktür. Ülkemizde üretilen sütlerin sağlık açısından değeri, diğer birçok ülkenin sütlerine göre daha yüksektir.

## 6. KAYNAKLAR

- Ackman, R.G., Mag, T. K., 1998. Trans fatty acids and the potential for less in technical products. In: *Trans Fatty Acids in Human Nutrition*. Sebedio, J.L., Christie, W.W. (eds), pp 35-58, The Oily Press, Dundee (UK).
- Almendingen, K., Jordal, O., Kierulf, P., Sandstad, B., Pedersen, J.I., 1995. Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil, and butter on serum lipoproteins and Lp[a] in men. *Journal of Lipid Research* 36: 1370–1384.
- Aro, A., Amaral, E., Kesteloot, H., Rimestad, A., Thamm, M., Van Poppel, G., 1998. Trans fatty acids in french fries, soups and snacks from 14 european countries: the transfair study, *Journal of Food Composition and Analysis* 11: 170-179.
- Banni, S., Heys, C.S.D., Wahle, K.W.J., 2003. Conjugated linoleic acid as anticancer nutrients: Studies in vivo and cellular mechanisms. In J. Sebedio, J., Christie, W.W. and Adolf, R. (eds), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. 2, pp. 267-281, AOCS Press, Champaign, IL.
- Belury, M.A., Nickel, K., Bird, P.C.E., Wu, Y., 1996. Dietary conjugated linoleic acid modulation of phorbol ester skin tumor promotion. *Nutr. Cancer* 26: 149–157.
- Belury, M.A., 2002. Dietary conjugated linoleic acid in health: physiological effects and mechanisms of action. *Annual Review of Nutrition* 22: 505–531.
- Belury, M.A., 2003. Conjugated linoleic acids in type 2 diabetes mellitus: implications and potential mechanisms. In Sebedio, J., Christie, W.W. and Adolf, R. (eds), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. 2, pp. 302-315. AOCS Press, Champaign, IL.

- Brown, S.A., Morrisett, J.D., Boerwinkle, E., Hutchinson, R., Patsch, W., 1993. The relation of lipoprotein (a) concentrations and apolipoprotein[a] phenotypes with asymptomatic atherosclerosis in subjects of the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology* 13: 1558–1566.
- Brühl, L., 1995. Determination of trans fatty acids in cold pressed oils. *European Journal of Medical Research* 1: 89–93.
- Cevc, G., 1991. How membrane chain melting phase transition temperature is affected by the lipid chain asymmetry and degree of saturation an effective chain length model. *Biochemistry* 30: 7186–7193.
- Chilliard, Y., Ferlay, A., Rouel, J., Lamberet, G., 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. *Journal of Dairy Science* 86: 1751–1770.
- Chilliard, Y., Glasser, F., Ferlay, A., Bernard, L., Rouel, J., Doreau, M., 2007. Diet, rumen biohydrogenation and nutritional quality of cow and goat milk fat. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 828–855.
- Craig-Schmidt, M.C., 1998. Worldwide consumption of trans fatty acids. In: Sebedio, J.L. and Christie, W.W. (eds), *Trans fatty acids in human nutrition*, pp. 59–113, The Oily Press, Dundee, Scotland.
- Craig-Schmidt, M.C., Holzer, B.M., 2000. Fatty acid isomers in foods. In: C.K. Chow, Editor, *Fatty acids in foods and their health implications* (2nd ed.), pp. 307–356, Marcel Dekker Inc., New York.
- Çağlav, G., 2008. Marketlerde satılan keklerdeki trans yağ asitlerinin belirlenmesi, S. Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Konya, 35s.
- Çakmak, Y. S., 2007. Marketlerde satılan çikolatalardaki trans yağ asitlerinin belirlenmesi, S. Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Konya, 39s.

- Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B., 2000. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. *European Food Research and Technology* 211: 41–44.
- Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B., 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods. *Turkish Journal of Chemistry* 26: 705–710.
- Decsi, T., 2003. Nutritional relevance of trans isomeric fatty acids in human milk, *Acta Paediatrica* 92: 1369-1371.
- Devinat, G., Scamaroni, L., Naudet, M., 1980. Isomérisation de l'acide linoléique durant la désodorisation des huiles de colza et de soja. *Rev Franc, Corps Gras*. 27: 283–287.
- Elias, S.L., Innis, S.M., 2001. Infant plasma trans, n-6, and n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids are related to maternal plasma fatty acids, length of gestation, and birth weight and length. *American Journal of Clinical Nutrition* 73: 807–814.
- Elias, S.L., Innis, S.M., 2002. Bakery foods are the major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat. *Journal of the American Dietetic Association* 102: 46–51.
- Exler, J., Lemar, L., Smith, J., 1989-1993. Fat and fatty acid content of selected foods containing trans fatty acids. U.S. Department of agriculture, Agricultural research service. Beltsville, U.S.A., Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Laboratory.
- Fernandez, S.J.P.M., 1996. Study of isomeric trans fatty acids content in the commercial Spanish food. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 47: 399–403.

- Fernandez, S.J.P.M., 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food, *Journal of Food Composition and Analysis* 13: 275–281.
- Folch, J., Less, M., Sloane Stanley, G. H., 1957. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues, *Journal of Biological Chemistry* 226: 497–509.
- Fritsche, J., Steinhart, H., 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. *Z Lebensm Unters Forsch A*. 206: 77–82.
- Grandgirard, A., 1992. Transformations des lipides au cours des traitements thermiques. Effets nutritionnels et toxicologiques. *Les Cahiers de l'ENS. BANA*. 49–57.
- Griinari, J.M., Bauman, D.E., 1999. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk ruminants. In: Yurawecz M.P., Mossoba M.M., Kramer J.K.G., Pariza M.W., Nelson G.J., (eds). *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*. Vol. 1. Champaign, IL: AOCS Pres, pp. 180–200.
- Hay, J.D., Morrison, W.R., 1970. Isomeric monoenoic fatty acids in bovine milk fat. *Biochimica et Biophysica Acta* 202: 237–243.
- Hayakawa, K., Linko, Y.Y., Linko, P., 2000. *Starch/Stärke* 52, p. 229.
- Henninger, M., Ulberth, F., 1994. Trans fatty acid content of bovine milk fat. *Milchwissenschaft* 49: 555–558.
- Henon, G., Kemény, Zs., Recseg, K., Zwobada, F., Kövari, K., 1997. Degradation of  $\alpha$ -linolenic acid during heating. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 74: 1615–1617.

- Hu, F.B., Stampfer, M.J, Manson, J.E, Rimm, E., Colditz, G.A, Rosner, B.A., Hennekens, C.H., Willet, W.C., 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. *New England Journal of Medicine* 337: 1491–1499
- Innis, S. M., 2006. Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood, *Atherosclerosis Supplements* 7:17–20.
- Ip, C., Scimeca, J.A., Thompson, H., 1995. Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. *Nutr. Cancer* 24: 241–247.
- Jensen, R.G., 2002. Invited review: the composition of bovine milk lipids: January 1995–December 2000. *Journal of Dairy Science* 85: 295–350.
- Kayahan, M., 2002. *Modifiye yağlar ve üretim teknolojileri*, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 263s.
- Kayahan, M., 2003. *Yağ Kimyası*. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 220s.
- Kellens, M., 1997. *Current Developments in Oil Refining Technology*, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium.
- Kemeny, Z., Recseg, K., Henon, G., Kövari, K., Zwobada, F., 2001. Deodorization of vegetable oils: Prediction of trans polyunsaturated fatty acid content. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 78: 973–979.
- Kepler, C. R., Hirons, K. P., McNeill, J. J., and Tove, S. B., 1966. Intermediates and products of the biohydrogenation of linoleic acid by *Butyrivibrio fibrisolvens*. *Journal of Biological Chemistry* 241: 1350–1354.
- Koletzko, B., 1992. Trans fatty acids may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturates and growth in man. *Acta Paediatrica* 81: 302–306.

