



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

**İÇME SÜTÜ ÜRETİMİ AŞAMALARINDA TRANS  
YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Emine ALKIN**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**BURSA-2008**



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

**İÇME SÜTÜ ÜRETİMİ AŞAMALARINDA TRANS  
YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Emine ALKIN**

**Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU  
(Danışman)**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

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

**İÇME SÜTÜ ÜRETİMİ AŞAMALARINDA TRANS  
YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ**

**Emine ALKIN**

**DOKTORA TEZİ  
GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

Bu tez .././2008 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği / oyçokluğu ile kabul edilmiştir.

Prof Dr. Fikri BAŞOĞLU  
DANIŞMAN

Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR  
ASIL ÜYE

Prof. Dr. Mehmet ÇETİN  
ASIL ÜYE

Prof. Dr. Kadir HALKMAN  
ASIL ÜYE

Doç. Dr. Duygu GÖÇMEN  
ASIL ÜYE

## ÖZET

Bu araştırmada; içme sütü üretim aşamalarındaki trans yağ asitlerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla; örnek bir süt fabrikasına gelen ve işlenen sütlerin trans yağ asitleri cins ve % miktarları yağ asidi metil esterleri şeklinde GC ile belirlenmiştir. Sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirilmiştir.

Yapılan çalışmada; toplam trans yağ asidi miktarları; çiğ sütlerde % 2.86–6.30, pastörize sütlerde % 1.85–6.55, sterilize sütlerde % 2.50–9.77, 1 hafta 5°C’de depolanmış sütlerde % 3.28–11.67, 1 hafta 20°C’de depolanmış sütlerde ise % 5.32–7.12 arasında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde üretim aşamalarının trans yağ asitleri oluşumu üzerine etkisi Önemsiz bulunmuştur.

**Anahtar Kelimeler:** İme st, trans yağ asidi, kalite

**ABSTRACT****Determination of *trans*-Fatty Acids on the Milk Processing Stages**

In this study, it has been aimed to determine trans fatty acids in drinking milk processes. With this aim, the trans fatty acids percent amount and type in the milk come and processed from a sample milk factory have been determined as a fatty acids methyl ester forms by GC. The results are evaluated by statically.

In this study, total trans fatty acid amounts of raw, pasteurized, sterilized, storages of 5°C at one week, storages of 20°C at one week were within the ranges 2.86–6.30 %, 1.85–6.55 %, 2.50–9.77 %, 3.28–11.67 %, 5.32–7.12 %. The results of obtained were evaluated by statically; there were found that the effect of milk production processes is unimportant.

**Key Words:** Milk, *trans*-Fatty Acids, Quality

## İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
TEZ ONAY SAYFASI.....	II
ÖZET.....	III
ABSTRACT.....	IV
İÇİNDEKİLER.....	V
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	VII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	VIII
1. GİRİŞ.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	4
2.1. Beslenmede Yağların Önemi.....	4
2.2. Yağların Kimyasal Yapıları.....	6
2.3. Trans Yağ Asitlerinin Doğada Bulunuşu.....	10
2.4. Trans Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri.....	12
2.5. Trans Yağ Asidi Tüketimi.....	18
3. MATERYAL ve YÖNTEM.....	24
3.1. Materyal.....	24
3.2. Yöntem.....	25
3.2.1. Süt Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler.....	25
3.2.1.1. Sıcaklık Ölçümü.....	25
3.2.1.2. Tat ve Koku Analizi.....	25
3.2.1.3. Yağsız Kurumadde Miktarı (Briks) Analizi.....	25
3.2.1.4. Sütte Titrasyon Asitliği (SH) Tayini.....	25
3.2.1.5. Sütte pH Tayini.....	25
3.2.1.6. Yağ Miktarı Analizi.....	25
3.2.2. Süt Örneklerinde Yağ Asidi Bileşiminin Saptanması.....	25
3.2.2.1. Yağ Ekstraksiyonu.....	26
3.2.2.2. Örneklerin Metilasyonu.....	26
3.2.2.3. Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Analizi.....	26
3.2.3. İstatistiksel Analiz.....	31

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA.....	32
4.1. Çiğ ve Sterilize Sütlerin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi.....	32
4.1.1. Sıcaklık.....	33
4.1.2. Tat ve Koku.....	33
4.1.3. Yağsız Kurumadde (Briks).....	33
4.1.4. SH Cinsinden Asitlik .....	34
4.1.5. pH Değeri .....	35
4.1.6. Yağ Miktarı.....	35
4.2. Süt Örneklerindeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	36
4.2.1. Doymuş Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi.....	49
4.2.2. Tekli Doymamış Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi .....	55
4.2.3. Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi.....	59
4.2.4. Trans Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi.....	66
SONUÇ.....	75
KAYNAKLAR.....	76
ÖZGEÇMİŞ.....	85
TEŞEKKÜR.....	86

## ÇİZELGELER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 3.1.1. Sütlerin Alındığı Yerler .....	24
Çizelge 3.2.2.3.1. Sigma–Aldrich Chemicals 189–19 Referans Yağ Asidi Standardı (37 bileşenli).....	28
Çizelge 3.2.2.3.2. Standart Yağ Asitleri Piklerinin Gaz Kromotografisindeki Pik Çıkış Zamanları.....	29
Çizelge 4.1.1. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütlerin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları.....	32
Çizelge 4.1.3.1. Çiğ Sütlerdeki Yağsız Kurumadde (Briks) Miktarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları.....	34
Çizelge 4.1.4.1. Çiğ Sütlerdeki SH Cinsinden Asitliğe İlişkin Varyans Analiz Sonuçları .....	34
Çizelge 4.1.5.1. Çiğ Sütlerdeki pH Değerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları ...	35
Çizelge 4.1.6.1. Çiğ Sütlerdeki Yağ Miktarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları ...	36
Çizelge 4.2.1. Çiğ Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%) .....	37
Çizelge 4.2.2. Sterilize Süt ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%) .....	44
Çizelge 4.2.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%).....	46
Çizelge 4.2.1.1. İçme Sütlerinde Doymuş Yağ Asidi Miktarları (%) .....	49
Çizelge 4.2.1.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Doymuş Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri (%) .....	50
Çizelge 4.2.1.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Doymuş Yağ Asidi Bileşimleri (%) .....	51
Çizelge 4.2.2.1. İçme Sütlerinde Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%) .....	55
Çizelge 4.2.2.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri (%) .....	56
Çizelge 4.2.2.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Tekli Doymamış Yağ Asidi Bileşimleri .....	57
Çizelge 4.2.3.1. İçme Sütlerinde Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%) .....	60
Çizelge 4.2.3.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri (%) .....	61
Çizelge 4.2.3.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Çoklu Doymamış Yağ Asidi Bileşimleri (%) .....	63
Çizelge 4.2.4.1. İçme Sütlerinde Trans Yağ Asidi Miktarları (%).....	66
Çizelge 4.2.4.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Trans Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri .....	67
Çizelge 4.2.4.3. Süt ve Süt Ürünlerindeki Trans Yağ Asidi Miktarları Üzerine Yapılan Çalışmalar.....	71
Çizelge 4.2.4.4. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Trans Yağ Asidi Bileşimleri (%) .....	72



## ŞEKİLLER DİZİNİ

	<b>Sayfa</b>
Şekil 2.2.1. Doymuş, Tekli ve Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin Kimyasal Yapıları.....	7
Şekil 2.2.3. Geometrik İzomer Kesitleri.....	8
Şekil 2.2.4. cis ve trans Yağ Asidi Zincirleri.....	9
Şekil 2.5.1. Danimarka'daki 1978'den 2005'e Kadar Trans Yağ Asidi Tüketimi ve Koroner Kalp Hastalığından Ölümlerle İlgili Grafikler .....	21
Şekil 3.2.2.2.2. Yağ Asitleri Metil Esterleri Standart Kromotogramı.....	30
Şekil 4.2.1. Çiğ Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	39
Şekil 4.2.2. Pastörize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	40
Şekil 4.2.3. Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	41
Şekil 4.2.4. 5°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	42
Şekil 4.2.5. 20°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi.....	43
Şekil 4.2.1.1. İçme Sütlerinde Doymuş Yağ Asidi Miktarları (%) .....	49
Şekil 4.2.2.1. İçme Sütlerinde Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%) .....	56
Şekil 4.2.3.1. İçme Sütlerinde Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%) .....	61
Şekil 4.2.4.1. İçme Sütlerinde Trans Yağ Asidi Bileşimi (%) .....	66

## 1. GİRİŞ

Gıda maddeleri içinde yağların beslenme açısından önemli bir yeri vardır. Dünyada elde olunan bitkisel ve hayvansal kaynaklı yağların % 80'i beslenmemizde kullanılır. Gelişmiş ülkelerde günlük harcanan kaloringin çocuklar için % 35–40'ı, gençler için % 30–35'i ve yetişkinler için % 25–30'u yağlardan sağlanır. Gelişmekte olan ülkelerde bu oran % 5'e kadar düşer (Başoğlu 2006).

Günlük yağ tüketiminde dikkat edilmesi gereken diğer bir konu da yağda bulunan yağ asitlerinin doymuşluk–doymamışlık durumudur. Günlük ihtiyacın 1/3'ünü doymuş, 1/3'ünü tekli doymamış, 1/3'ünü çoklu doymamış yağ asitlerinden olmasını Amerikan Kalp Birliği tavsiye etmiştir (Başoğlu 2006).

Süt canlıların büyümesi ve gelişmesi için başta gelen besinlerden biridir. Süt; besin maddelerinden hemen hepsinden önemli miktarda içeren, besin değeri yüksek, hafif sarımsı beyaz, koyu bir sıvıdır.

İnsanın tüm yaşamında önemli bir yeri olan süt, yeterli ve dengeli bir beslenme için gerekli olan hayvansal kaynaklı protein, yağ, laktoz ile vitamin ve mineral maddeleri tam ve yeterli oranda içerir. Süt; vücut fonksiyonlarını düzenleyen, gelişmesini sağlayan, kemik ve diş oluşumunda önemli bir yeri olan temel gıda maddesidir (Özaydın 2000, Berker 2002).

Sütün bileşimi üzerine, hayvanın ırkı, laktasyon periyodu, meme hastalığı, sağım aralığı, hayvanların yetiştirildiği yerin yüksekliği, beslenmesi ve mevsimler olmak üzere çeşitli faktörler etkili olmaktadır (Biondi ve ark. 2008).

Süt bileşenlerini; su, süt yağı, yağda çözünen maddeler (lesitin, karotenoidler, vitamin A, D, E, K), proteinler, karbonhidratlar, tuzlar, suda çözünen diğer maddeler ve enzimler oluşturmaktadır. Bu bileşenlerden süt yağı, süt şekeri ve kazein başka herhangi bir yerde bulunmazlar. Sütte en fazla değışiklik gösteren bileşen süt yağı olup, bu yağın

% 98–99’unu oluşturan trigliseritlerin süt ürünlerine hoşa giden bir tat kazandırdıkları söylenmektedir (Uylaşer 1989).

Süt yağı sütün en değerli bileşenlerinden biridir ve birçok ülkede süt fiyatı yağ oranı esas alınarak belirlenmektedir. Süt yağı diğer hayvansal yağlardan çok çeşitli yağ asitlerini (doymuş ve doymamış) içermiş olması özelliği ile ayrılmaktadır. Hayvansal doku yağları kimi zaman sadece 1, 2 ya da daha çok 5 yağ asidini içerdikleri halde, süt yağının yağ asitleri dağılımı bakımından çok zengin olduğu ve bünyesinde çok farklı makro ve mikro düzeyde doymuş, doymamış, kısa, orta ve uzun zincirli karbon sayısı C4 ile C26 arasında değişen tek ya da çift karbonlu yağ asitleri yer almaktadır. Bunlardan en önemli bazıları palmitik, stearik, oleik, linoleik ve linolenik diye bilinen yağ asitleridir. Bunların süt yağında bulunuş Şekli ve oranları o sütü veren hayvanın beslenme durumu ile yakından ilgilidir. Bu yağ asitlerinin her biri süt yağının özelliklerini belirleyen birer kriterdir. Süt yağlarının birbirinden farklı olması bu yağ asitlerinin bulunuş ve bileşimlerine bağlı olmaktadır. Süt yağı için karakteristik olan, yapısında kısa zincirli yağ asitlerini bulundurmasıdır (Akalin ve ark. 1998, Kayahan 2003, Mansson 2008).

Süt rnlerindeki yağ asitlerinin gıda değerinin yanında, aroma ve tekstür oluşumu açısından da büyük önem taşıdığı bilinmektedir. Doymuş yağ asitlerinin özellikle bütirik asidin tereyağı oluşumuna katkısı çok büyüktür. Eğer yağ asitleri, mikrobiyel enzimler ya da başka bir etkileşim nedeni ile bağlı buldukları gliserinden ayrılırlarsa, kötü tat ve kokulu küçük moleküllü yağ asitlerinin oluşmasına neden olur, yağın aroması bozulur, bunun sonucunda aroma değişimi ile acımsı ve ağırlaşmış bir tat oluşur (Yöney 1974).

Türkiye’de son yıllarda süt sektörünün % 5–10 oranında büyüdüğü, margarin tüketiminin yerini tereyağı tüketimi aldığı, üretilen toplam sütün 11 milyon ton olduğu ve % 20’sinin içme sütüne işlendiği bildirilmektedir (Bahçıvan 2007).

Son yıllarda trans ve diğer izomerik doymamış yağ asitlerinin biyolojik kullanımı ve insan sağlığı üzerine etkileri konusunda çalışmalar yapılmakta, başta koroner kalp hastalığı ve kanser olmak üzere çeşitli hastalıklarla olan ilişkisi ile serum lipit ve lipoprotein konsantrasyonlarına yaptığı etki incelenmektedir. Bulgular trans yağ asitlerinin koroner kalp hastalığına ve bunun sonucu oluşan miyokard infarktüsüne neden olabileceğini

göstermiştir. Trans yağ asidi alımı ile toplam serum kolesterolü ve LDL kolesterolü arasında doğru, HDL kolesterolü arasında ise ters orantılı şekilde korelasyon bulunduğu tespit edilmiştir (Gündüç 1995).

Trans yağ asitlerinin insan vücuduna alımı sadece gıdalar yoluyla olmaktadır ve yağ asitlerinin trans formunun doğal olarak süt ürünlerinin yağlarında bulunduğu bilinmektedir. Bu nedenle de süt yağının trans yağ asidi içeriklerinin bilinmesi insan sağlığı açısından önem taşımaktadır. Başta A.B.D. ve Kanada olmak üzere birçok ülkede gıdaların yağ asidi kompozisyonları incelenmekte, trans yağ asidi nicelikleri ve ortalama günlük diyetle alım miktarları belirlenmektedir. FAO ve WHO gıda endüstrisine yönelik olarak gıdalarda trans yağ asidi varlığının azaltılması konusunda tavsiyelerde bulunmaktadır. FDA gıda maddeleri etiketlerinde trans yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulması ile ilgili kriterleri açıklamış olup, büyük firmalara 1 Ocak 2006, küçük firmalara ise 1 Ocak 2008 tarihinden itibaren etiketlerinde trans yağ miktarlarını yasal olarak belirtmek zorunluluğu getirilmiştir. FDA üründe 100 gramda 0.5 grama kadar bulunabilecek trans yağ asidinin ihmal edilebilir seviyede olduğunu bildirmektedirler. Bu nedenle de özellikle büyük işletmelerin ürettiği ürünlerde trans yağ asidi miktarını düşürme ya da yok etme eğilimi meydana getirmiştir (Hawkes 2008).

Ülkemizde de 23 Ağustos 2007 tarihinde Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'nde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ'de ürün içindeki toplam yağın 100 gramında 1 gramdan az olduğunda "Trans yağ asidi içermez." şeklinde yazılabileceği belirtilmektedir (Anonim 2007).

Bu çalışmada, içme sütü üretimi aşamalarında trans yağ asitlerinin içeriğindeki değişimin belirlenmesi hedeflenmiştir.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1. Beslenmede Yağların Önemi

Beslenmede yağların en önemli fonksiyonu protein ve karbonhidrat gibi diğer besin öğelerine göre iki kat daha fazla enerji sağlamasıdır. Bunun yanında yağlar, vücut organlarını aşırı sıcaklık ve mekanik şoktan korurlar, hücre yapısında bulunurlar, vücuda elzem olan yağ asitlerini (linoleik, linolenik ve araşidonik asitler) sağlarlar, yağda çözünen vitaminleri kana taşırlar, koruyucu bir kılıf teşkil ederler ve bağışıklık fonksiyonlarını etkilerler. Vücut binlerce tür organik molekül içerir, ancak sağlık için su ve bir enerji kaynağı dışında, yalnızca 24 organik bileşime, 9 esansiyel amino aside, 2 yağ asidine ve 13 vitamene gereksinim gösterir. Çeşitli mineral maddeleri, enzimleri, cinsiyet hormonlarının öncülleri olan steroidleri içermesi de yağlara beslenme açısından ayrı bir önem kazandırır (Birand 1990, Baysal 2002, Başoğlu 2006).

Yağlar genellikle şişmanlık, koroner kalp hastalığı, tümör oluşumundan sorumlu tutularak beslenmede gıdaların zararlı fraksiyonları olarak görülmektedir. Özellikle son yıllarda yapılan birçok çalışmalar; kardiyovaskular ve bazı neo-plastik hastalıklara karşı yağ asitlerinin rolü ve önemi üzerine gerçekleştirilmiştir (Secchiari ve ark. 2003, Webb ve O'Neill 2008).

İnsanların günlük yağ tüketimi ülkeden ülkeye, ülkelerin iklimine ve günlük harcanan enerji miktarına bağlı olarak farklılık göstermektedir. Özellikle soğuk kuzey ülkelerinde insanlar günlük enerji ihtiyacının % 55–60'ını yağlardan karşılarken sıcak ülkelerde bu oran % 20–25'e kadar düşmektedir (Başoğlu 2006).

WHO'nun tavsiyesi günlük toplam enerji ihtiyacının % 25–30'unun yağlardan alınması yönündedir (Taşan ve ark. 2007) Webb ve O'Neill (2008), günlük toplam enerji ihtiyacının % 25–30'unu yağlardan (% 7–10'unu doymuş, % 15–20'sini doymamış yağlardan) alınmasını tavsiye etmektedir.

Genelde bir insanın günlük tüketmesi gereken yağ miktarı ortalama vücut ağırlığı başına 1 gram olarak belirtilmekte olup 70 kg gelen bir insanın 70 gram yağ tüketmesi normal karşılanmaktadır. Ancak yağlardan elde edilen enerji toplam enerjinin % 35'inden fazla olmamalı, ama % 20'nin altına da düşmemelidir. Fazla alınan yağ vücutta depolanmakta ve kalp damar rahatsızlıklarına neden olmaktadır. Örneğin 3000 kcal'lik bir diyetle enerjinin % 30 kadarı yağlardan geldiği düşünülürse bu günlük 100 gram yağ karşılık gelir. Bunun % 50'si alınan gıdalarda bulunduğu kabul edildiğinde günde ayrıca 50 gram yağ tüketimi yeterlidir (Başoğlu 2006).

Ev işleriyle uğraşan kadınlar için günlük 65 gram toplam yağ veya 30–35 gram yemeklik ve kahvaltılık yağlar, 65 yaş ve yukarısında olan insanlar için 55 gram toplam yağ veya 25–30 gram kahvaltılık ve yemeklik yağ alımı beslenme uzmanlarınca tavsiye edilmektedir. Bu yağın 1/3'ü sıvı olarak yemeklerle alınmakta, 1/3'ü katı yağ olarak kahvaltılarda, geri kalan 1/3'ü ise peynir, süt, fındık gibi gıdalardan karşılanmaktadır. Bu miktarlar kilo almayı önlemek, kalp damar rahatsızlıklarından sakınmak, aynı zamanda günlük alınması gereken temel yağ asitlerini garanti etmek için tavsiye edilmiştir (Başoğlu 2006).