- Kraft, J., Collomb, M., Mockel, P., Sieber, R., Jahreis, G., 2003. Differences in CLA isomer distribution of cow's milk lipids. *Lipids*. 38: 657–664.
- Kritchevsky, D., 2003. Conjugated linoleic acid in experimental atherosclerosis. In Sebedio, J., Christie, W.W. and Adolf, R. (ed) *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. 2 pp. 292-301. AOCS Press, Champaign, IL.
- Laloux, L., Chaffaut, L., Razanamahefa, L., Lafay, L., 2007. Trans fatty acid content of foods and intake levels in France. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 918–929.
- Larque, E., Zamora, S., Gil, A., 2001. Dietary trans fatty acids in early life: a review. *Early Human Development*, 65: 31–41.
- Ledoux, M., Juaneda, P., Sebedio J-L., 2007. Trans fatty acids: Definition and occurrence in foods. *European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 891–900.
- Lee, K.N., Storkson, J.M., Pariza, M.W., 1995. Dietary conjugated linoleic acid changes fatty acid composition in different tissues by decreasing monounsaturated fatty acids. Institute of Food Tech. Annual Meeting (Abstr), p. 183
- Mackie, R., White, B., Bryant, M., 1991. Lipid metabolism in anaerobic systems. *CRC Critical Reviews in Microbiology* 17: 449–479.
- Mauger, J.F., Lichtenstein, A.H., Austman, L.M., Jalbert, S.M., Jauhiainen, M., Ehnholm, C., Lamarche, B., 2003. Effect of different dietary forms of dietary hydrogenated fats on LDL particle size, *American Journal of Clinical Nutrition* 78: 370–375.
- Mayes, P.A., Murray, R.K., Granner, D.K., Rodwell, V.W., 1993. *Harper's Biochemistry*, 258–259.

- Medina, J.L.A., Gamez, M.N., Ortega, G.J., Noriega, R.J.A., Angulo, G.O., 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 77: 721–724.
- Mensink, R.P., Katan, M.B., 1990. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New England Journal of Medicine* 323: 439–445.
- Mensink, R.P., Hornstra, G., 1994. Alternatives for nutritional trans fatty acids. *World Review of Nutrition and Dietetics* 75: 190–192.
- Moss, C. W., Lambert, M. A., Mervin, W. H., 1974. Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. *Applied Microbiology* 28: 80–85.
- Mozaffarian D., Katan M.B., Ascherio A., Stampfer M.J., Willet W., 2006. Trans fatty acids and cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine* 354:1601–1613.
- Oomen, C.M., Ocke, M.C., Feskens, E.J.M., Van Erp-Baart, M.J., Kok, F.J., Kromhout, D., 2001. Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *Lancet*. 357: 746–51.
- Pariza, M.W., 1999. The biological activities of conjugated linoleic acid. In M.P. Yurawecz, M.M. Mossoba, J.K.G. Kramer, M.W. Pariza, and G.J. Nelson (eds), *Advances in Conjugated Linoleic Acid Research*, Vol. I, pp: 12-20. AOCS Press, Champaign, IL.
- Parodi, P.W., Dunstan, R.J., 1971. The trans unsaturated content of Queensland milk fats. *Australian Journal of Dairy Technology* 26: 60–62.
- Parodi, P.W., 1999. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. *Journal of Dairy Science* 82: 1339–1349.