Yaşam şeklindeki pek çok ilerleme, özellikle gelişmiş ülkelerde yaşayan insanlarda birçok sağlık sorununu beraberinde getirmiştir. Bu bakımdan, insan beslenmesinde kullanılan yağların sadece miktarı değil, özellikleri de önem arz etmektedir (Semma 2002).

Ülkemizde süt ve süttten yapılan ürünlerin ülke ekonomisinde önemli bir yere sahip olmasının yanında, bu ürünler toplumun yeterli ve dengeli beslenmesi açısından da büyük bir değer arz etmektedir. Sağlıklı beslenme bilincine sahip toplumlarda besinlerle alınan günlük enerji değerleri dengeli bir şekilde gıda grupları arasında dağılmakta ve bunun da % 25–35 kadarını yağlar teşkil etmekte olup bunlar arasında da süt yağının da çok önemli bir yeri bulunmaktadır (Akalın ve ark. 1998).

Beslenme fizyolojisi açısından yapılan çalışmalarda süt yağının yağ asitleri dağılımı bakımından çok zengin bir içeriğe sahip olduğu ve bünyesinde çok fazla sayıda makro ve mikro düzeyde doymuş, doymamış, kısa ve uzun zincirli karbon sayısı C4 ile C26 arasında

değişen tek veya çift karbonlu yağ asitlerini bulundurduğu ifade edilmektedir (Padley ve ark. 1986, Akalın ve ark. 1998).

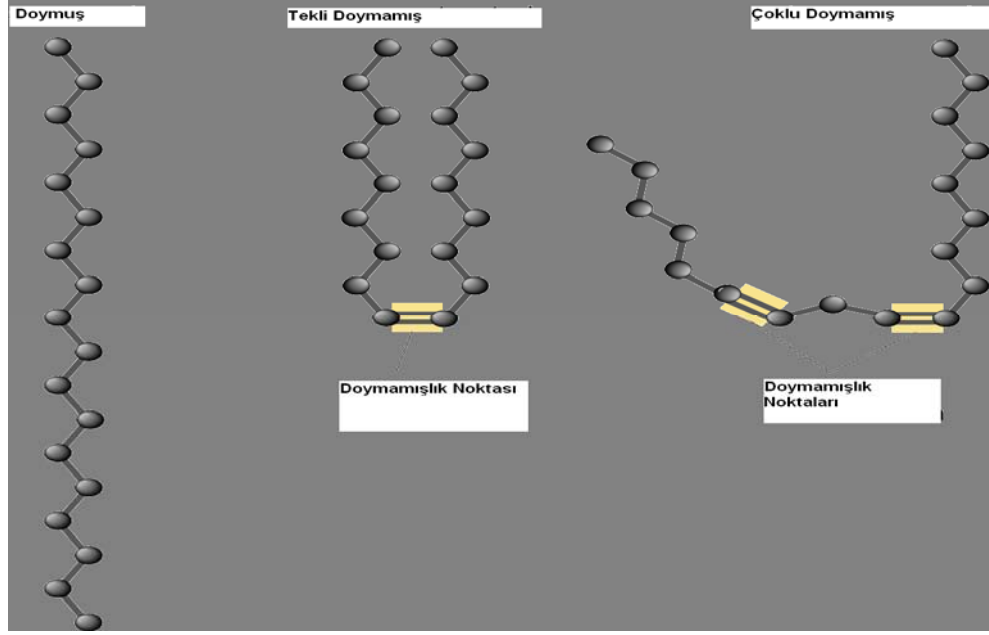
## 2.2. Yağların Kimyasal Yapıları

Yağlar; üç değerli bir alkol olan gliserin ile farklı uzunluktaki üç molekül yağ asitlerinin meydana getirdiği esterlerdir. Gliserin, yağ asitleri ile lipaz enziminin etkisinde ve uygun bir ortamda esterleşerek trigliseritleri oluşturur (Başoğlu 2006).

Yağların % 95–98'ini oluşturan yağ asitlerinin çeşit ve miktarı, yağların bütün özelliklerini belirler. Yağ asitleri, düz zincirli ve çoğunlukla çift karbonlu monofazik asitlerdir (Tekin 2007).

Yağ asitleri; yapılarında çift bağ bulunup bulunmamasına göre doymuş, tekli doymamış veya çoklu doymamış olarak sınıflandırılırlar. Yağlar da bileşimlerinde bulunan yağ asitlerin doymamışlık durumları dikkate alınarak doymuş ve doymamış yağlar olarak nitelendirilmektedir. Doymamış yağlar ise tekli ve çoklu doymamış yağlar olarak sınıflandırılır (Yazıcıoğlu 1988, Webb ve O'Neill 2008).

Doymuş yağ asitleri çok kararlı yağ asitleridir. Düzenli bir konfigürasyona sahiptirler. İstenilen sıcaklıkta katı bir kristal oluştururlar. Bu yüzden erime noktaları yüksektir. Ayrıca artan zincir uzunluğuna bağlı olarak erime noktaları artar. Bağ uzunluğu ile hidrofobik karakter (suda çözünmeme) artar. En yaygın doymuş yağ asitleri; laurik asit (C12), palmitik asit (C16) ve stearik asit (C18)'dir. Bağ uzunlukları 32 karbonu bulur (Gürcan 2000). Şekil 2.2.1.'de doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin kimyasal yapıları görülmektedir.



Şekil 2.2.1. Doymuş, Tekli ve Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin Kimyasal Yapıları

Yağ asidi zincirindeki yan yana karbon atomlarının her ikisinden bir hidrojen atomu çıkarsa bu iki karbon atomu arasında bir çift bağ oluşur. Bu tip sadece bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) olarak tanımlanır. Eğer bir yağ asidi hidrokarbon zincirinde iki ya da daha fazla karbon-karbon çift bağı varsa “çoklu doymamış yağ asitleri” (PUFA) olarak sınıflandırılır ve bu yağ asitleri tekli doymamış yağ asitlerinden daha kararsızdır. Doymamış yağ asitlerinin pek çoğunda çift bağlar en azından bir metilen grubu ile birbirinden ayrılmışlardır ( $-\text{CH}=\text{CH}-\text{CH}_2-\text{CH}=\text{CH}-$ ). Bu durumda çift bağ kimyasal reaksiyonların odak noktası olduğundan dolayı tepkimeye açıktır (Semma 2002, Webb ve O’Neill 2008). Hem diyet yağları, hem de insan vücudunda bulunan çoğu yağ asitleri en az bir çift bağ içermektedir (Katan 1998). Çift bağlar muhtemel oksidasyon ve diğer kimyasal tepkimeleri gösterirler (Gürcan 2000).

Doymamış yağ asitlerinde belirlenen önemli izomeri çeşitleri; uzay (geometrik) ve yerel (pozisyon) olarak iki grupta incelenebilir (Mensink ve Katan 1990, Webb ve O’Neill 2008).



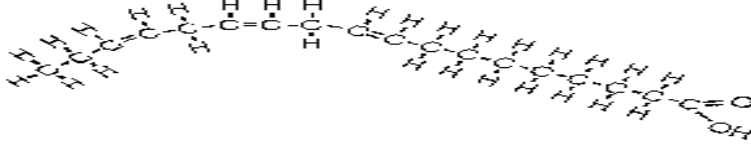
Geometrik izomeri, çift bağlar ucundaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre şekillenir; cis ve trans olarak iki izomer oluşur. Yan yana iki karbon atomu üzerinde duran hidrojen atomları bağın aynı tarafında uzandığında, ikincisi bağın dışına doğru uzanan iki hidrojen atomu ile bu noktada varsayılan bir bağ gibi görülür. Bu durum veya izomer bir cis çift bağı olarak bilinir. cis konfigürasyonda hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında yer alarak zincirin halat görünümünde olmasına neden olur. İki hidrojen atomu bağı karşı taraflarında uzandığında zayıf bir düğüm oluşur ve bu trans izomer olarak tanımlanır. Var olan bu iki durum bir tek çift bağı kendi etrafındaki serbest dönmesini engellediği için çift bağı bir sınırlama ya da uzayda eğilmeme şeklinde tanımlanır. Pozisyon izomerisi ise, molekül içinde çift bağların yer değiştirmesidir (Başoğlu 2002, Webb ve O'Neill 2008).



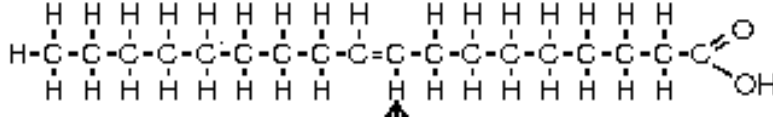
**Şekil 2.2.3. Geometrik İzomer Kesitleri**

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, 18:1 9t, elaidik aside (trans-Δ-9-oktadesenoik asit) karşılık gelmektedir. 18:1 9c ise, oleik asidi (cis-Δ-9-oktadesenoik asit) göstermektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Herhangi bir doymamış yağ asidinin verebileceği cis ve trans izomeri form adedi, asidin içerdiği çift bağı sayısına bağlı olarak artış göstermektedir. Örneğin bir yağ asidindeki çift bağı sayısı (*n*) ve bu asidin oluşturacağı toplam izomer sayısı (*N*) ise, oluşacak trans ve cis izomer toplamı  $N=2^n$  eşitliğinden yararlanılarak hesaplanabilir. Bu durumda oleik asit 1 adet çift bağı içermesinden dolayı trans ve cis form olarak, yalnızca 2 izomer verirken, 2 çift bağı içeren linoleik asit, toplam 4 adet izomer form oluşturur (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).



Cis yağ asidi



Şekil 2.2.4. cis ve trans Yağ Asidi Zincirleri

Trans izomerleri aynı zamanda farklı fiziksel özelliklere sahiptir. Trans yağ asidi konfigürasyonu cis yağ asidi konfigürasyonuna göre daha küçük çift bağ açısına ve daha doğrusal açıl zincir yapısına sahiptir. Bu da molekülün daha katı ve erime noktasının yüksek olmasına neden olur (Taş 1998).

cis formu molekülde bükülmeye yol açarken, trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir (Şekil 2.2.4). Trans yağ asitleri eşit zincir uzunluklu doymuş yağ asitleri gibi benzer fiziksel özelliklere sahiptir. Dolayısıyla trans yağ asitleri, membranlarda cis–doymamış yağ asitleriyle yer değiştirirse bu membranlar daha kırılabilir (Gürcan 2000, Başoğlu 2002).

cis formunda yağ asidi zinciri eğri durumda olduğu için kristalizasyonu engeller ve yağa yumuşak sıvı bir özellik verir. Bu yüzden trans yağ asitlerinin başlıca kaynakları hazır gıdaların üretiminde kullanılan kısmi hidrojene yağlardır. Böylece aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan iki izomer farklı üç boyutlu yapıya sahip olmaktadır (Başoğlu 2002, Marangoni ve ark. 2008).

Trans izomer yapısı; sıcaklık davranışı veya bitkisel yağların hidrojenasyonu süresince meydana geldiği için termodinamik olarak bir trans çift bağı bir cis çift bağından daha karardır. Bu durum, farklı fiziksel özelliklere sahip (örneğin erime noktası ve termodinamik stabilitesi daha yüksek) daha sert bir molekül oluşumuna yol açmaktadır. Bu nedenle de trans izomerleri eşit sayıda cis izomerlerden daha az kimyasal reaksiyon verirler. Halojenasyon, hidratasyon ve hidrojenasyon gibi durumlarda trans izomerleri

serbest radikal otooksidasyonuna başlamaya daha az yatkın iken cis izomerleri daha çabuk ilerlerler. Trans izomerlerinin yağ çözücülerinde daha zor çözünürler. cis yapıdaki yağ asitleri trans yapıya göre daha kolay sindirilir (Kayahan 1998, Kara 1999).

Trans formdaki yağ asitlerinin erime noktası cis formdaki yağ asitlerine nazaran  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$  gibi daha yüksek sıcaklık derecelerde bulunmaktadır. Örneğin; oleik asit (9c C<sub>18:1</sub>) ve elaidik asit (9t C<sub>18:1</sub>) geometrik izomerlerdir. Her iki molekülde de 18 karbon atomu, 34 hidrojen atomu, 2 oksijen atomu ve (n-9) pozisyonunda 1 çift bağ bulunmaktadır. Oleik asidin erime noktası  $13^{\circ}\text{C}$ , elaidik asidin  $44^{\circ}\text{C}$  ve C18 serisinden doymuş bir yağ asidi olan stearik asidin (C18:0) erime noktası  $70^{\circ}\text{C}$ 'dir (Kayahan 1998).

### 2.3. Trans Yağ Asitlerinin Doğada Bulunuşu

Doğadaki yağ asitlerinin büyük çoğunluğu cis formundadır. Trans yağ asitlerinin geçmiş yıllarda doğal olarak gıdalarda bulunmadığı, doymamış yağların hidrojenasyonu sonucu oluştuğu sanılmaktaydı. Fakat günümüzde duyarlı analiz yöntemlerinin geliştirilmesi sonucu yapılan araştırmalar trans yağ asitlerinin çok düşük düzeyde de olsa, çoğu gıdada doğal olarak bulunduğu, üretim ve depolama koşullarının bulunuş miktarını etkilediğini göstermiştir (Kıralan ve ark. 2005).

Trans yağ asitleri; **biyokimyasal hidrojenasyon, kısmi hidrojenasyon ve yüksek sıcaklık uygulamaları** olmak üzere üç şekilde meydana gelmektedir (Tekin 2007).

Trans yağ asitleri, biyokimyasal hidrojenasyonda memeli hayvanların içkembelerinde mevcut mikroorganizmaların doğrudan aktivitesi ve diyet triaçilgliserollerindeki çoklu doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu ile meydana gelmektedir (Kıralan ve ark. 2005).

Trans yağ asitleri ve konjuge linoleik asit; memelilerin diyetlerindeki doymamış yağ asitlerinin bakteriyel fermentasyonu boyunca hidrojenasyonu ile ilk midelerinde artmaktadır. Bu biyohidrojenasyonun ilk adımı, başlıca anaerobik bakteri *Butyrivibrio fibrisolvens* tarafından linoleik asidin izomerasyonudur (Fritsche ve Steinhart 1998, Bessa ve ark. 2000, Palmquist 2001).

Oksijensiz ortamda bakteriler, yağ asitlerinin çift bağlarını, metabolizma sırasında üretilen hidrojen için akseptör olarak kullanır. Bu işlem, doymamış yağ asitlerinin doymasına ve trans yağ asitlerinin oluşumuna yol açmaktadır. Hayvansal yağlarda bulunan trans izomerlerin miktarları ve çeşitleri endüstriyel olarak kısmi hidrojenize edilmiş yağlar kadar farklılıklar göstermemektedir (Bessa ve ark. 2000, Palmquist 2001).

Tek mideli hayvanların ve insanların bağırsak sistemleri bunu yapamaz. Bu nedenle de trans yağ asidi izomerleri insan vücudunda sentezlenmemektedir. Yağ asitleri insan vücudunda ve memelilerde cis formunda bulunmaktadır. Ancak memelilerin yağlarında alınan besin maddeleri nedeniyle az miktarda dahi olsa trans ve konjuge yağ asitleri bulunabilmektedir. Bu yağ asitlerinin de damarlarda sert plakların oluşmasına neden olduğu düşünülmektedir (Çiftçioğlu 1997, Stachowska ve ark. 2004a).

Trans C18:1 izomerlerinin dağılımının analizi insan sütündeki bu trans yağ asitlerinin asıl kaynağının kısmi hidrojene bitkisel yağlar olduğunu, buna karşılık süt ürünlerinin trans asitlere katkısının oldukça düşük olduğunu göstermiştir (Ratnayake ve Chen 1996).

Trans yağ asitleri kısmen hidrojenlenmiş sıvı yağlarda bulunduğu gibi normal yağlarda da bulunurlar. Yağın tipi, işleme ve metot şartları gibi farklı faktörler, kısmi hidrojenasyon süresince trans yağ asidi formlarının düzeyine bağlıdır. Teorik olarak, trans-cis denge formu toplam çift bağların % 75'i civarındadır (Gürcan 2000).

Hidrojenasyon sırasında karbon zinciri üzerinde doğal olarak bulunan cis çift bağ sayısında azalma meydana gelir. Hidrojenasyon işleminde ilk kademe konjuge dönüşümdür. Daha sonra cis trans dönüşümü ve çift bağ kayması olayları birbirinin içine girmiş halde ve birlikte yürümektedir. Proses sırasında ürünün toplam yağ asitlerinin % 60'ı cis ve trans izomerler haline dönüşür. Araştırmacılara göre, hidrojenasyon tepkimeleri sırasında, ortamdaki doymamış yağ asitlerinin 2/3'ü trans ve 1/3'ü cis forma dönüşecek şekilde bir denge oluşturmaktadır. Ayrıca hidrojenasyon işleminin yanı sıra, ham yağın rafinasyonu aşamalarında uygulanan ağartma işlemiyle ve oksidatif tepkimelerle de çeşitli izomerler meydana gelebilmektedir (Kayahan ve Tekin 1994, Kayahan 2002).

Trans izomerler, doymuş yağ asitlerinin biyosentezinde kısa ömürlü ara ürün olarak ve de dayanıklı son ürün olarak da bulunabilirler. Ayrıca bazı bitkilerde eser miktarda trans formunda yağ asitleri bulunmaktadır. Yapılan bir araştırmada, içlerinde narın da bulunduğu 6 çeşit bitki türünde % 70'ini punisik asit (9c, 11t, 13c C18:3)'in oluşturduğu trans yağ asidine rastlanmıştır (Feldman ve ark. 1996).

Trans yağ asidine kanatlı ve domuz yağında yediği yeme bağlı olarak düşük seviyelerde rastlanabilmektedir (Semma 2002). Manteca ve Noble (1993), yaptıkları bir çalışmada; tavuğun beslenmesi sırasında çevreden aldığı gıdalardaki trans yağ asitlerinin belirgin oranda yumurtaya geçtiğini ve embriyo dokusunda da ortaya çıktığını saptamışlardır. Ayrıca, hidrojene bitkisel ve deniz hayvanı yağlarında ve düşük miktarlarda kara hayvanı yağları ile et ve süt ürünlerinde yer almaktadır (Taş 1998).

#### **2.4. Trans Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri**

Diyet yağlarının plazma lipitleri üzerine olan fizyolojik etkileri 1856 yılından beri araştırılmaktadır. 1970'lerde ise trans yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri gibi davrandığı, beslenmeye bağlı olarak oluşan kalp damar hastalıklarına neden olduğu ve plazmadaki trigliserit ve düzeylerini arttırdığı yönünde sonuçlar alınmaya başlamıştır (Mansour ve Sinclair 1993, Erkkila ve ark. 2008).

Trans yağ asitleri geniş getiren hayvanların etlerinde ve sütlerinde düşük miktarlarda yer almaları nedeniyle insanların diyetlerinde sürekli bulunmaktadırlar. Trans yağ asitleri cis formlara kıyasla  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$  gibi daha yüksek bir sıcaklık derecesinde ergidikleri için, beslenme fizyolojisi ve kalp damar hastalıkları açısından doymuş yağ asitleri gibi olumsuz etkiye sahip olduklarından (Kayahan 2003), plazma lipitlerindeki trans yağ asidi dağılımı, koroner kalp hastalığı riskini arttırdığından, son zamanlarda bu konu üzerinde yoğun bilimsel çalışmalar yapılmakta ve bilim adamları tarafından yüksek oranlarda trans yağ asidi içeren gıdaların tüketiminde dikkatli olunması gerektiği belirtilmektedirler (Hayakawa ve ark. 2000, Marangoni ve ark. 2008). Council ve ark. (2008), ani kalp krizi ölümleri ve diyabet hastalığını trans yağ asidi tüketimi ile ilişkili olduğunu bildirmektedirler.

Avrupa Birliği FAIR projesi koroner kalp rahatsızlığı ile ilgili faktörler üzerinde trans yağ asitlerinin etkisini değerlendirmiş ve sonuç olarak trans yağ asitlerinin cis formuna kıyasla daha fazla negatif etkiye sahip olduğu tespit edilmiştir (Kıralan ve ark. 2005).