- Perkins, A.G., Smick, C., 1987. Octadecatrienoic fatty acid isomers of partially hydrogenated soybean oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 64: 1150–1155.
- Pietinen, P., Ascherio, A., Korhonen, P., Hartman, A.M., Willett, W.C., Albanes, D., Virtamo, J., 1997. Intake of fatty acids and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men: the Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *American Journal of Epidemiology* 145: 876–887.
- Precht, D., Molkentin, J., 1995. *Nahrung* 39, p. 343.
- Precht, D., Molkentin, J., 1996. Rapid analysis of the isomers of transoctadecenoic acid in milk fat. *International Dairy Journal* 6: 791–809.
- Schakel, S.F., Harnack, L., Wold, C., Van Heel, N., Himes, J.H., 1999. Incorporation of trans-fatty acids into a comprehensive nutrient database. *Journal of Food Composition and Analysis*. 12: 323–331.
- Schenker, S., 1999. Trans fatty acids. *BNF Nutrition Bulletin* 24: 92–97.
- Schwarz, W., 2000. Trans unsaturated fatty acids in European nutrition. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102: 633 – 635.
- Seçkin, A.K., Gürsoy, O., Kınık Ö., Akbulut, N., 2005. Conjugated linoleic acid (CLA) concentration, fatty acid composition and cholesterol content of some Turkish dairy products. *LWT- Food Science and Technology* 38: 909–915.
- Stender, S., Dyerberg, J., Bysted, A., Leth T., Astrup, A., 2006. A trans world journey. *Atherosclerosis Supplements* 7: 47–52.
- Steinhart, H., Pfalzgraf, A., 1994. Trans-fettsäuren in lebensmitteln. *Fat Science Technology* 96: 42–44.

- Svahn, J.C.E., Feldl, F., Raiha, N.C.R., Koletzko, B., Axelsson, I.E.M., 2002. Different quantities and quality of fat in milk products given to young children: effects on long chain polyunsaturated fatty acids and trans fatty acids in plasma. *Acta Paediatrica* 91: 20- 29.
- Talpur, F.N., Bhangar, M.I., Khuhawar, M.Y., 2006. Comparison of fatty acids and cholesterol content in the milk of Pakistani cow breeds. *Journal of Foods Composition and Analysis* 19: 698–703.
- Taşan, M. Dağlıoğlu, O., 2005. Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2, 1.
- Taşan, M., Demirci, M., 2003. Trans fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 79: 825-828.
- Tavella, M., Peterson, G., Espeche, M., Cavallero, E., Cipolla, L., Perego, L., Cabellero, B., 2000. Trans fatty acid content of selection of foods in Argentina, *Food Chemistry* 69: 209-213.
- Tsiplakou, E., Mountzouris, K.C., Zervas, G., 2006. Concentration of conjugated linoleic acid in grazing sheep and goat milk fat. *Livestock Science* 103: 74–84.
- Williams, C.M., 2000. Dietary fatty acids and human health. *Ann. Zootech.* 49: 165–180.
- Wolff, R.L., Sebedio, J.L., 1991. Geometrical isomers of linoleic acid in low-calorie spreads marketed in France. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 68: 719–725.
- Wolff, R.L., 1993. Occurrence of artificial trans -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. *Science Aliments* 13: 155–163.

Wolff, R.L., 1994. Contribution of trans-C18:1 acids from dairy fat to European diets. *Journal of the American Oil Chemists' Society* 71: 277–283.

Yiğit, Ş., 2007. Türkiye'deki marketlerdeki cipslerdeki trans yağ asitlerinin belirlenmesi, S. Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, Konya, 40s.

Zock, P.L., Mensink, R.P., 1996. Dietary trans-fatty acids and serum lipoproteins in humans. *Current Opinion in Lipidology* 7: 34–37.

## ÖZGEÇMİŞ

1981 yılında Konya’da doğdum. İlk ve ortaöğretimimi yine aynı ilde tamamladım. 1999 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümünde başladığım lisans eğitimini 2003’te tamamladım. 2004 yılında Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Ortaöğretim Fen Ana Bilim Dalı Biyoloji Öğretmenliği Programını bitirdim. Şubat 2005’de Kırklareli ilinde Mili Eğitim Bakanlığı bünyesinde Biyoloji Öğretmeni olarak göreve başladım. Halen Yozgat ilinde öğretmenlik yapmaktayım. Evli ve iki çocuk babasıyım.