Elaidik asit gibi trans yağ asitleri, doymuş yağ asitleri gibi LDL kolesterol düzeyini arttırmak suretiyle serum kolesterol düzeyini arttırır, HDL kolesterol düzeyini ise düşürür ve koroner kalp hastalıkları riskini yükseltir. Trans yağ asitleri ile yüksek diyetle beslenme sonucunda toplam/HDL kolesterol ve LDL/HDL kolesterol oranları yükselir. Bu oranlar, toplam kolesterol veya yalnız başına LDL kolesterol seviyesinden daha fazla koroner kalp hastalığı olasılığını güçlendirmektedir. Yapılan çalışmalarında trans yağ asitlerinin plazma trigliseridlerini ve VLDL miktarını yükselttiği tespit edilmiştir. Söz konusu hastalıkların oluşum riskini arttırması nedeniyle, yüksek miktarda trans yağ asidi tüketimi üzerinde önemle durulması gereken bir konudur (Judd ve ark. 1994, Sundram ve ark. 2003, Erkkila ve ark. 2008).

Yapılan bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre, alınan enerjinin % 11 kadarının trans yağ asitleri ile sağlanması durumunda plazma kolesterolü, oleik asit yerine doymuş yağ karışımı (laurik, miristik, palmitik asitler) kullanıldığı zamankinin yarısı kadar yükselmiştir. Trans yağ asitlerinin kullanılması, LDL kolesterol konsantrasyonlarının, anlamlı şekilde daha düşük olmakla birlikte, doymuş yağ asitleri ile elde edilen düzeylere yükselmesiyle sonuçlanmıştır. Yine trans yağ asitleri, HDL kolesterol düzeylerinin oleik asit ile ya da doymuş yağ asitleri ile elde edilen değerlerden % 12 daha düşük olmasına yol açmıştır. Böylece trans yağ asitleri tüketildiği zamanki LDL/HDL kolesterol oranı, doymuş yağ asitleri tüketildiği zamankinden daha yüksek olmuştur (Mensink ve Katan 1990). Willett ve Ascherio (1994) ise, toplam enerjinin % 2'si kadar trans yağ asidi alındığında kandaki trigliserit oranında 0.14'lük bir artış meydana geldiğini, bunun da kalp hastalıklarında % 7'lik bir risk artışına neden olduğunu bildirmektedirler.

Toplam izomer alımı ile ilgili bu pozitif ilişkinin, geviş getiren hayvan kaynaklarından alınan izomerden çok, hidrojene bitkisel yağlardan alınan ile ilgili olduğu görülmüştür. Fakat genelde trans yağ asitlerinin yarısı geviş getiren hayvanların et ve sütünden, diğer yarısı da hidrojene yağlı yiyeceklerden gelmektedir. Çeşitli denemelerde

enerjinin % 8–10'unu hidrojene bitkisel yağlardan gelen trans yağ asitlerinin oluşturduğu diyetlerde, doymuş ya da tekli doymamış yağ asidi içeren benzer diyetlere göre LDL kolesterolün yükseldiği, HDL kolesterolün ise düştüğü görülmüştür (Vardar 1997).

Trans yağ asidi alımı ile miyokardiyal enfarktüs riski arasındaki ilişki, 90.000 kadın ile oluşturulan bir popülasyonla yapılan çalışmada; 10 yıl süreyle margarin alımı azaltılıp artırılmak suretiyle ve diğer koroner kalp rahatsızlık riski faktörleri sabit tutulmak koşuluyla, yüksek miktarda trans yağ asidi (toplam enerjinin % 3.2'si) alanlarda, düşük miktarda (toplam enerjinin % 1.3'ü) trans yağ asidi alanlara göre miyokardiyal enfarktüs riskinin 1.8 kat artış gösterdiği gözlenmiştir (Willett ve Asherio 1994).

Lichtenstein (1993) yapmış olduğu bir araştırmada, kadınlarda trans yağ asidi alımının kardiyovasküler kalp hastalığı riskini 1.5 kat arttırdığını, ayrıca sigara ve alkol kullanımı, şişmanlık, hipertansiyon ve menopoz gibi diğer risk faktörleri ile birlikte, bu oranın önemli derecede arttığını bildirmektedir. Kabagambe ve ark. (2008) de yaptıkları bir çalışmada Lichtenstein (1993) ile benzer sonuçlar elde etmişlerdir.

Finlandiyalı erkekler üzerinde yapılan bir çalışmada ise, günde 2–6 gram trans yağ asidi alan daha az trans yağ asidi alanlara göre 1–4 kat daha çok koroner kalp hastalığına yakalanma riski görülmüştür (Lichtenstein 1993, Katan 1998).

Son zamanlarda yapılan çoğu çalışma, damar sertliğine yol açan düşük yoğunluklu lipoprotein kolesterolüne (LDL) sebep olan trans C18:1'in, yüksek konsantrasyonlu hidrojenize bitkisel yağlarda bulunduğunu göstermiştir (Gürcan 2000, Kabagambe ve ark. 2008).

Diyet ve kardiyovasküler sistem üzerine yapılan COMA panelinde trans yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri gibi plazma kolesterolünü yükselttiği belirtilmiştir. Yapılan bir bilimsel çalışmada, 34 kadın ve 25 erkek üzerindeki trans yağ asitlerinin plazma lipoproteini üzerine etkileri, kolesterol yükseltici doymuş yağ asitlerinininkine kadar kötü olduğu, LDL kolesterolü yükselttiği ve HDL konsantrasyonunu düşürerek koroner kalp hastalıkları için büyük bir risk oluşturduğu tespit edilmiştir (Vardar 1997). Yapılan bir başka çalışmada ise, trans yağ asitlerinden gelen toplam enerjinin % 2'sinin hidrojene

olmamış mono- ve çoklu doymamış yağ asitleri ile yer değiştirmesi sonucu koroner rahatsızlıklarda % 53'lük bir düşüş gerçekleşmiştir (Kıralan ve ark. 2005).

Yapılan bilimsel bir çalışmada elde edilen sonuçlara göre, alınan enerjinin % 11 kadarının trans yağ asitleri ile sağlanması, plazma kolesterolünü, oleik asit yerine doymuş yağ asidi karışımı (laurik, miristik ve palmitik asitler) kullanıldığı zamankinin yarısı kadar yükseltmiştir. Trans yağ asitlerinin kullanılması, LDL kolesterol konsantrasyonlarının doymuş yağ asitleri ile elde edilen düzeylere yükselmesiyle sonuçlanmıştır. Yine trans yağ asitleri HDL kolesterol düzeylerinin oleik asitle ya da doymuş yağ asitleri ile elde edilen değerlerden % 12 daha düşük olmasına yol açmıştır (Taş 1998).

Yapılan diğer bir çalışmada, yüksek oranda trans yağ asidi içeren diyet ile yüksek miktarda linoleik veya stearik asit içeren diyetin kolesterol ester transfer protein aktivitesi üzerine etkisi araştırılmıştır. Kolesterol ester transfer protein aktivitesi trans yağ asidi içeren diyet fazla miktarda alındığı zaman linoleik veya stearik asit içeren diyetlere kıyasla çok yüksek bulunmuştur. Trans yağ asidi alımından sonra kolesterol ester transfer protein aktivitesinin yüksek bulunmasının, LDL miktarının artmasına ve HDL miktarının ise azalmasına katkıda bulunduğu sonucuna ulaşılmıştır (Kıralan ve ark. 2005).

Kardiovasküler rahatsızlıklardan ölen insanların adipoz dokularında diğer hastalıklardan ölenlerinkine oranla daha yüksek miktarda trans yağ asidi saptandığı bildirilmektedir (Galli ve ark. 1994, Pisani ve ark. 2008). Stender ve ark. (2008), günde 5 gram trans yağ asidi alımının koroner kalp hastalığı riskini % 29 arttırdığını bildirmektedirler.

Kardiyovasküler rahatsızlığa sahip olan hastaların başlıca ölüm nedeni olan trombozisin oluşumunda, pıhtılaşmaya neden olan kan elemanının diyet ile alınan yağlar tarafından modifiye edildiği ve izomerik yağ asitlerinin trombogenesisi olumsuz yönde etkilediği, çeşitli araştırmacılar tarafından bildirilmektedir. Kontrollü olarak yapılan diyet çalışmaları, hidrojene edilmiş bitkisel yağlardan ve balık yağlarından diyete katılan trans yağ asitlerinin serum lipoprotein kompozisyonu üzerine, pozitif bir etki gösterdiğini işaret etmiştir (Yıldırım 2002, Stachowska ve ark. 2004b).



Trans yağ asitleri, lipoprotein (a) düzeyini de arttırmaktadır. Yüksek miktarda lipoprotein (a) ise koroner kalp rahatsızlıklarının gelişme riskini arttırmaktadır (Willett ve ark. 1992, Hayes 2002, Lee ve ark. 2008).

Buttriss (2003) ile Lee ve ark. (2008); trans yağ asidi alımının obezite, hipertansiyon, dislipidemi ve glukoz toleransının bozulması olarak tanımlanan metabolik sendrom rahatsızlığına da neden olduğunu bildirmektedirler.

Fareler üzerinde denenen gıdalarda 9 cis, 12 cis, 15 trans 18:3 monomeri linoleik asit yoluyla ve sonra elongation ve desaturasyona tabi tutulmuştur. Sonuçta dokosahegzanoik asit izomeri 5-cis, 8-cis, 11-cis, 13-cis, 16-cis, 19-trans 22:6 beyin fosfolipitlerinde tespit edilmiştir. Trans çift bağının fiziksel özelliklerinden dolayı 22:6 izomeri  $\omega$ -3'den ziyade  $\omega$ -6 gibi davranır. Eikosanoid metabolizmasındaki bu karışıklık, pıhtılaşma, damar düzenleyici ve iltihap gibi durumları etkiler ve bundan dolayı aynı zamanda koroner kalp hastalığı riskini de artırır. Toplam enerjinin en az % 2'si linoleik asit tarafından sağlandığında, trans yağ asitlerinin eikosanoid biyosentezini etkilemediği, araştırmacılar tarafından bildirilmiştir (Gürcan 2000).

Lee ve ark. (2008), Kore'de 132 kişi üzerinde yaptıkları bir araştırmada, trans yağ asidi tüketiminin lipoprotein a seviyesini, sistemik iltihabı, tip 2 diyabet rahatsızlığını arttırdığını tespit etmişlerdir.

Geviş getiren hayvanların diyetle aldıkları yüksek miktarda trans yağ asitlerinin süt yağı sentezini de engellediği tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar, trans yağ asitlerinin, düşük yağ oluşumu ile ilişkili olduğunu bildirmektedirler (Neville ve Picciano 1997, Palmquist 2001).

In vitro çalışmalar, trans yağ asitlerinin esansiyel yağ asitlerinin desaturasyonunu inhibe ettiğini göstermektedir. Bu etkiyi esansiyel yağ asitlerinin öncü maddeleri olan linoleik ve linolenik asidin uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitleri olan araşidonik asit ve dokosahegzanoik asidin sentezini azaltmak suretiyle göstermektedir. Prematüre bebeklerin plazma kolesteril esterlerinde ve küçük çocukların fosfolipitlerinde trans yağ asitleri ile araşidonik asit ve dokosahegzanoik asit arasında ters bir ilişki vardır (Ip ve Marshall 1996,

Palmquist 2001). Pettersen ve Opstvedt (1988); olgun dişi domuzlar üzerinde yaptıkları çalışmada da benzer sonuçlar bulmuşlardır.

Yüksek oranda trans yağ asidi içeren hidrojene yağların fareler üzerinde stres etkisi yarattığı gözlenmiştir. Diyette yeterli miktarda linoleik asit bulunduğu takdirde trans yağ asitlerinin arzu edilmeyen etkiler göstermesi beklenmemelidir (Vardar 1997).

Fareler ile yapılan çalışmalarda; trans yağ asitleri ile beslenen yeni doğmuş farelerin ağırlık artışları ve gelişme trendleri bozulmaktadır. Trans yağ asitlerinin insan embriyosunun büyümesini ve çocukların gelişimini olumsuz yönde etkileyebileceği konusunda da araştırmalar mevcuttur. 18:1 yağ asitlerinin trans izomerlerinin bu tip yağ asitlerini tüketen yetişkin kadınların dokularında ve bebeklerinin plazma lipitlerinde depolanmakta olduğu belirtilmiştir. Prematüre bebeklerde ve 1–15 yaş arası sağlıklı çocuklarda trans yağ asitleri ile araşıdonik asit (C20:4) arasındaki korelasyon ters olarak tespit edilmiştir. Bazı araştırmacılar; trans yağ asitlerinin insan plasantasına transfer olacağını ve insanlarda erken gelişimi zayıflatacağını ve hamilelik, laktasyon, neonatal periyotta trans yağ asitlerinin alımının, sağlık yönünden problemlere yol açabileceğini bildirmişlerdir (Dirix ve ark. 2008, Pisani ve ark. 2008).

Çocuklarda alerji, egzama ve astım oluşumuna çoklu doymamış yağ asitlerinin özellikle de n–3 ve n–6 yağ asitlerinin neden olduğu bilinmektedir. Fakat bu yağ asitlerinin konfigürasyonunun (cis trans), bu rahatsızlıklar üzerine etkisi hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Bir grup araştırmacı 13 ve 14 yaşlarındaki çocuklar arasında yaptıkları çalışmalar sonucunda, trans yağ asitleri alımı ile astım ve alerji gibi rahatsızlıklar arasında yüksek bir korelasyon tespit etmişlerdir (Yıldırım 2002).

Trans yağ asitleri  $\Delta 5$ – ve  $\Delta 6$ – desaturaz enzimlerini de inhibe ederek vücuttaki esansiyel yağ asitleri de dahil olmak üzere, çoklu doymamış yağ asidi oluşumunu engellemektedir (Innis ve ark. 1999, Palmquist 2001, Stachowska ve ark. 2004a).

Trans yağ asitlerinin bazı araştırmalarda tip 2 diyabeti ilerlettiğine dair bir ilişki olduğu da savunulmaktadır (Li ve Sinclair 2002, Marangoni ve ark. 2008).

Son yıllarda trans yağ asitlerinin kanser oluşumu üzerine etkileri araştırılmaktadır ve yapılan hayvan deneyleri sonucunda tümör oluşumunu teşvik ettiği saptanmaktadır (Ip ve Marshall 1996, Bakker ve ark. 1997, Innis ve ark. 1999). Ayrıca Katan (1998), trans yağ asidi alımı ile göğüs kanseri arasında doğrusal bir ilişkinin olduğunu bildirmektedir. Yapılan başka iki çalışmada ise kolon kanserine % 63–75 oranında neden olduğu belirlenmiştir. Şimdiye kadar yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre, trans yağ asidi alımının prostat kanserine neden olmadığı bildirilmektedir (Ip ve Marshall 1996, Bakker ve ark. 1997). Son çalışmalardan birinde varılan sonuç, menopoz sonrası kadınlarda trans yağ asidi alımı ile beyin kanseri riski arasında doğru orantılı ilişki olmasıdır (Yıldırım 2002).

11 Avrupa ülkesinde yağ aspiratları kullanılarak yapılan çalışmada kolorektal kanser oluş derecesi ile trans yağ asidi ile bağlantısı araştırılmıştır. Trans yağ asitleri ile kolorektal kanser oluş derecesi arasında güçlü bir korelasyon tespit edilmiştir (Kıralan ve ark. 2005).

### **2.5. Trans Yağ Asidi Tüketimi**

Trans yağ asitleri, inek ve koyun gibi geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında düşük miktarlarda yer almaları nedeni ile çok eski çağlardan bu yana insanların beslenmesinde yer almaktadır. Buna karşılık; trans yağ asidi içeriği yüksek yağların büyük çaplı ticari üretimleri ve bunun sonucu olarak önemli miktarda trans yağ asidi tüketimi, gelişen margarin endüstrisiyle başlamıştır (Ovesen ve ark. 1996).

Trans yağ asidi alımına neden olan başlıca gıdalar; ticari amaçla üretilen yağda kızarmış çörekler (% 37 trans yağ asidi), tavuk veya patates gibi yağda kızartılmış ürünler (% 36 trans yağ asidi), margarinler (% 11–49 trans yağ asidi) ve çikolata ile şekerleme yağlarıdır (Feldman ve ark. 1996).

Birçok ülkeye ait beslenme ile ilgili istatistiklerde gıda maddelerinin trans yağ asidi içerikleri yer almaktadır. Çeşitli gıda maddelerinde trans yağ asitlerinin araştırıldığı pek çok yayında, belirlenen trans yağ asidi miktarı üzerinden günlük trans yağ asidi alım miktarları çeşitli çalışmalardan yola çıkılarak tahmini olarak yer almaktadır (Stender ve ark. 2008).

1970'lerden sonra kızartma ve pişirme işlemleri için bitkisel yağ kullanımının artışı, hayvansal yağ (tereyağı, kuyruk yağı ve domuz yağı gibi) tüketiminin azalmasına, düşük trans yağ içeriğine sahip margarınların marketlerde yer alması ise trans yağ asidi alımında azalmalara neden olmuştur (Holley ve Phillips 1995). 1980'li yıllarda yapılan incelemelerde alınan ortalama trans yağ asidi miktarının toplam enerjinin % 2.1'ine denk olduğu ve bu oranın beslenme alışkanlıklarına göre değiştiği belirtilmektedir (Willett ve Asherio 1994).

Gıda endüstrisinde kısmi hidrojenize yağların kullanımı, trans yağ asitleri alımının düşürülmesi amacıyla azalmaktadır. Ayrıca margarin ve şortening üretimlerinde geliştirilen yeni metotların yaygın olarak kullanılmaya başlanmasıyla, söz konusu ürünlerde trans yağ asidi içeriklerinde azalmalar belirlenmektedir. Kızartma yağları 1985'den sonra uzun süreli hidrojenasyona tabi tutulmamaktadır. Bunun da ötesinde, sıfır veya çok düşük trans içerikli ürünler üretilmeye başlanmıştır. Ancak yine de dünyanın pek çok yerinde margarin ve şortening formülasyonlarında kısmi hidrojenasyon yöntemiyle elde edilen hidrojenize yağlar önemini korumaktadır. Çeşitli fast food restaurant zincirleri de kızartma için % 25–35 trans yağ asidi içeren kızartma yağlarını kullanmaktadırlar. Özellikle kısmi hidrojenasyon tekniği kullanılarak elde edilmiş yağları önemli miktarlarda içeren snack ve fast food ürünleri, çikolata ve benzer diğer ürünler, çocuklar ve gençler tarafından yüksek oranlarda tüketilmektedir (Willett ve ark. 1992, Anonim 1996, Marangoni ve ark. 2008).

Bu yüzyılın başlarında A.B.D.'de kısmi hidrojene yağların kullanımındaki artış, şu sıralarda üçüncü dünya ülkelerinde de gözlenmektedir. Örneğin Hindistan'da % 60'dan fazla trans yağ asidi içeren kısmi hidrojene yağlar, o ülkenin bir çeşit tereyağının yerini almıştır. Ayrıca tropikal ülkelerde de yağların dayanıklılığını arttırmak için yüksek derecede hidrojene edilmiş yağ kullanımı en üst düzeye erişmiştir. Trans yağ asidi içeren bu tür kısmi hidrojenize yağlar, raf ömrünün uzun olması ve diğer yağlara göre daha ucuz olmasına rağmen, son yıllarda sağlık üzerine olumsuz etkileri nedeni ile ilgi odağı olmaktadır (Willett ve ark. 1992).

Diyetle alınan trans yağ asitleri miktarı, toplam yağ asitlerinin ABD'de % 2'si, İngiltere'de % 0.73'ü, Danimarka'da % 1.2'si ve İspanya'da % 1.7'si civarındadır. Genel

bir ifade olarak, trans yağ asitleri tüketimi endüstrileşmiş ülkelerde 2–8 gram/gün arasında değişmektedir (Larque ve ark. 2001, Lee ve ark. 2008).

Toplam enerjinin % 36'sının yağ ve yağın da % 14'ünün doymuş yağ olduğu Batı tipi beslenmede trans yağ asidi alımı toplam enerjinin ortalama % 5–8'i kadardır (Lichtenstein 1993).

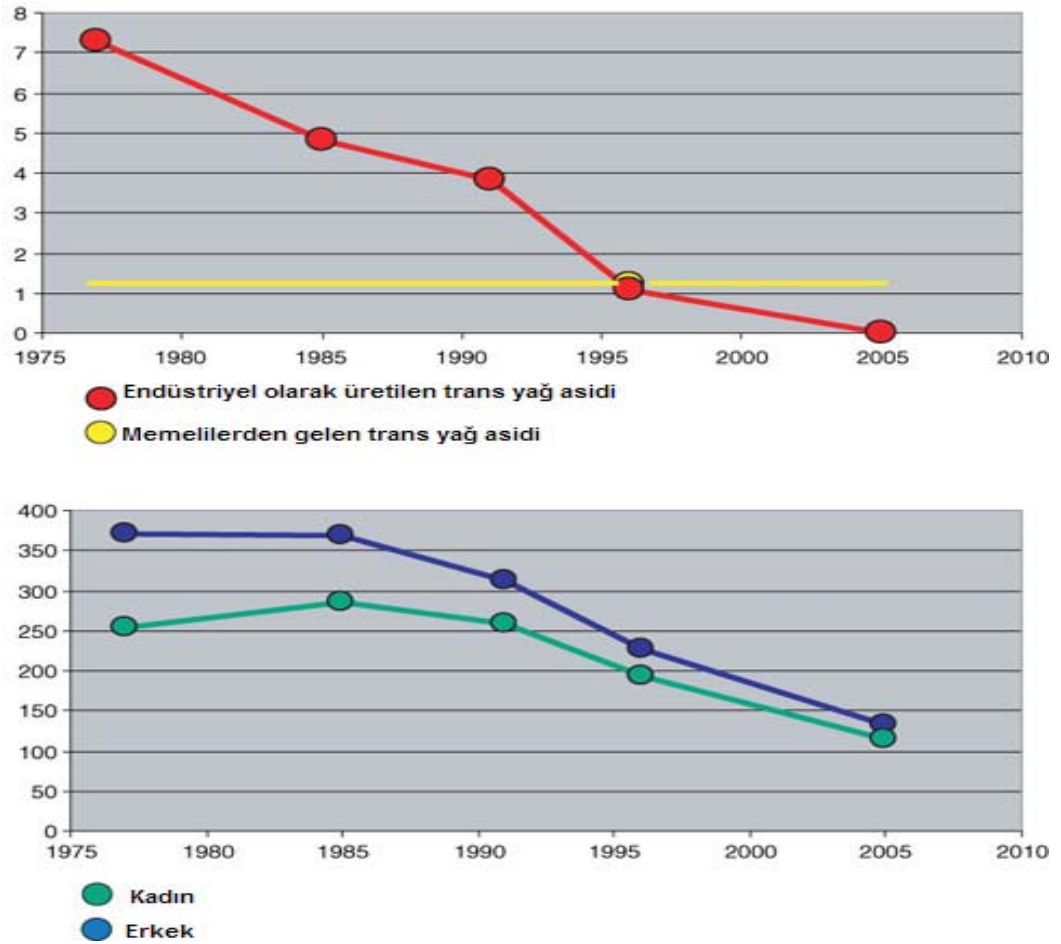
Kore'de ise bu oran toplam enerjinin % 0.7'sinin ya da günde 1.54 gram olarak bildirilmektedir (Lee ve ark. 2008). İskandinav ülkeleri olan Norveç, İsveç, Finlandiya ve Danimarka'da insanların diyetleri ile aldıkları trans yağ asidi miktarının 2–10 gram/gün olduğu belirtilmektedir (Taş 1998).

Trans yağ asidi alımı, günlük olarak Japonya'da 2 g'dan az, İskoçya'da erkeklerde 7.1 gram, kadınlarda 6.4 gram, Yunanistan ve İtalya'da yaklaşık 1.5 gram, İsveç ve Danimarka'da 2.5 gram, Finlandiya'da 2.0 gram, Norveç'te 4 gram, ABD'de 5–8 gram ve İngiltere'de ise 13 gramdır. Avustralya'da geleneksel diyet alışkanlıkları ile beslenen kadın ve erkeklerin trans yağ asitleri alımları sırasıyla 6.5 gram ve 4.4 gram arasında değişiklik göstermektedir. Finlandiya ve Almanya'da trans yağ asidi alımı, enerjinin % 1'inden daha aşağıdadır (Smith ve ark. 1995, Noakes ve Nestel 1994, Stender ve ark. 2008).

2004 yılında ise Danimarka'da üretilen gıdalardaki trans yağ asidi miktarının, yağ miktarının % 2'sinden fazla olmaması zorunluluğu getirilmiştir. 2001 yılında insanların diyetleri ile aldıkları günlük trans yağ asidi miktarları, 30 gram iken 2005 yılında 1 grama kadar inmiştir (Stender ve ark. 2006).

Danimarka'da geviş getiren hayvanlar yoluyla alınan trans yağ asidinin % 85'inin süt ürünlerinden, % 15'inin ise etlerinden geldiği bildirilmektedir (Stender ve ark. 2008).

Şekil 2.5.1'de Danimarka'daki 1978'den 2005'e kadar trans yağ asidi tüketimi ve koroner kalp hastalığından ölümler ilgili grafikler görülmektedir.



Şekil 2.5.1. Danimarka'daki 1978'den 2005'e Kadar Trans Yağ Asidi Tüketimi ve Koroner Kalp Hastalığından Ölümlerle İlgili Grafikler

**KAYNAK:** STENDER, S., A. ASTRUP, J. DYERBERG 2008. Ruminant and Industrially Produced Trans Fatty Acids: Health Aspects. Food & Nutrition Research Vol 52 (2008) 1–9.

1995 yılında Uluslararası Hayat Bilimleri Enstitüsü'nün bildirdiği rapora göre dünyada günlük ortalama trans yağ asidi tüketimi, 2.7–12.8 gram arasında değişmektedir. Trans yağ asidi alımının % 70'inden fazlası, doğal hayvansal kaynaklıdır (Hayakawa ve ark. 2000, Larque ve ark. 2001).

FDA'nın tanımına göre; hidrojene yağ, oda sıcaklığında katı ve tipik olarak % 15–20 trans yağ asidi içeren yağdır; kısmi hidrojene yağ ise oda sıcaklığında sıvı ve trans yağ asidi

içeriği daha düşük olan yağdır. Örneğin A.B.D.'de kullanılan birçok bitkisel yağ, düşük derecede hidrojene yağlardır (Feldman ve ark. 1996).

Trans yağ asitlerinin tüketimi için bir sınır değer bulunmamakla birlikte, kalp-damar rahatsızlıkları üzerine negatif etkisine ilişkin belirtilen durumlar, sadece yüksek tüketimde görülmektedir. Normal düzeylerde tüketimde görülebilecek negatif etkinin, diğer risk faktörleri ile de ilişkili olduğu belirtilmektedir. Yapılan bir araştırmada % 4'lük trans yağ asidi tüketimi, hiperkolesterol hastalarında LDL ve HDL kolesterol konsantrasyonlarında herhangi bir ters etkiye yol açmamıştır. Günde 4 gram trans yağ asidi alımının sağlık yönünden risk oluşturacak düzeyde olmadığı; ancak yağ metabolizma bozukluğu olanlarda, hamilelerde, emzirenler ve bebeklerde trans yağ asidi alımının azaltılması gerektiği belirtilmektedir. FAO ve WHO 1994 yılında % 4'den daha az oranda trans yağ asidi içeren yağların tüketimini önermiş ve gıda endüstrisini de ürünlerindeki trans yağ asidi miktarını bu düzeylere çekmeye teşvik etmiştir (Yıldırım 2002, Dıraman ve Hışıl 2004). Nitekim günlük diyetle süt ürünleri ile alınan trans yağ asidi düzeyinin, günlük toplam trans yağ asidinin % 6-25'ini oluşturduğu belirtilmektedir (Dıraman 2004).

Konuyla ilgili bilgi sahibi olan tüketiciler, trans yağ asitlerine kuşku ile bakmakta, aldıkları ürünlerde yağ asidi kompozisyonuna ve doymuş yağ ile trans yağ asidi içeriğine daha çok dikkat etmekte ve bu bilgilerin gıda ambalajı üzerinde yer almasını talep etmektedirler (Endres 1994).

Doymuş yağ asidi miktarının gıda ambalajı üzerinde yer alması gerekliliğinin FDA tarafından 1994 yılının Mayıs ayından itibaren yürürlüğe konması; trans yağ asidi ile çalışma yapan araştırmacıların, trans izomer içeriklerinin de etiket üzerinde yer alması istemlerinin gün geçtikçe artmasına neden olmuştur. Çünkü gıda üreticileri, doymuş yağ miktarını düşürmek ve aynı özellikte ürün elde edebilmek için trans yağ asidi miktarını artırma yoluna gidebilmektedirler. Trans yağ asidi ile ilgili çalışma yapan araştırmacılar; gıda etiketi üzerinde trans izomerlerle ilgili bilgi olması gerekliliği hakkında görüşlerini FDA'ya belirtmişlerdir. Fakat konunun yeni olması, argümanlarının yetersiz görülmesi, halkın bu yeni konu hakkında bilgi sahibi olmayışı göz önüne alınarak başvuru kabul edilmemiştir (Taş 1998, List 2004).

FDA gıda maddeleri etiketlerinde trans yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulması ile ilgili kriterleri açıklamış olup, büyük firmalara 1 Ocak 2006, küçük firmalara ise 1 Ocak 2008 tarihinden itibaren etiketlerinde trans yağ miktarlarını yasal olarak belirtmek zorunluluğu getirmiştir. FDA üründe 100 gramda 0.5 gram, Kanada’da ise 0.2 grama kadar bulunabilecek trans yağ asidinin ihmal edilebilir seviyede olduğunu bildirmektedirler. (Rozema ve ark. 2008). Bu yasal zorunluluk büyük gıda firmalarını ürünlerindeki trans yağ asidi miktarını azaltma ya da bulundurmamaya yönlendirmiştir. Örneğin Kanada’da Aralık 2005’den itibaren (etikette trans yağ asidi miktarının yazılması zorunlu olduğu gün) trans yağ asidi alımı azalmıştır (Hawkes 2008).

Ülkemizde de 23 Ağustos 2007 tarihinde, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği’nde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ’de, ürün içindeki toplam yağın 100 gramında 1 gramdan az olduğunda, “Trans yağ asidi içermez.” şeklinde yazılabileceği belirtilmektedir (Anonim 2007).



### 3. MATERYAL ve YÖNTEM

#### 3.1. Materyal

İçme sütü (UHT süt) örnekleri, ticari bir firmadan temin edilmiştir. Örnekler; süt toplama merkezlerinden, üretim aşamalarından (sütün toplandığı tanktan, pastörizasyon ve sterilizasyon aşamalarından sonra) ve depolama aşamasından (+5 ve 20°C’de) alınmıştır. Çiğ ve pastörize süt örnekleri analiz süresince +5°C’de cam kavanozlar içerisinde, sterilize süt örnekleri orijinal kutularında muhafaza edilmiştir.

Süt Fabrikası’na gelen sütler öncelikle kaliteyi belirleyici analizler yapıldıktan sonra çiğ süt tanklarına boşaltılmıştır. Buradan süt toplama tankında paçal yapılmıştır. Filtre edilen sütler içindeki yağ oranı ayarlandıktan sonra 85°C’de 2 dakika pastörize edilmiştir. Homojenizatörde homojenize edilen sütler 137°C’de 2–4 saniye sterilize edilmiş ve 21–25°C’de aseptik şartlarda karton kutularda paketlenmiştir.

Trans yağ asitleri tespit edilecek örnekler; 13.02.2007–14.02.2007 tarihleri arasında Süt Fabrikasına gelen sütlerden örnekleme metoduna uygun olarak alınmıştır (Çizelge 3.1.1).

Çizelge 3.1.1. Sütlerin Alındığı Yerler

	Alındığı İl	Geldiği Saat	Miktarı (ton)
A	Aksaray	16:45	17
B	Çiftlik	18:00	9
C	Niğde	18:30	5
D	Nevşehir	20:00	18
E	Kayseri	21:30	11
F	Mersin	02:45	18
	<b>TOPLAM</b>		<b>78</b>

## **3.2. Yöntemler**

### **3.2.1. Süt Örneklerinde Fiziksel ve Kimyasal Analizler**

#### **3.2.1.1. Sıcaklık Ölçümü**

Çiğ ve işlenmiş süt örnekleri laboratuvara geldiği anda diğer analizler yapılmadan önce bir termometre ile sıcaklığı ölçülmüş ve kaydedilmiştir (Yaygın 1999).

#### **3.2.1.2. Tat ve Koku Analizi**

Çiğ ve işlenmiş süt örneklerinin tadı kontrol edilmiştir (Yöney 1973, Kurdal ve ark. 2004).

Şişenin 1/3–1/4'üne kadar doldurulmuş ve ağzı kapalı olarak analiz edilinceye kadar saklanan çiğ ve işlenmiş süt örnekleri, 35–40°C'lik su banyosunda ılık hale getirilmiş ve kapak açılır açılmaz koku kontrol edilmiştir (İnal 1990).

#### **3.2.1.3. Yağsız Kurumadde Miktarı (Briks) Analizi**

Çiğ ve işlenmiş süt örneklerinin suda çözünen kurumadde miktarı, refraktometre ile tespit edilmiştir (Uylaşer ve Başoğlu 2004).

#### **3.2.1.4. Sütte Titrasyon Asitliği (SH) Tayini**

Çiğ ve işlenmiş süt örneklerinin SH cinsinden asitlik tayini Uylaşer ve Başoğlu (2004)'e göre yapılmıştır.

#### **3.2.1.5. Sütte pH Tayini**

Çiğ ve işlenmiş süt örneklerinin pH değeri ölçümü dijital pHmetre kullanılarak oda sıcaklığında saptanmıştır (Alvur ve ark. 2000).

#### **3.2.1.6. Yağ Miktarı Analizi**

Süt örneklerinin yağ miktarı AOAC (2003a)'ya göre tayin edilmiştir.

### **3.2.2. Süt Örneklerinde Yağ Asidi Bileşiminin Saptanması**

Yağ asitleri, yağ asitleri metil esterleri şekline dönüştürüldükten sonra, gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir (Fritsche ve Steinhart 1998, Hışıl 1999, Kurt 2001).

### 3.2.2.1. Yağ Ekstraksiyonu

500 mL hacimli ayırma hunisine 50 mL süt örneği, 50 mL susuz alkol, 50 mL petrol eter:dietileter karışımı (1:1) ilave edilerek, ayırma hunisinin ağzı sıkıca kapatılmış ve iyice çalkalanmıştır. Yağ fazının ayrılması için 30 dakika beklendikten sonra ayırma hunisinin kapağı açılmış ve üstteki yağ fazı ayrılmıştır. Bu işlem iki kere tekrar edilerek toplam yağ ekstrakte edilmiştir (Anonim 2003b).

### 3.2.2.2. Örneklerin Metilasyonu

Ekstrakte edilen süt yağının esterleştirilmesinde, Uluslararası Zeytinyağı Konseyi (IOOC–UZK) tarafından da onaylı IUPAC, Metot 2.301 soğuk metilasyon yöntemi uygulanmıştır (Taş 1998).

### 3.2.2.3. Yağ Asitlerinin Metil Esterlerinin Analizi

Metil esterlerine dönüştürülen yağ örneklerinin trans yağ asitleri Agilent 6890 N model GC Gaz Kromatografisi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB–23 cam kapiler kolon (60 m x 0.25 mm id x 0.25 µm) kullanılarak tespit edilmiştir. Standarttaki ve örneklerdeki yağ asidi metil esterlerinin ayrımı için gaz kromatografisine 0.2 µL'lik enjeksiyonlar yapılmıştır.

Gaz kromatografisindeki çalışma şartları ön denemelerle belirlenerek, yağ asidi kompozisyonunu, optimum olarak tespit edebilecek şekilde bir ürün programı oluşturulmuştur. Trans yağ asidi bileşiminin tespiti, standart maddelerin gaz kromatografisine verilmesi ve bilgisayara da bu standart madde ile ilgili yazılım programının yüklenmesi ile yapılmıştır.

Örneklerin trans yağ asitlerinin belirlenmesinde, standart olarak bütirik asitten başlayıp (C4:0) nervoik aside (C24:1) kadar içerisinde trans yağ asitlerinin (elaidik asit ve trans oleik asit) de bulunduğu 37 yağ asidinin metil esteri karışımı (Sigma–Aldrich Chemicals 189–19) kullanılmıştır. Sonuçlar % olarak metil ester dağılımı halinde integratör aracılığı ile saptanmıştır.

Trans yağ asitlerinin analizinde kullanılan Gaz Kromatografisinin (GC) çalışma şartları aşağıda verilmiştir:

**GC Sistemin Çalışma Şartları:**

Agilent 6890 N model GC Gaz Kromatografisi cihazında, alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve DB-23 (bonded % 50 cyanopropyl) (J & W Scientific, Folsom, CA, USA) kapiler kolon (60 m x 0.25 mm id x 0.250 µ) kullanılarak yapılmıştır.

**Dedektör Sıcaklığı:** 280°C

**Enjektör Sıcaklığı:** 270°C

**Enjeksiyon:** Split model

**Enjeksiyon Sıcaklığı:** 260°C

**Split Metot:** 1/50 oranında

**Taşıyıcı Gaz Akışı:** Helyum 0.5 mL/dk (sabit akış modeli)

**Hidrojen Gaz Akışı:** 30 mL/dk

**Hava Akışı:** 300 mL/dk

**Make Up Gaz Akışı:** Helyum, 24.5 mL/dk

**Enjeksiyon Hacmi:** 0.2 µL

**Fırın Sıcaklığı:** Sıcaklık programı

		<u>°C/dk</u>	<u>Ulaşma Süresi</u>	<u>Bekleme Süresi</u>
50°C		0	-	1 dakika
50°C'den	175°C'ye	25	5 dakika	0 dakika
175°C'den	230°C'ye	4	13 dakika 45 saniye	8 dakika

**Toplam Süre 27 dakika 45 saniye**

Çizelge 3.2.2.3.1. Sigma–Aldrich Chemicals 189–19 Referans Yağ Asidi Standardı (37 bileşenli)

Yağ Asidi Metil Esteri	% Miktarı
C4:0 (bütirik asit metil ester)	4
C6:0 (kaproik asit metil ester)	4
C8:0 (kaprilik asit metil ester)	4
C10:0 (kaprik asit metil ester)	4
C11:0 (andekanoik asit metil ester)	2
C12:0 (laurik asit metil ester)	4
C13:0 (tridekanoik asit metil ester)	2
C14:0 (miristik asit metil ester)	4
C14:1 (miristoleik asit metil ester)	2
C15:0 (pentadekanoik asit metil ester)	2
C15:1 (cis–10–pentadekanoik asit metil ester)	2
C16:0 (palmitik asit metil ester)	6
C16:1 (palmitoleik asit metil ester)	2
C17:0 (heptadekanoik asit metil ester)	2
C17:1 (cis–10–heptadekanoik asit metil ester)	2
C18:0 (stearik asit metil ester)	4
C18:1n9c (oleik asit metil ester)	4
C18:1n9t (elaidik asit metil ester)	2
C18:2n6c (linoleik asit metil ester)	2
C18:2n6t (linoleelaidik asit metil ester)	2
C18:3n6 (γ–linolenik asit metil ester)	2
C18:3n3 (α–linolenik asit metil ester)	2
C20:0 (araşidik asit metil ester)	4
C20:1n9 (cis – 11 eikosenoik asit metil ester)	2
C20:2 (cis–11, 14 eikosadienoik asit metil ester)	2
C20:3n6 (cis–8, 11, 14–eikosatrienoik asit metil ester)	2
C20:3n3 (cis–11, 14, 17 eikosatrienoik asit metil ester)	2
C20:4n6 (araşidonik asit metil ester)	2
C20:5n3 (cis 5, 8, 11, 14, 17 eikozapentanoik asit metil ester)	2
C21:0 (henikosanoik asit metil ester)	2
C22:0 (behenik asit metil ester)	4
C22:1n9 (erusik asit metil ester)	2
C22:2 (cis 13, 16 dokosadienoik asit metil ester)	2
C22:6n3 (cis 4, 7, 10, 13, 16, 19 dokosaheksanoik asit metil ester)	2
C23:0 (trikosanoik asit metil ester)	2
C24:0 (lignoserik asit metil ester)	4
C24:1n9 (nervoik asit metil ester)	2

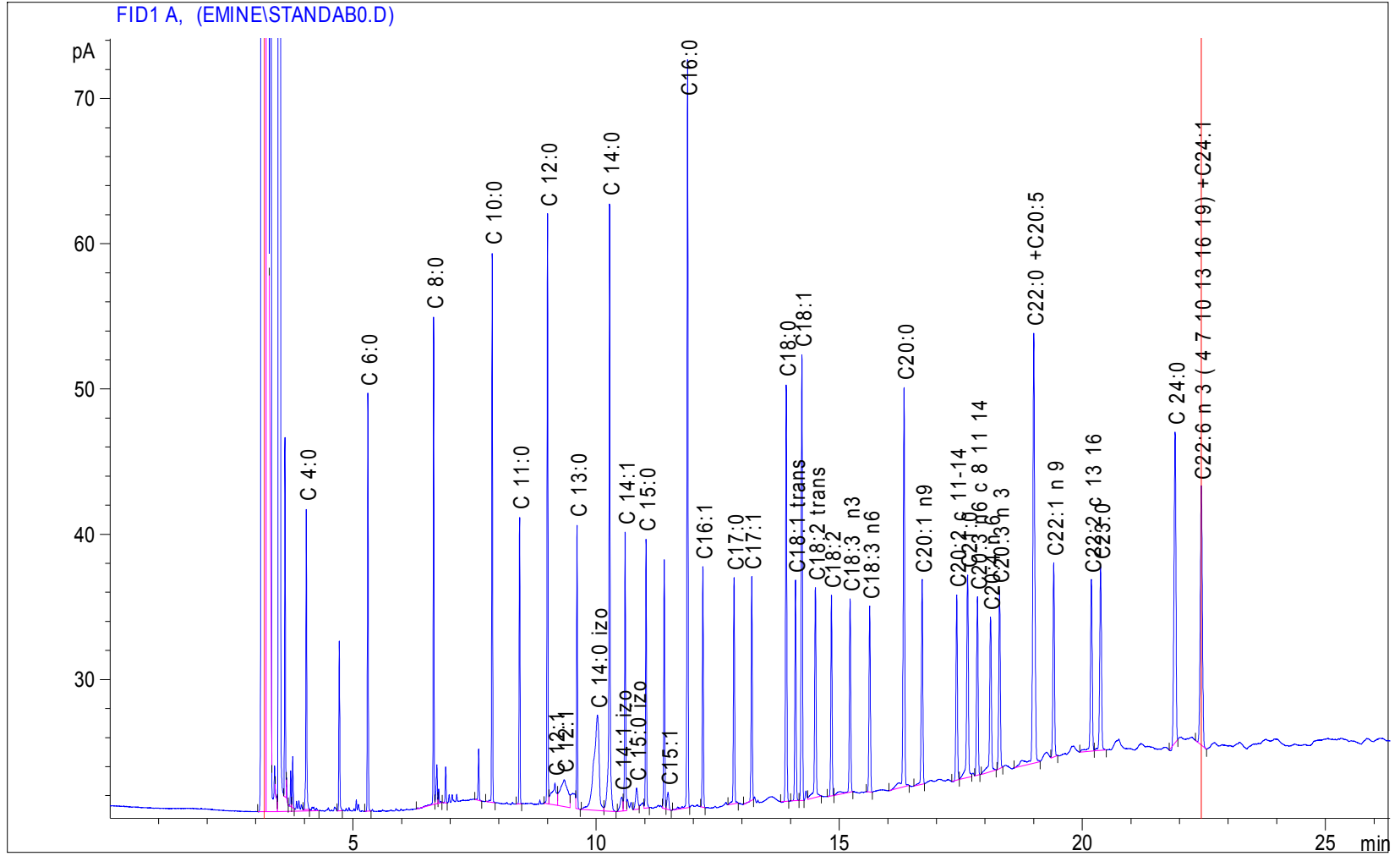
Yağ asitlerinin metil esterlerinin kromotogramları ve toplam yağ asitleri miktarları HP 3365 Chemstation yazılım programı kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu program standart yağ asidi metil esterleri karışımının gaz kromatografisine verilip elde edilen piklerin çıkış zamanının tayini ile elde edilen kütüphane sonucu oluşturulmuştur. Analiz edilen örneklerin kromotogramındaki pikler, bu kütüphanedeki alıkonma zamanları ile

karşılaştırılarak teşhis edilmiştir. Aşağıdaki çizelgede standart yağ asidi verilerek elde edilen piklerin çıkış zamanları görülmektedir.

**Çizelge 3.2.2.3.2. Standart Yağ Asitleri Piklerinin Gaz Kromatografisindeki Pik Çıkış Zamanları**

Yağ Asidi Molekül Formülü	Yağ Asidi Adı	Alınma Zamanları (dk)
C4:0	Bütirik Asit	4.150
C6:0	Kaproik Asit	5.442
C8:0	Kaprilik Asit	6.800
C10:0	Kaprik Asit	7.996
C11:0	Undekanoik Asit	8.555
C12:0	Laurik Asit	9.127
C13:0	Tridekanoik Asit	9.729
C14:0	Miristik Asit	10.396
C14:1	Miristoleik Asit	10.725
C15:0	Pentadekanoik Asit	11.138
C15:1	Cis 10 Pentadekanoik Asit	11.524
C16:0	Palmitik Asit	11.990
C16:1	Palmitoleik Asit	12.315
C17:0	Heptadekanoik Asit	12.933
C17:1	Cis 10 Heptadekanoik Asit	13.312
C18:0	Stearik Asit	14.001
C18:1t	Elaidik Asit	14.196
C18:1 cis	Oleik Asit	14.337
C18:2t	Linolelaidik Asit	14.610
C18:2t		14.727
C18:2 cis	Linoleik Asit	14.954
C18:3n3	$\gamma$ Linolenik Asit	15.348
C18:3n6	$\alpha$ Linolenik Asit	15.752
C20:0	Araşidik Asit	16.393
C20:1n9	Cis 11 Eikosenoik Asit	16.777
C20:2	Cis 11,14 Eikosadienoik Asit	17.502
C21:0	Heneikosanoik Asit	17.682
C20:3n6	Cis 8, 11, 14 Eikosatrienoik Asit	17.943
C20:4n6	Araşidonik Asit	18.227
C20:3n3	Cis 11,14, 17 eikosatrienoik asit	18.395
C22:0	Behenik Asit	19.023
C20:5	Cis 5, 8, 11, 14,17 Eikosapentaenoik Asit	19.146
C22:1	Erusik Asit	19,453
C22:2	Cis 13,16 dokosadienoik Asit	20.232
C23:0	Trikosanoik Asit	20.363
C24:0	Lignoserik Asit	21.754
C24:1	Nervoik Asit	22.254
C22:6	Cis 4,7,10,13,16, 19 Dokosahekzaenoik Asit (DHA)	22.382

Şekil 3.2.2.2.1’de yağ asitleri metil esterleri standart kromatogramı verilmiştir.



Şekil 3.2.2.2.2. Yağ Asitleri Metil Esterleri Standart Kromotogramı

### **3.2.3. İstatistiksel Analiz**

Araştırmada elde edilen veriler TARIST Genel İstatistik Paket Programı (Sürüm 4.01 Dos) kullanılarak değerlendirilmiştir. Grup ortalamaları arasındaki farklılığın önemli olup olmadığı Varyans Analiz Tekniği (ANOVA) uygulanarak araştırılmıştır. Örneklerin varyans analizleri tesadüf blokları deneme desenine göre Asgari Önemli Fark (LSD) metodu kullanılarak belirlenmiştir (Turan 1998).



#### 4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

##### 4.1. Çiğ ve Sterilize Sütlerin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Çiğ ve sterilize sütlere ait fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları Çizelge 4.1.1.'de verilmektedir.

Çizelge 4.1.1. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütlerin Fiziksel ve Kimyasal Analiz Sonuçları

Örnek	Fiziksel Analizler		Kimyasal Analizler				
	Sıcaklık (°C)	Tat ve Koku	Yağ (g/100 g)	SH	pH	Yağsız Kurumadde (g/100 g)	
Çiğ Süt	A (Aksaray) (n=6)	6.00–8.00 (6.50)	Kendine özgü	3.50–3.70 (3.65)	6.60–6.80 (6.72)	6.74–6.76 (6.75)	10.00–10.20 (10.05)
	B (Çiftlik) (n=6)	9.00–10.00 (9.50)	Kendine özgü	3.80–3.80 (3.80)	6.60–6.70 (6.65)	6.76–6.78 (6.77)	10.00–10.00 (10.00)
	C (Niğde) (n=1)	(8.00)	Kendine özgü	(3.80)	(6.90)	(6.76)	(10.00)
	D (Nevşehir) (n=6)	6.00–8.00 (7.00)	Kendine özgü	3.70–3.90 (3.80)	6.50–6.60 (6.55)	6.76–6.80 (6.78)	9.60–9.80 (9.75)
	E (Kayseri) (n=6)	7.00–7.00 (7.00)	Kendine özgü	3.70–3.80 (3.73)	6.40–6.60 (6.50)	6.78–6.83 (6.80)	9.40–9.80 (9.60)
	F (Mersin) (n=6)	7.00–7.00 (7.00)	Kendine özgü	3.40–4.50 (4.00)	5.70–7.10 (6.50)	6.69–6.81 (6.74)	8.20–9.60 (9.15)
Pastörize Süt (n=6)	21.00–24.00 (22.00)	Kendine özgü	1.50–3.30 (1.88)	6.50–6.60 (6.55)	6.56–6.59 (6.58)	10.40–10.80 (10.60)	
Sterilize Süt (n=6)	21.00–24.00 (22.00)	Kendine özgü	1.50–3.30 (1.88)	6.50–6.60 (6.55)	6.56–6.59 (6.58)	10.40–10.80 (10.60)	

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

#### 4.1.1. Sıcaklık

Sütlerde meydana gelebilecek mikrobiyolojik bozulmaların engellenebilmesi amacıyla çiğ sütler işletmeye frigofirik araçlarla sevk edildiğinde dolayı, çiğ sütlerin laboratuvara geldiği sıcaklık derecesi 6–10°C, sütün işlenmesi sırasında ortamdan ve işleme esnasında uygulanan sıcaklıklardan (pastörizasyon ve sterilizasyon işlemleri) dolayı sterilize sütlerin sıcaklığı ise 21–24°C arasında tespit edilmiştir.

#### 4.1.2. Tat ve Koku

Çizelge 4.1.1’de de görüldüğü gibi işletmeye gelen ve işlenen sütlerin hiçbirinde yabancı tat ve kokuya rastlanmamış, sütün kendine özgü tat ve kokusu tespit edilmiştir.

#### 4.1.3. Yağsız Kurumadde (Briks)

Sütün briksi süte katılan su miktarının belirlenmesinde kullanılmaktadır (Yöney 1965). Uylaşer (1989); yağsız kurumaddenin pek çok besin maddesinde olduğu gibi sütte de önemli bir unsur olduğunu ve sütteki su miktarı ve diğer bileşenlerle orantılı bir şekilde azalacağını ya da çoğalacağını bildirmektedir.

Çizelge 4.1.1’de de görüldüğü gibi işletmeye gelen sütlerdeki yağsız kurumadde değeri 9.4–10.2 arasında değişmektedir. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği’ne (Anonim 2006) göre; çiğ sütteki % yağsız kuru madde miktarı en az % 8.5, TS 1192’ye (Anonim 1978) göre ise % 8 olması gerektiği belirtilmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler, Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği (Anonim 2006) ve TS 1192 (Anonim 1978) ile uyum içerisindedir.

Çizelge 4.1.3.1.’de çiğ sütlerdeki yağsız kurumadde miktarı ile ilgili varyans analiz sonuçları verilmektedir. Çizelgede de görüldüğü üzere, çiğ sütlerdeki yağ oranı arasındaki farklılıkların istatistiksel olarak önemli olmasının, sütün temin edildiği yerlerin ve elde edildiği hayvanların farklı olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

**Çizelge 4.1.3.1. Çiğ Sütlerdeki Yağsız Kurumadde (Briks) Miktarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
<b>Tekerrür</b>	5	0.339	0.068	1.111 ns
<b>Muamele</b>	5	3.582	0.716	11.739 ***
<b>Hata</b>	25	1.526	0.061	
<b>Genel</b>	35	5.448	0.156	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

İşletmede işlenen sütlerdeki yağsız kurumadde miktarını gösteren briks değeri 10.4–10.8 arasında değişmektedir. Sterilize sütlere uygulanan standardizasyon işlemi nedeni ile örnekler arasındaki yağsız kurumadde farklılıklarının istatistiksel anlamda önemli olduğu Çizelge 4.1.4.1’de de görülmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler, literatür verileri ile de uyum göstermektedir.

#### 4.1.4. SH Cinsinden Asitlik

Çizelge 4.1.4.1.1’de de görüldüğü gibi işletmeye gelen sütlerdeki SH cinsinden asitlik 5.7–7.1 arasında değişmektedir. Sütteki SH cinsinden asitliği Yöney (1965) 4.20–12.0, Yaygın (1999) 6.5, Berker (2002) ise 6.7–7.2 SH olarak bildirmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen değerler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Çiğ sütlerdeki SH cinsinden asitlik dereceleri arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli oluşuna sütün geldiği yerlerin farklı olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.1.4.1. Çiğ Sütlerdeki SH Cinsinden Asitliğe İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
<b>Tekkerrür</b>	5	0.628	0.126	1.562 ns
<b>Muamele</b>	5	1.118	0.224	2.781 *
<b>Hata</b>	25	2.010	0.080	
<b>Genel</b>	35	3.756	0.107	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

İşletmede işlenen sütlerdeki SH cinsinden asitlik ise 6.5–6.6 arasında değişmektedir. Sterilize sütlere uygulanan standardizasyon işlemi nedeni ile örnekler arasındaki asitlik dereceleri arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli olduğu Çizelge 4.1.4.1.1’de de görülmektedir.

#### 4.1.5. pH Değeri

İşletmeye gelen sütlerdeki pH değeri 6.69–6.83 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.5.1). İnal (1990), sütün pH değerini 6.3–6.6, Yaygın (1999) 6.5–6.6, Berker (2002) 6.4–6.7 arasında bildirmektedir. Yapılan çalışmada da elde edilen değerler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Çiğ sütlerdeki pH değeri arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli oluşuna sütün temin edildiği yerlerin farklı olmasının neden olduğu düşünülmektedir.

**Çizelge 4.1.5.1. Çiğ Sütlerdeki pH Değerine İlişkin Varyans Analiz Sonuçları**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	0.001	0.000	0.719 ns
Muamele	5	0.014	0.003	7.023 ***
Hata	25	0.010	0.000	
Genel	35	0.025	0.001	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

İşletmede işlenen sütlerdeki pH değeri ise 6.56–6.59 arasında değişmektedir. Sterilize sütlere uygulanan standardizasyon işlemi nedeni ile örnekler arasındaki pH değerleri arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli olduğu Çizelge 4.1.5.1’de de görülmektedir. Elde edilen sonuçlar literatür verileri ile uyum göstermektedir.

#### 4.1.6. Yağ Miktarı

İşletmeye gelen sütlerdeki yağ miktarları % 3.5–4.5 arasında değişmektedir (Çizelge 4.1.6.1). Yöney (1974), sütün yapısına giren en önemli maddelerden birisinin süt yağı olduğunu, süt ve ürünlerinin fiziksel niteliklerinde, aromalarında, besin değerinde

pazarlanmalarında önemli rolü olan bir madde olduğunu ve ortalama % 3.7 oranında süt yağının bulunduğunu bildirmektedir. Griinari ve ark. (2000) inek sütlerindeki yağ miktarını % 3.49, Baumgard ve ark. (2001) % 3.0, Peterson ve ark. (2003) ise % 3.46 olarak bildirmektedir. Elde edilen bulgular literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği'ne (Anonim 2006) göre; çiğ sütteki yağ miktarı en az % 3.5 olması gerektiği belirtilmektedir. Çiğ süt örneklerinde de süt yağı miktarı en az % 3.5 olarak belirlenmiştir ve tebliğ ile uyum içerisindedir.

Yöney (1974) ve Biondi ve ark. (2008); süt hayvanının türü, ırkı, yaşı, beslenmesi, laktasyon devresi, sağım şekli ve hastalıklarının, süt yağının bileşimi ve miktarına geniş ölçüde etki yapacağını bildirmektedir. Çiğ sütlerin yağ oranları arasındaki farkın istatistiksel anlamda önemli oluşunun bu nedenlere bağlı olduğu düşünülmektedir.

#### Çizelge 4.1.6.1. Çiğ Sütlerdeki Yağ Miktarına İlişkin Varyans Analiz Sonuçları

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	0.108	0.022	0.818 ns
Muamele	5	0.401	0.080	3.040 *
Hata	25	0.660	0.026	
Genel	35	1.170	0.033	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

Sütler bilindiği gibi tam yağlı, yarım yağlı ve yağsız süt olarak tüketiciye sunulmaktadır. Söz konusu işletmede de yarım yağlı sütlerin yağ oranı % 1.5–1.8, tam yağlı sütlerin yağ oranı ise % 3.3 olarak tespit edilmiştir. TS 1192'ye (Anonim 1978) göre, sterilize sütlerde süt yağı miktarı yağlı tipte % 3'ten, yarım yağlı tipte % 1.5'tan az olmamalıdır. Elde edilen veriler TS 1192 (Anonim 1978) ile uyum içerisindedir.

#### 4.2. Süt Örneklerindeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi

Yapılan çalışmada içme sütü (UHT) üreten bir işletmeden bir gece boyunca gelen sütlerden ve üretimin çeşitli aşamalarında örnekler alınmış ve bunlardaki trans yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Yağ asitleri polar kolonlarda, zincir uzunluklarına ve polaritelerine

göre ayrılmaktadır. Bu nedenle, gaz kromotogramlarında, trans doymamış yağ asitleri, cis doymamış yağ asitlerinden daha önce elde edilmektedir. Çalışmadan elde edilen kromotogramlarda da trans doymamış yağ asitleri, cis doymamış yağ asitlerinden önce elde edilmiştir. Yağ asidi metil esterlerinden, her bir metil esteri için bir pik elde edilerek yağ asidi metil esteri pikleri toplamı üzerinden % değerler bulunmuştur. Trans yağ asitleri bileşimlerinin yanında diğer yağ asidi bileşimleri de ortaya konulmuştur.

Araştırmada analiz edilen çiğ süt örneklerindeki yağ asitleri değişim düzeyleri ve ortalama değerleri Çizelge 4.2.1’de gösterilmiştir.

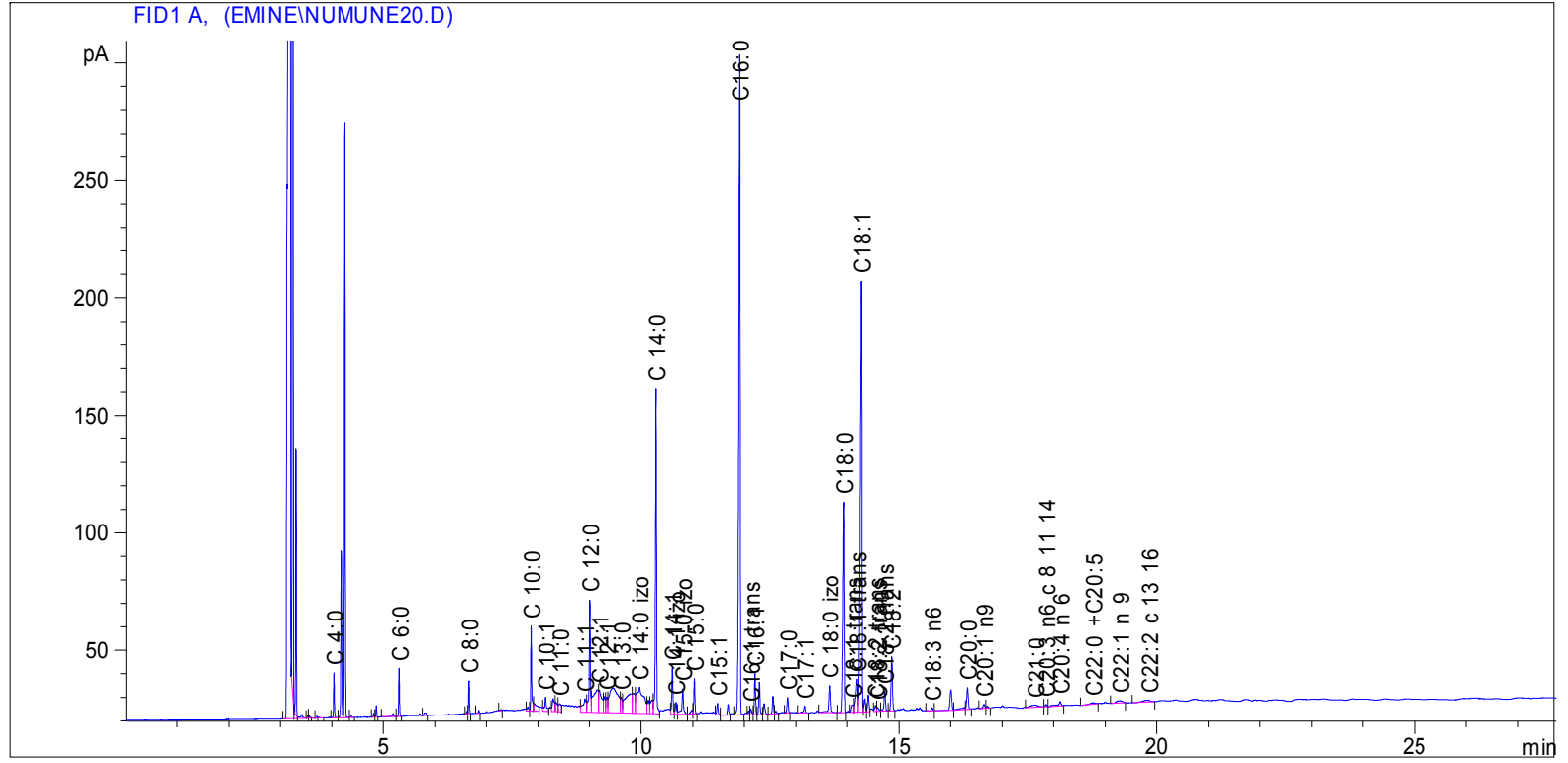
Çiğ, pastörize ve sterilize süt ile 5°C’de ve 20°C’de 1 hafta depolanan sterilize süt örneklerine ait örnek kromotogramlar, sırasıyla Şekil 4.2.1, 4.2.2, 4.2.3, 4.2.4, 4.2.5’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.1. Çiğ Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%)

Yağ Asitleri		Çiğ Sütler					
		A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)
Doymuş	C4:0	0.91–1.57 (1.12)	1.05–1.81 (1.32)	(1.82)	0.36–1.51 (1.14)	0.92–1.86 (1.37)	0.56–1.55 (1.20)
	C6:0	0.92–1.46 (1.14)	0.99–1.28 (1.13)	(1.38)	0.44–1.37 (1.05)	0.77–1.55 (1.13)	0.51–1.28 (0.99)
	C8:0	0.72–1.04 (0.86)	0.59–0.95 (0.79)	(0.92)	0.49–0.97 (0.79)	0.53–1.06 (0.77)	0.38–0.87 (0.70)
	C10:0	1.82–2.36 (2.16)	1.75–3.24 (2.26)	(1.96)	1.63–2.33 (2.02)	1.25–2.48 (1.81)	0.63–1.62 (1.23)
	C11:0	0.00–1.48 (0.39)	0.00–0.34 (0.11)	(0.06)	0.00–0.48 (0.12)	0.00–0.15 (0.09)	0.00–0.28 (0.14)
	C12:0	2.38–3.53 (2.86)	2.15–2.80 (2.43)	(2.84)	2.21–3.28 (2.83)	1.45–2.97 (1.93)	1.05–2.39 (1.76)
	C14:0	11.88–17.44 (14.30)	9.94–14.51 (12.04)	(10.32)	11.04–16.15 (13.27)	12.16–20.69 (16.28)	9.87–15.07 (12.06)
	C15:0	1.61–2.94 (2.29)	1.03–2.60 (1.82)	(2.03)	2.02–3.45 (2.59)	2.14–4.49 (3.01)	1.48–2.07 (1.82)
	C16:0	24.83–30.20 (27.27)	20.39–27.60 (24.30)	(29.74)	24.24–37.02 (28.85)	19.40–32.26 (23.75)	19.93–27.23 (22.55)
	C17:0	0.55–0.76 (0.69)	0.56–0.87 (0.78)	(0.78)	0.76–0.91 (0.83)	0.59–0.87 (0.78)	0.59–0.80 (0.71)
	C18:0	8.04–10.38 (9.42)	6.05 – 11.83 (8.80)	(9.42)	6.94–8.94 (7.94)	6.48–11.88 (7.91)	6.62–9.68 (8.09)
	C20:0	0.31–0.90 (0.58)	0.14–0.85 (0.37)	(0.26)	0.22–0.62 (0.41)	0.00–0.52 (0.30)	0.00–0.58 (0.24)

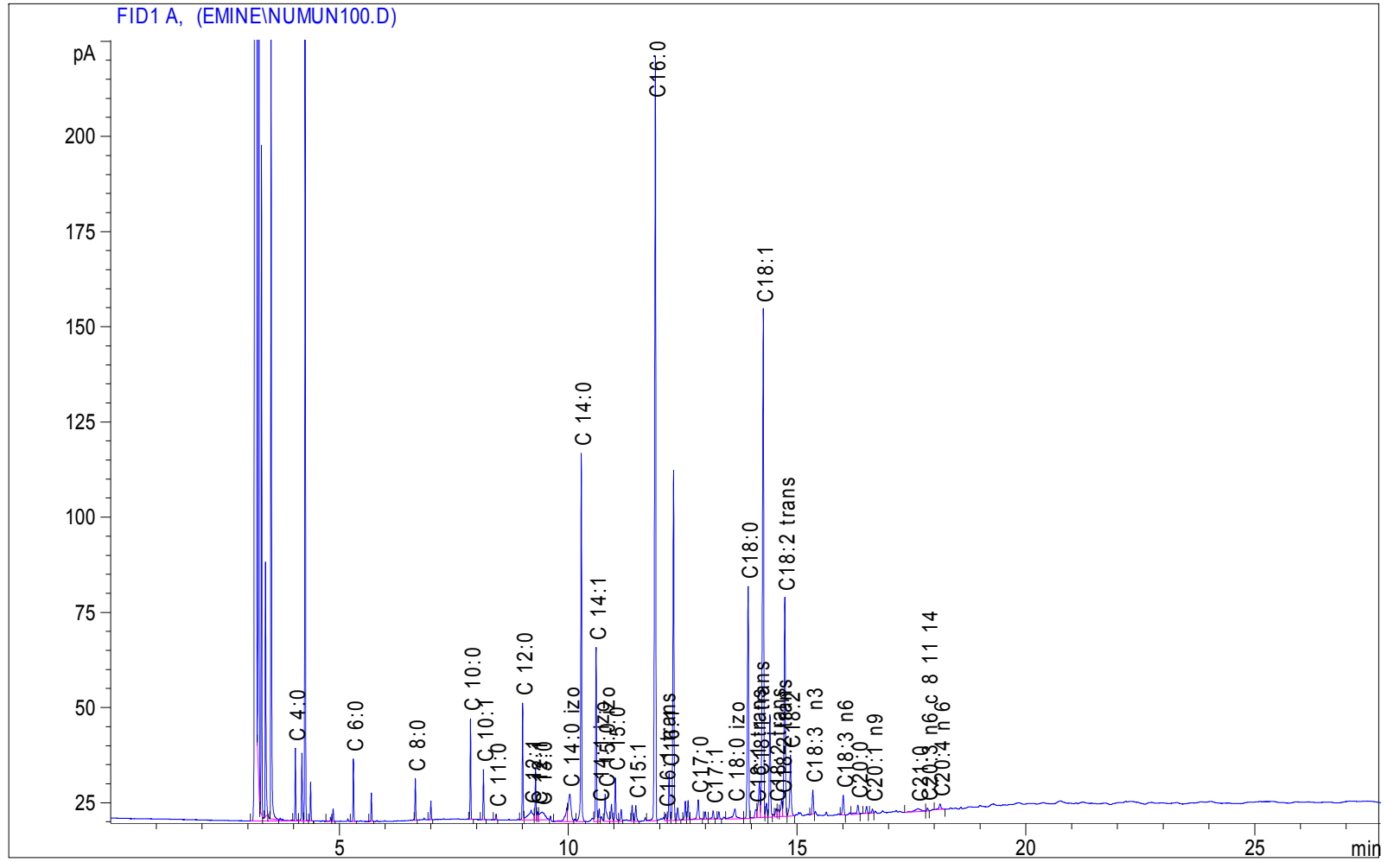
Yağ Asitleri		Çiğ Sütler					
		A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)
Tekli Doymamış	C10:1	0.24–0.75 (0.47)	0.20–1.56 (0.82)	(2.23)	0.29–0.78 (0.49)	0.27–1.40 (1.07)	0.93–2.36 (1.53)
	C12:1	0.85–8.08 (4.22)	0.39–4.13 (1.53)	(0.30)	0.43–1.66 (1.32)	0.40–2.23 (1.02)	0.63–2.61 (1.46)
	C14:1	0.93–2.85 (1.50)	0.83–6.61 (2.67)	(1.68)	1.49–3.83 (2.44)	1.16–8.02 (5.62)	2.70–6.46 (4.88)
	C14:1 izo	0.31–0.45 (0.41)	0.15–1.12 (0.51)	(0.34)	0.21–1.16 (0.53)	0.28–1.15 (0.68)	0.27–1.06 (0.48)
	C15:1	0.38–0.76 (0.55)	0.07–0.61 (0.37)	(0.39)	0.45–0.88 (0.64)	0.49–1.93 (0.86)	0.39–0.59 (0.48)
	C16:1t	0.22–1.43 (0.50)	0.25–1.06 (0.51)	(0.23)	0.23–1.43 (0.77)	0.30–1.06 (0.86)	0.22–1.06 (0.71)
	C:16:1	1.28–3.39 (1.80)	1.27–3.23 (1.91)	(1.65)	1.62–7.51 (3.61)	1.17–1.65 (1.44)	5.18–11.27 (8.70)
	C17:1	0.30–0.37 (0.34)	0.18–0.41 (0.33)	(0.38)	0.19–0.36 (0.33)	0.00–0.39 (0.28)	0.29–0.82 (0.40)
	C18:1t	1.46–2.63 (2.31)	1.21–3.62 (2.22)	(1.41)	1.67–1.87 (1.75)	3.03–4.95 (3.87)	1.81–2.59 (2.22)
	C18:1	16.13–22.93 (19.59)	13.50–27.11 (22.32)	(24.20)	17.06–21.43 (19.46)	11.89–16.15 (14.06)	14.82–19.98 (16.41)
Çoklu Doymamış	C18:2t	0.39–2.93 (1.09)	0.56–3.51 (1.95)	(1.80)	0.32–3.15 (2.20)	0.84–3.69 (1.97)	2.28–3.26 (3.02)
	C18:2	1.70–2.54 (2.13)	2.93–10.35 (6.19)	(2.25)	1.81–5.27 (2.60)	3.36–10.84 (6.86)	3.77–8.37 (5.41)
	C18:3n3	0.00–0.18 (0.08)	0.00–1.30 (0.33)	(0.04)	0.00–0.44 (0.23)	0.00–1.23 (0.42)	0.44–1.51 (0.89)
	C18:3n6	0.07–0.73 (0.23)	0.00–2.49 (0.69)	(0.18)	0.00–0.60 (0.18)	0.00–0.32 (0.18)	0.00–0.72 (0.21)
	C20:4n6	0.31–0.84 (0.53)	0.00–0.50 (0.30)	(0.21)	0.19–0.66 (0.50)	0.00–0.68 (0.43)	0.00–0.62 (0.41)
Trans	C16:1t	0.22–1.43 (0.50)	0.25–1.06 (0.51)	(0.23)	0.23–1.43 (0.77)	0.30–1.06 (0.86)	0.22–1.06 (0.71)
	C18:1t	1.46–2.63 (2.31)	1.21–3.62 (2.22)	(1.41)	1.67–1.87 (1.75)	3.03–4.95 (3.87)	1.81–2.59 (2.22)
	C18:2t	0.39–2.93 (1.09)	0.56–3.51 (1.95)	(1.80)	0.32–3.15 (2.20)	0.84–3.69 (1.97)	2.28–3.26 (3.02)
Toplam	<b>Doymuş</b>	61.75–64.10 (63.10)	51.32–61.93 (55.86)	(61.52)	55.18–66.49 (61.87)	49.87–69.64 (58.75)	47.88–56.57 (51.24)
	<b>Tekli Doymamış</b>	28.94–32.13 (30.44)	30.11–37.05 (32.36)	(32.17)	27.67–33.69 (30.35)	22.07–31.68 (28.62)	32.39–38.85 (36.32)
	<b>Çoklu Doymamış</b>	3.32–5.72 (4.08)	4.56–15.16 (9.45)	(4.48)	3.46–8.82 (5.71)	4.90–16.44 (9.87)	7.88–13.09 (9.94)
	<b>Trans</b>	2.72–4.78 (3.40)	1.53–6.19 (4.28)	(2.86)	2.31–5.94 (4.35)	3.54–8.17 (6.30)	4.73–6.41 (5.76)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

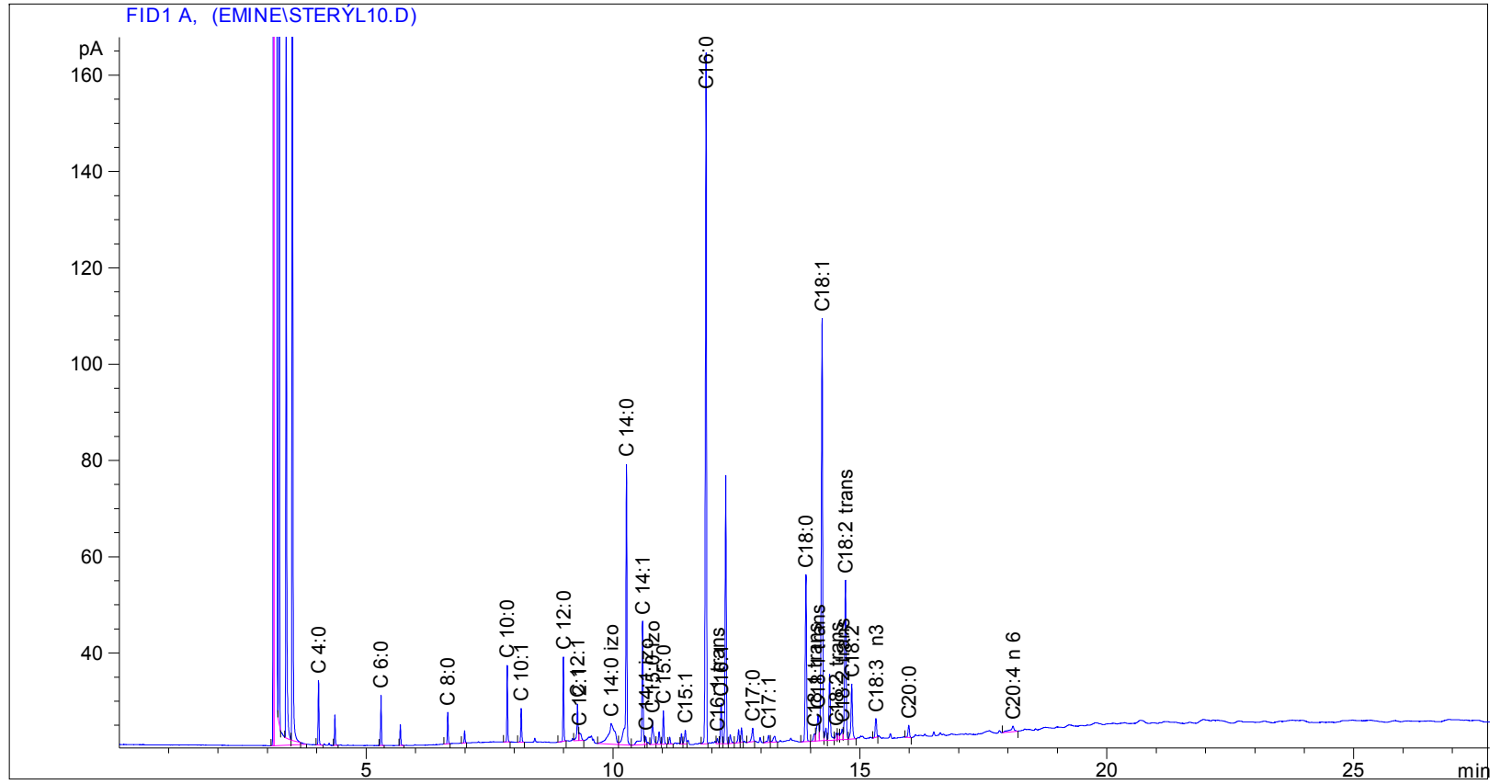


Şekil 4.2.1. Çiğ Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi

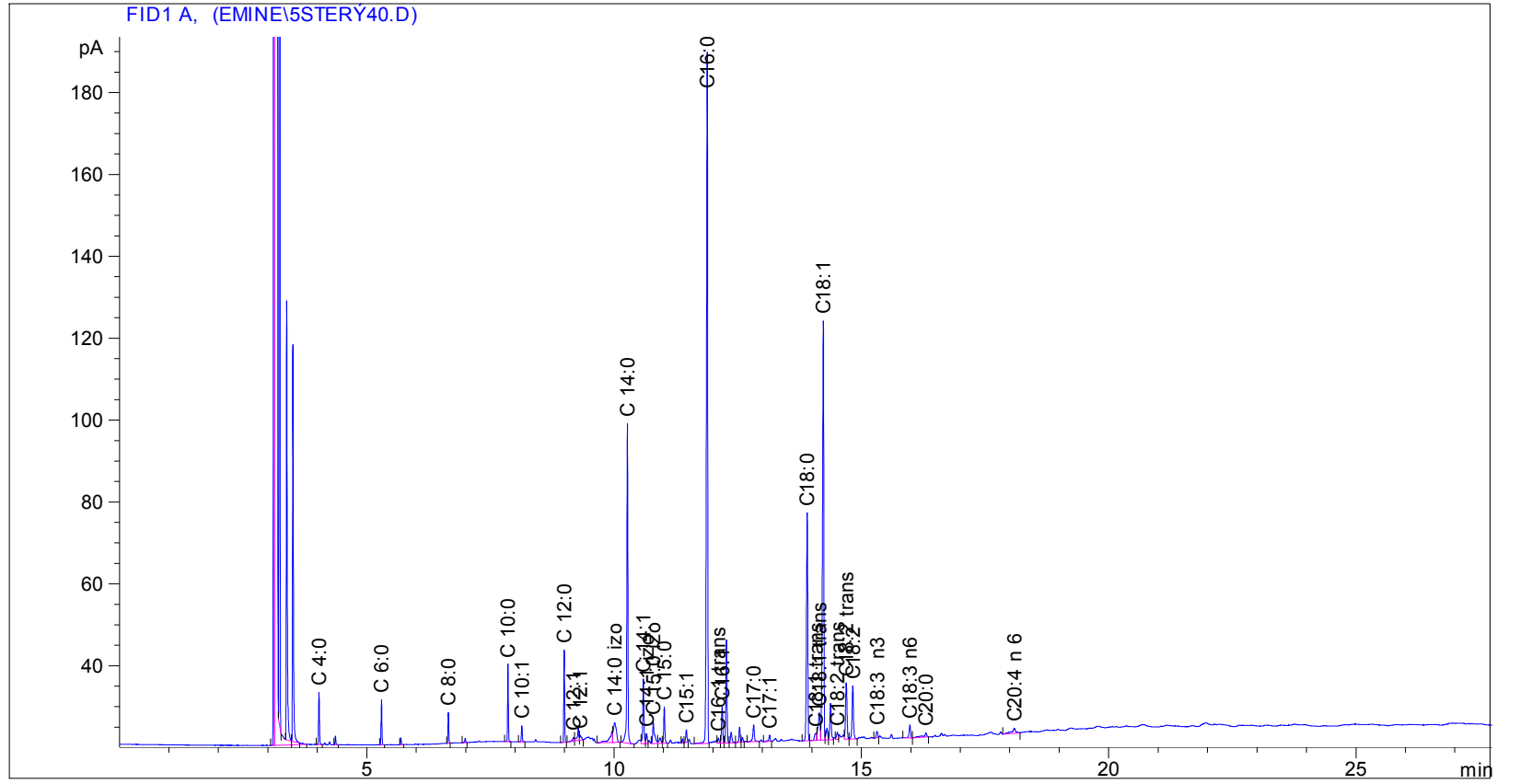




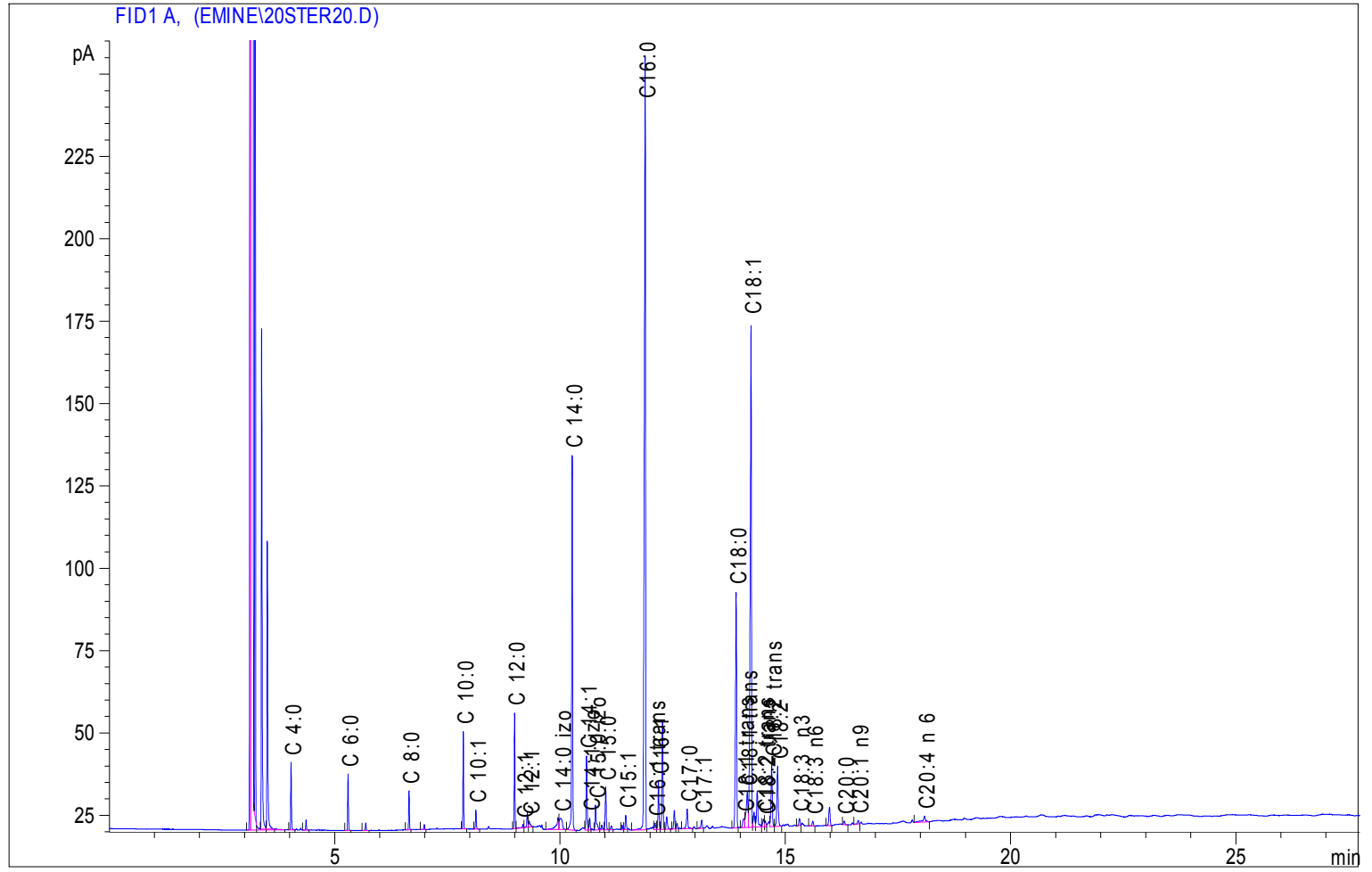
Şekil 4.2.2. Pastörize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi



Şekil 4.2.3. Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi



Şekil 4.2.4. 5°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi



Şekil 4.2.5. 20°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerdeki Yağ Asidi Bileşimlerinin Değerlendirilmesi

Araştırmada analiz edilen sterilize süt örneklerindeki yağ asitleri değişim düzeyleri ve ortalama değerleri Çizelge 4.2.2’de gösterilmiştir.

**Çizelge 4.2.2. Sterilize Süt ile 5°C ve 20°C’de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%)**

Yağ Asitleri		Sterilize Sütler		
		Sterilize Süt (n=6)	5°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)
Doymuş	C4:0	1.03–1.46 (1.21)	1.14–1.88 (1.48)	1.03–1.70 (1.29)
	C6:0	0.84–1.21 (0.99)	0.93–1.44 (1.20)	0.86–1.37 (1.07)
	C8:0	0.57–0.85 (0.68)	0.64–0.96 (0.83)	0.62–0.92 (0.75)
	C10:0	1.35–2.03 (1.62)	1.59–2.26 (2.00)	1.54–2.20 (1.84)
	C11:0	0.09–0.15 (0.12)	0.05–1.14 (0.27)	0.04–0.12 (0.08)
	C12:0	1.61–2.49 (1.95)	1.77–3.30 (2.68)	1.99–2.76 (2.38)
	C14:0	11.21–13.42 (12.21)	9.81–13.20 (12.36)	10.79–19.53 (13.61)
	C15:0	1.93–2.30 (2.13)	1.74–2.96 (2.42)	2.03–3.63 (2.57)
	C16:0	15.90–26.20 (20.62)	16.83–31.37 (24.76)	19.32–29.31 (24.73)
	C17:0	0.59–0.78 (0.70)	0.74–0.97 (0.83)	0.51–1.11 (0.79)
	C18:0	5.10–7.37 (6.18)	5.85–10.98 (8.89)	6.22–8.77 (7.73)
	C20:0	0.06–0.58 (0.45)	0.00–0.48 (0.22)	0.08–0.17 (0.11)
Tekli Doymamış	C10:1	0.23–1.29 (0.94)	0.25–1.38 (0.76)	0.47–0.99 (0.74)
	C12:1	1.09–2.31 (1.71)	0.50–4.49 (1.84)	0.42–3.65 (1.73)
	C14:1	1.25–5.45 (4.36)	0.97–5.78 (3.42)	2.24–4.50 (3.30)
	C14:1 izo	0.23–0.67 (0.34)	0.21–0.58 (0.41)	0.00–1.16 (0.38)
	C15:1	0.40–0.52 (0.44)	0.39–0.85 (0.59)	0.40–1.05 (0.69)
	C16:1t	0.21–1.10 (0.72)	0.12–1.45 (0.61)	0.25–1.26 (0.84)
	C:16:1	8.64–12.92 (10.71)	1.20–4.40 (2.12)	1.51–9.78 (5.22)
	C17:1	0.26–0.55 (0.34)	0.00–0.80 (0.36)	0.00–0.92 (0.42)
	C18:1t	1.59–5.78 (3.68)	2.06–6.97 (3.24)	1.47–3.09 (2.30)
	C18:1	12.23–18.23 (15.02)	14.69–21.92 (18.92)	13.66–21.20 (17.31)
Çoklu Doymamış	C18:2t	0.39–3.29 (2.66)	0.58–3.54 (2.18)	2.16–3.86 (2.90)
	C18:2	5.62–9.91 (7.70)	2.49–10.43 (5.12)	2.40–6.70 (4.60)
	C18:3n3	0.00–1.17 (0.74)	0.00–1.23 (0.44)	0.25–0.80 (0.52)
	C18:3n6	0.00–0.18 (0.06)	0.00–0.60 (0.21)	0.12–0.53 (0.23)
	C20:4n6	0.50–0.70 (0.60)	0.39–1.08 (0.73)	0.22–1.36 (0.70)
Trans	C16:1t	0.21–1.10 (0.72)	0.12–1.45 (0.61)	0.25–1.26 (0.84)
	C18:1t	1.59–5.78 (3.68)	2.06–6.97 (3.24)	1.47–3.09 (2.30)
	C18:2t	0.39–3.29 (2.66)	0.58–3.54 (2.18)	2.16–3.86 (2.90)
<b>Doymuş</b>		33.51–42.49 (38.42)	47.07–66.87 (57.94)	50.17–63.07 (56.91)
<b>Tekli Doymamış</b>		33.51–42.49 (38.42)	28.22–36.43 (32.38)	29.39–36.80 (33.09)
<b>Çoklu Doymamış</b>		6.76–14.74 (11.76)	3.67–15.94 (8.68)	6.52–11.91 (8.96)
<b>Trans</b>		2.50–9.77 (7.07)	3.28–11.67 (6.02)	5.32–7.12 (6.04)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

Analizi yapılan çiğ, pastörize ve sterilize süt ile 5°C ile 20°C’de bir hafta bekletilen sterilize sütlerin doymuş ve doymamış yağ asidi değişim düzeyleri ve ortalama değerleri Çizelge 4.3.4.1.’de verilmiştir.

Çizelge 4.2.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C'de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Yağ Asidi Bileşimleri (%)

Yağ Asitleri	Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanmış Sterilize Süt (n=6)	
	A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)					
Doymuş	C4:0	0.91–1.57 (1.12)	1.05–1.81 (1.32)	(1.82)	0.36–1.51 (1.14)	0.92–1.86 (1.37)	0.56–1.55 (1.20)	0.73–1.56 (1.21)	1.03–1.46 (1.21)	1.14–1.88 (1.48)	1.03–1.70 (1.29)
	C6:0	0.92–1.46 (1.14)	0.99–1.28 (1.13)	(1.38)	0.44–1.37 (1.05)	0.77–1.55 (1.13)	0.51–1.28 (0.99)	0.54–1.27 (1.03)	0.84–1.21 (0.99)	0.93–1.44 (1.20)	0.86–1.37 (1.07)
	C8:0	0.72–1.04 (0.86)	0.59–0.95 (0.79)	(0.92)	0.49–0.97 (0.79)	0.53–1.06 (0.77)	0.38–0.87 (0.70)	0.37–0.91 (1.76)	0.57–0.85 (0.68)	0.64–0.96 (0.83)	0.62–0.92 (0.75)
	C10:0	1.82–2.36 (2.16)	1.75–3.24 (2.26)	(1.96)	1.63–2.33 (2.02)	1.25–2.48 (1.81)	0.63–1.62 (1.23)	0.91–2.29 (1.76)	1.35–2.03 (1.62)	1.59–2.26 (2.00)	1.54–2.20 (1.84)
	C11:0	0.00–1.48 (0.39)	0.00–0.34 (0.11)	(0.06)	0.00–0.48 (0.12)	0.00–0.15 (0.09)	0.00–0.28 (0.14)	0.00–0.64 (0.15)	0.09–0.15 (0.12)	0.05–1.14 (0.27)	0.04–0.12 (0.08)
	C12:0	2.38–3.53 (2.86)	2.15–2.80 (2.43)	(2.84)	2.21–3.28 (2.83)	1.45–2.97 (1.93)	1.05–2.39 (1.76)	0.96–3.12 (2.19)	1.61–2.49 (1.95)	1.77–3.30 (2.68)	1.99–2.76 (2.38)
	C14:0	11.88–17.44 (14.30)	9.94–14.51 (12.04)	(10.32)	11.04–16.15 (13.27)	12.16–20.69 (16.28)	9.87–15.07 (12.06)	10.79–22.00 (14.27)	11.21–13.42 (12.21)	9.81–13.20 (12.36)	10.79–19.53 (13.61)
	C15:0	1.61–2.94 (2.29)	1.03–2.60 (1.82)	(2.03)	2.02–3.45 (2.59)	2.14–4.49 (3.01)	1.48–2.07 (1.82)	1.51–4.07 (2.27)	1.93–2.30 (2.13)	1.74–2.96 (2.42)	2.03–3.63 (2.57)
	C16:0	24.83–30.20 (27.27)	20.39–27.60 (24.30)	(29.74)	24.24–37.02 (28.85)	19.40–32.26 (23.75)	19.93–27.23 (22.55)	14.30–30.56 (23.33)	15.90–26.20 (20.62)	16.83–31.37 (24.76)	19.32–29.31 (24.73)
	C17:0	0.55–0.76 (0.69)	0.56–0.87 (0.78)	(0.78)	0.76–0.91 (0.83)	0.59–0.87 (0.78)	0.59–0.80 (0.71)	0.60–1.41 (0.86)	0.59–0.78 (0.70)	0.74–0.97 (0.83)	0.51–1.11 (0.79)
	C18:0	8.04–10.38 (9.42)	6.05–11.83 (8.80)	(9.42)	6.94–8.94 (7.94)	6.48–11.88 (7.91)	6.62–9.68 (8.09)	5.43–10.69 (7.83)	5.10–7.37 (6.18)	5.85–10.98 (8.89)	6.22–8.77 (7.73)
C20:0	0.31–0.90 (0.58)	0.14–0.85 (0.37)	(0.26)	0.22–0.62 (0.41)	0.00–0.52 (0.30)	0.00–0.58 (0.24)	0.00–0.57 (0.32)	0.06–0.58 (0.45)	0.00–0.48 (0.22)	0.08–0.17 (0.11)	

Yağ Asitleri	Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	
	A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)					
Tekli Doymamış	C10:1	0.24–0.75 (0.47)	0.20–1.56 (0.82)	(2.23)	0.29–0.78 (0.49)	0.27–1.40 (1.07)	0.93–2.36 (1.53)	0.26–1.87 (0.92)	0.23–1.29 (0.94)	0.25–1.38 (0.76)	0.47–0.99 (0.74)
	C12:1	0.85–8.08 (4.22)	0.39–4.13 (1.53)	(0.30)	0.43–1.66 (1.32)	0.40–2.23 (1.02)	0.63–2.61 (1.46)	0.27–2.19 (1.39)	1.09–2.31 (1.71)	0.50–4.49 (1.84)	0.42–3.65 (1.73)
	C14:1	0.93–2.85 (1.50)	0.83–6.61 (2.67)	(1.68)	1.49–3.83 (2.44)	1.16–8.02 (5.62)	2.70–6.46 (4.88)	1.00–9.99 (4.40)	1.25–5.45 (4.36)	0.97–5.78 (3.42)	2.24–4.50 (3.30)
	C14:1 izo	0.31–0.45 (0.41)	0.15–1.12 (0.51)	(0.34)	0.21–1.16 (0.53)	0.28–1.15 (0.68)	0.27–1.06 (0.48)	0.31–1.56 (0.66)	0.23–0.67 (0.34)	0.21–0.58 (0.41)	0.00–1.16 (0.38)
	C15:1	0.38–0.76 (0.55)	0.07–0.61 (0.37)	(0.39)	0.45–0.88 (0.64)	0.49–1.93 (0.86)	0.39–0.59 (0.48)	0.36–1.40 (0.67)	0.40–0.52 (0.44)	0.39–0.85 (0.59)	0.40–1.05 (0.69)
	C16:1t	0.22–1.43 (0.50)	0.25–1.06 (0.51)	(0.23)	0.23–1.43 (0.77)	0.30–1.06 (0.86)	0.22–1.06 (0.71)	0.23–1.07 (0.59)	0.21–1.10 (0.72)	0.12–1.45 (0.61)	0.25–1.26 (0.84)
	C:16:1	1.28–3.39 (1.80)	1.27–3.23 (1.91)	(1.65)	1.62–7.51 (3.61)	1.17–1.65 (1.44)	5.18–11.27 (8.70)	1.34–11.51 (5.42)	8.64–12.92 (10.71)	1.20–4.40 (2.12)	1.51–9.78 (5.22)
	C17:1	0.30–0.37 (0.34)	0.18–0.41 (0.33)	(0.38)	0.19–0.36 (0.33)	0.00–0.39 (0.28)	0.29–0.82 (0.40)	0.00–0.48 (0.31)	0.26–0.55 (0.34)	0.00–0.80 (0.36)	0.00–0.92 (0.42)
	C18:1t	1.46–2.63 (2.31)	1.21–3.62 (2.22)	(1.41)	1.67–1.87 (1.75)	3.03–4.95 (3.87)	1.81–2.59 (2.22)	1.10–2.95 (1.92)	1.59–5.78 (3.68)	2.06–6.97 (3.24)	1.47–3.09 (2.30)
	C18:1	16.13–22.93 (19.59)	13.50–27.11 (22.32)	(24.20)	17.06–21.43 (19.46)	11.89–16.15 (14.06)	14.82–19.98 (16.41)	14.06–25.26 (18.55)	12.23–18.23 (15.02)	14.69–21.92 (18.92)	13.66–21.20 (17.31)
Çoklu Doymamış	C18:2t	0.39–2.93 (1.09)	0.56–3.51 (1.95)	(1.80)	0.32–3.15 (2.20)	0.84–3.69 (1.97)	2.28–3.26 (3.02)	0.52–3.46 (2.07)	0.39–3.29 (2.66)	0.58–3.54 (2.18)	2.16–3.86 (2.90)
	C18:2	1.70–2.54 (2.13)	2.93–10.35 (6.19)	(2.25)	1.81–5.27 (2.60)	3.36–10.84 (6.86)	3.77–8.37 (5.41)	1.13–8.58 (4.89)	5.62–9.91 (7.70)	2.49–10.43 (5.12)	2.40–6.70 (4.60)
	C18:3n3	0.00–0.18 (0.08)	0.00–1.30 (0.33)	(0.04)	0.00–0.44 (0.23)	0.00–1.23 (0.42)	0.44–1.51 (0.89)	0.00–1.46 (0.63)	0.00–1.17 (0.74)	0.00–1.23 (0.44)	0.25–0.80 (0.52)
	C18:3n6	0.07–0.73 (0.23)	0.00–2.49 (0.69)	(0.18)	0.00–0.60 (0.18)	0.00–0.32 (0.18)	0.00–0.72 (0.21)	0.00–0.73 (0.21)	0.00–0.18 (0.06)	0.00–0.60 (0.21)	0.12–0.53 (0.23)
	C20:4n6	0.31–0.84 (0.53)	0.00–0.50 (0.30)	(0.21)	0.19–0.66 (0.50)	0.00–0.68 (0.43)	0.00–0.62 (0.41)	0.00–0.89 (0.35)	0.50–0.70 (0.60)	0.39–1.08 (0.73)	0.22–1.36 (0.70)



Yağ Asitleri		Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)
		A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)				
Trans	C16:1t	0.22–1.43 (0.50)	0.25–1.06 (0.51)	(0.23)	0.23–1.43 (0.77)	0.30–1.06 (0.86)	0.22–1.06 (0.71)	0.23–1.07 (0.59)	0.21–1.10 (0.72)	0.12–1.45 (0.61)	0.25–1.26 (0.84)
	C18:1t	1.46–2.63 (2.31)	1.21–3.62 (2.22)	(1.41)	1.67–1.87 (1.75)	3.03–4.95 (3.87)	1.81–2.59 (2.22)	1.10–2.95 (1.92)	1.59–5.78 (3.68)	2.06–6.97 (3.24)	1.47–3.09 (2.30)
	C18:2t	0.39–2.93 (1.09)	0.56–3.51 (1.95)	(1.80)	0.32–3.15 (2.20)	0.84–3.69 (1.97)	2.28–3.26 (3.02)	0.52–3.46 (2.07)	0.39–3.29 (2.66)	0.58–3.54 (2.18)	2.16–3.86 (2.90)
Doymuş		61.75–64.10 (63.10)	51.32–61.93 (55.86)	(61.52)	55.18–66.49 (61.87)	49.87–69.64 (58.75)	47.88–56.57 (51.24)	48.28–64.30 (55.95)	33.51–42.49 (38.42)	47.07–66.87 (57.94)	50.17–63.07 (56.91)
Tekli Doymamış		28.94–32.13 (30.44)	30.11–37.05 (32.36)	(32.17)	27.67–33.69 (30.35)	22.07–31.68 (28.62)	32.39–38.85 (36.32)	30.41–43.01 (34.91)	33.51–42.49 (38.42)	28.22–36.43 (32.38)	29.39–36.80 (33.09)
Çoklu Doymamış		3.32–5.72 (4.08)	4.56–15.16 (9.45)	(4.48)	3.46–8.82 (5.71)	4.90–16.44 (9.87)	7.88–13.09 (9.94)	3.75–12.99 (8.14)	6.76–14.74 (11.76)	3.67–15.94 (8.68)	6.52–11.91 (8.96)
Trans		2.72–4.78 (3.40)	1.53–6.19 (4.28)	(2.86)	2.31–5.94 (4.35)	3.54–8.17 (6.30)	4.73–6.41 (5.76)	1.85–6.55 (4.57)	2.50–9.77 (7.07)	3.28–11.67 (6.02)	5.32–7.12 (6.04)

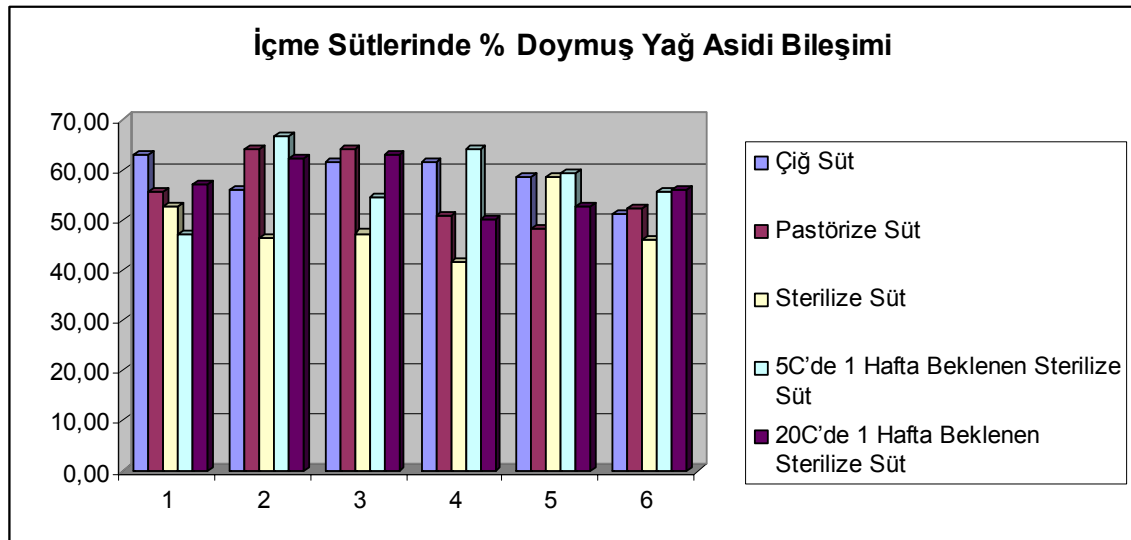
Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

#### 4.2.1. Doymuş Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi

Çizelge 4.2.1.1'de Şekil 4.2.1.1'de içme sütü örneklerine ait doymuş yağ asidi miktarları (%) yer almaktadır.

Çizelge 4.2.1.1. İçme Sütlerindeki Doymuş Yağ Asidi Miktarları (%)

Tekerrür	Çiğ Süt	Pastörize Süt	Sterilize Süt	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt
1	63.10	55.80	52.84	47.07	57.24
2	55.86	64.05	46.31	66.87	62.22
3	61.52	64.30	47.35	54.47	63.07
4	61.70	50.91	41.77	64.12	50.17
5	58.75	48.28	58.73	59.28	52.57
6	51.24	52.34	45.95	55.81	56.18



Şekil 4.2.1.1. İçme Sütlerindeki Doymuş Yağ Asidi Miktarları (%)

A.B.D.'de 19–50 yaş arası yetişkinlerin diyetlerindeki doymuş yağ asitlerinden gelen yüzdesinin % 13.2, 1–5 yaş arası çocuklarda ise % 13.9 olduğu Ncep (1991) tarafından belirtilmektedir. Süt yağının fonksiyonel özellikleri de dikkate alınarak margarine göre sütteki doymuş yağ asidinin faydasının daha fazla olduğu düşünülmektedir.

Yapılan çalışmada doymuş yağ asitleri miktarları çiğ sütlerde % 47.88–69.64, pastörize sütlerde % 48.28–64.30, sterilize sütlerde % 33.51–42.49, 5°C'de 1 hafta

depolanan sütlerde % 47.07–66.87, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 50.17–63.07 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.2.1.2.’de de görüldügü gibi yapılan istatistiksel analizde örnekler içme sütlerinde üretim aştamalarında, doymuşt yağ asidi bileşimleri arasındaki fark, önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

Noakes ve Nestel (1994); tereyağındaki doymuşt ve trans yağ asidi miktarları toplamını % 63, Piperova ve ark. (2000) ise süt yağındaki toplam doymuşt yağ asidi miktarını % 50.4–68.1 olarak bildirmektedirler. Yapılan çalışmada da toplam doymuşt yağ asidi miktarları % 33.51–64.30, trans yağ asidi bileşimi ise % 2.31–11.67 olarak bulunmuştur. Buna göre elde edilen veriler literatür çalışmaları ile uyumludur.

**Çizelge 4.2.1.2. İçme Sütlerindeki retim Aştamalarının Doymuşt Yağ Asidi Miktarları zerine Etkileri**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	164.638	32.928	0.897 ns
Muamele	4	376.513	94.128	2.564 ns
Hata	20	734.294	36.715	
Genel	29	1275.445	43.981	

ns : nemsiz

\* : nemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : nemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : nemli % 0.1 alfa seviyesinde

Çizelge 4.2.1.3.’de analizi yapılan çiğ, pastörize ve sterilize süt ile 5°C ve 20°C’de bir hafta depolanmış sterilize sütlerin % doymuşt yağ asidi bileşimleri görülmektedir.

Çizelge 4.2.1.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C'de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Doymuş Yağ Asidi Bileşimleri (%)

Yağ Asitleri	Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	
	A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)					
Doymuş	C4:0	0.91-1.57 (1.12)	1.05-1.81 (1.32)	(1.82)	0.36e-1.51 (1.14)	0.92-1.86 (1.37)	0.56-1.55 (1.20)	0,73-1.56 (1.21)	1.03-1.46 (1.21)	1.14-1.88 (1.48)	1.03-1.70 (1.29)
	C6:0	0.92-1.46 (1.14)	0.99-1.28 (1.13)	(1.38)	0.44-1.37 (1.05)	0.77-1.55 (1.13)	0.51-1.28 (0.99)	0,54-1.27 (1.03)	0.84-1.21 (0.99)	0.93-1.44 (1.20)	0.86-1.37 (1.07)
	C8:0	0.72-1.04 (0.86)	0.59-0.95 (0.79)	(0.92)	0.49-0.97 (0.79)	0.53-1.06 (0.77)	0.38-0.87 (0.70)	0.37-0.91 (1.76)	0.57-0.85 (0.68)	0.64-0.96 (0.83)	0.62-0.92 (0.75)
	C10:0	1.82-2.36 (2.16)	1.75-3.24 (2.26)	(1.96)	1.63-2.33 (2.02)	1.25-2.48 (1.81)	0.63-1.62 (1.23)	0.91-2.29 (1.76)	1.35-2.03 (1.62)	1.59-2.26 (2.00)	1.54-2.20 (1.84)
	C11:0	0.00-1.48 (0.39)	0.00-0.34 (0.11)	(0.06)	0.00-0.48 (0.12)	0.00-0.15 (0.09)	0.00-0.28 (0.14)	0.00-0.64 (0.15)	0.09-0.15 (0.12)	0.05-1.14 (0.27)	0.04-0.12 (0.08)
	C12:0	2.38-3.53 (2.86)	2.15-2.80 (2.43)	(2.84)	2.21-3.28 (2.83)	1.45-2.97 (1.93)	1.05-2.39 (1.76)	0.96-3.12 (2.19)	1.61-2.49 (1.95)	1.77-3.30 (2.68)	1.99-2.76 (2.38)
	C14:0	11.88-17.44 (14.30)	9.94-14.51 (12.04)	(10.32)	11.04-16.15 (13.27)	12.16-20.69 (16.28)	9.87-15.07 (12.06)	10.79-22.00 (14.27)	11.21-13.42 (12.21)	9.81-13.20 (12.36)	10.79-19.53 (13.61)
	C15:0	1.61-2.94 (2.29)	1.03-2.60 (1.82)	(2.03)	2.02-3.45 (2.59)	2.14-4.49 (3.01)	1.48-2.07 (1.82)	1.51-4.07 (2.27)	1.93-2.30 (2.13)	1.74-2.96 (2.42)	2.03-3.63 (2.57)
	C16:0	24.83-30.20 (27.27)	20.39-27.60 (24.30)	(29.74)	24.24-37.02 (28.85)	19.40-32.26 (23.75)	19.93-27.23 (22.55)	14.30-30.56 (23.33)	15.90-26.20 (20.62)	16.83-31.37 (24.76)	19.32-29.31 (24.73)
	C17:0	0.55-0.76 (0.69)	0.56-0.87 (0.78)	(0.78)	0.76-0.91 (0.83)	0.59-0.87 (0.78)	0.59-0.80 (0.71)	0.60-1.41 (0.86)	0.59-0.78 (0.70)	0.74-0.97 (0.83)	0.51-1.11 (0.79)
	C18:0	8.04-10.38 (9.42)	6.05-11.83 (8.80)	(9.42)	6.94-8.94 (7.94)	6.48-11.88 (7.91)	6.62-9.68 (8.09)	5.43-10.69 (7.83)	5.10-7.37 (6.18)	5.85-10.98 (8.89)	6.22-8.77 (7.73)
	C20:0	0.31-0.90 (0.58)	0.14-0.85 (0.37)	(0.26)	0.22-0.62 (0.41)	0.00-0.52 (0.30)	0.00-0.58 (0.24)	0.00-0.57 (0.32)	0.06-0.58 (0.45)	0.00-0.48 (0.22)	0.08-0.17 (0.11)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

Yazıcıoğlu (1988); tereyağında bulunan başlıca doymuş yağ asitlerinin bütirik, kaproik, kaprilik, kaprik, laurik, miristik, palmitik, stearik ve 18 karbonludan yüksek yağ asitleri olduğunu ve tereyağındaki yağ asidi miktarının yaklaşık % 70'inin doymuş yağ asidi olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Bütirik asit (C4:0), doğada sadece süt yağında bulunan doymuş yağ asididir. Sütün aromasının oluşumunda büyük rolü olan bütirik asit (C4:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.36–1.86, pastörize sütlerde % 0.73–1.56, sterilize sütlerde % 1.03–1.46, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.14–1.88, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.03–1.70 olarak bulunmuştur. Wonsil ve ark. (1994), yaptıkları bir araştırmada inek sütlerindeki C4:0 yağ asidi miktarını % 2.4–2.9, Piperova ve ark. (2000) % 3.2–3.8, Griinari ve ark. (2000) % 5.05–5.61, Baumgard ve ark. (2001) % 5.39–8.00 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler literatür verilerinden düşük bulunmuştur. İnek sütündeki yağ asidi bileşiminin hayvanın ırkı, yaşı, mevsim ve iklim özellikleri, yem vb. gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiği ve bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaproik asit (C6:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.44–1.55, pastörize sütlerde % 0.54–1.27, sterilize sütlerde % 0.84–1.21, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.93–1.44, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.86–1.37 olarak bulunmuştur. Wonsil ve ark. (1994) inek sütlerindeki C6:0 yağ asidi miktarını % 1.7–1.8, Piperova ve ark. (2000) % 1.4–2.3, Griinari ve ark. (2000) % 2.53–2.60, Baumgard ve ark. (2001) % 1.34–2.23, Peterson ve ark. (2003) ise % 1.94 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler, literatür verilerinden düşük bulunmuştur. İnek sütündeki yağ asidi bileşiminin hayvanın ırkı, yaşı, mevsim ve iklim özellikleri, yem vb. gibi çok çeşitli faktörlere bağlı olarak değiştiği ve bu nedenlerden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kaprilik asit (C8:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.38–1.06, pastörize sütlerde % 0.37–0.91, sterilize sütlerde % 0.57–0.85, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.64–0.96, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.62–0.92 olarak bulunmuştur. Piperova ve ark. (2000) inek sütlerindeki C8:0 yağ asidi miktarını % 0.9–1.6, Griinari ve ark. (2000) % 1.29–1.33, Baumgard ve ark. (2001) % 0.55–1.09, Peterson ve ark. (2003)

ise % 1.03 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Kaprik asit (C10:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.63–3.24, pastörize sütlerde % 0.91–2.29, sterilize sütlerde % 1.35–2.03, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.59–2.26, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.54–2.20 olarak bulunmuştur. Wonsil ve ark. (1994) inek sütlerindeki C10:0 yağ asidi miktarını % 1.9–2.8, Piperova ve ark. (2000) % 2.4–3.5, Griinari ve ark. (2000) % 2.49–2.66, Baumgard ve ark. (2001) % 1.24–2.34, Peterson ve ark. (2003) ise % 2.16 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Laurik asit (C12:0) miktarları çiğ sütlerde % 1.05–3.53, pastörize sütlerde % 0.96–3.12, sterilize sütlerde % 1.61–2.49, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.77–3.30, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.99–2.76 olarak bulunmuştur. Wonsil ve ark. (1994), inek sütlerindeki C12:0 yağ asidi miktarını % 2.6–4.2, O’Shea ve ark. (2000) % 4.00–4.66, Piperova ve ark. (2000) % 3.2–4.2, Griinari ve ark. (2000) % 2.63–2.84, Baumgard ve ark. (2001) % 1.93–2.67, Peterson ve ark. (2003) % 2.31 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler O’Shea ve ark. (2000)’den düşük olmakla birlikte diğer literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Miristik asit (C14:0) miktarları çiğ sütlerde % 9.87–20.69, pastörize sütlerde % 10.79–22.00, sterilize sütlerde % 11.21–13.42, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 9.81–13.20, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 10.79–19.53 olarak bulunmuştur. Wonsil ve ark. (1994) inek sütlerindeki C14:0 yağ asidi miktarını % 9.6–13.8, Gündüç (1995) % 11.40–12.60, Griinari ve ark. (2000) % 9.10–10.49, O’Shea ve ark. (2000) % 12.20–15.68, Piperova ve ark. (2000) % 9.3–12.0, Baumgard ve ark. (2001) % 8.72–9.62, Peterson ve ark. (2003) ise % 8.78 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler Wonsil ve ark. (1994), Gündüç (1995), Griinari ve ark. (2000), O’Shea ve ark. (2000) ve Piperova ve ark. (2000)’in verileri ile uyum gösterirken, Baumgard ve ark. (2001) ile Peterson ve ark. (2003)’ün verilerine göre daha yüksek bulunmuştur.

Hayes (2002), C12:0 ve C14:0 yağ asitlerinin fazla miktarda tüketilmesi LDL kolesterol seviyesini yükselttiğini bildirmektedir.

Pentadekanoik asit (C15:0) miktarları çiğ sütlerde % 1.03–4.49, pastörize sütlerde % 1.51–4.07, sterilize sütlerde % 1.93–2.30, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.74–2.96, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.03–3.63 olarak bulunmuştur. Griinari ve ark. (2000) inek sütlerindeki C15:0 yağ asidi miktarını % 0.88–0.98, O’Shea ve ark. (2000) % 0.82–0.98, Baumgard ve ark. (2001) % 0.99–1.10, Peterson ve ark. (2003) ise % 0.86 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verilerinden yüksek bulunmuştur.

Palmitik asit (C16:0) miktarları çiğ sütlerde % 19.40–32.26, pastörize sütlerde % 14.30–30.56, sterilize sütlerde % 15.90–26.20, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 16.83–31.37, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 19.32–29.31 olarak bulunmuştur. Smith ve ark. (1978) inek sütlerindeki C16:0 yağ asidi miktarını % 27.20–28.10, Wonsil ve ark. (1994) % 24.3–35.2, Gündüç (1995) % 30.30–33.50, Griinari ve ark. (2000) % 27.74–30.51, Piperova ve ark. (2000) % 21.3–30.7, O’Shea ve ark. (2000) % 27.20–32.65, Baumgard ve ark. (2001) % 23.21–25.00, Peterson ve ark. (2003) ise % 27.22 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Heptadekanoik asit (C17:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.55–0.91, pastörize sütlerde % 0.60–1.41, sterilize sütlerde % 0.59–0.78, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.74–0.97, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.51–1.11 olarak bulunmuştur. Griinari ve ark. (2000) inek sütlerindeki C17:0 yağ asidi miktarını % 0.51–0.52, O’Shea ve ark. (2000) % 0.74–0.82, Baumgard ve ark. (2001) % 0.48–0.67, Peterson ve ark. (2003) ise % 0.51 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Stearik asit (C18:0) miktarları çiğ sütlerde % 6.05–11.88, pastörize sütlerde % 5.43–10.69, sterilize sütlerde % 5.10–7.37, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 5.85–10.98, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 6.22–8.77 olarak bulunmuştur. Smith ve ark. (1978) inek sütlerindeki C18:0 yağ asidi miktarını % 9.70–10.50, Wonsil ve ark. (1994) % 13.4–18.5, Gündüç (1995) % 9.90–13.60, Griinari ve ark. (2000) % 11.40–19.08, O’Shea ve ark. (2000) % 12.83–17.46, Piperova ve ark. (2000) % 8.8–9.7, Baumgard ve

ark. (2001) % 10.81–18.23, Peterson ve ark. (2003) ise % 12.08 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Araşidik asit (C20:0) miktarları çiğ sütlerde % 0.00–0.90, pastörize sütlerde % 0.00–0.57, sterilize sütlerde % 0.06–0.58, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.00–0.48, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.08–0.17 olarak bulunmuştur. Baumgard ve ark. (2001) C20:0 yağ asidi miktarını % 0.09–0.14, Peterson ve ark. (2003) ise % 0.05 olarak bildirmektedirler. Dionisi ve ark. (2002) ise yaptıkları bir çalışmada sütteki C20:0 yağ asidi miktarını Danimarka’da % 0.19–0.24, Hollanda’da ise % 0.17–0.18 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

#### 4.2.2. Tekli Doymamış Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi

Sütte tekli doymamış yağ asitleri önemli olup toplam monoen fraksiyonunun % 21’ini oluşturmaktadır (Kayahan 2003). Tekli doymamış yağ asitlerinin plazma kolesterol değerlerine yaptıkları etkinin nötr olduğu düşünülmektedir (Gündüç 1995). Ncep (1991)’e göre, Amerikan diyetinde tekli doymamış yağ asitlerinin ortalama alımı enerjinin % 14–16’sıdır. Erkkila ve ark. (2008), tekli doymamış yağ asidi tüketiminin kalp hastalığı riskini azalttığını bildirmektedirler.

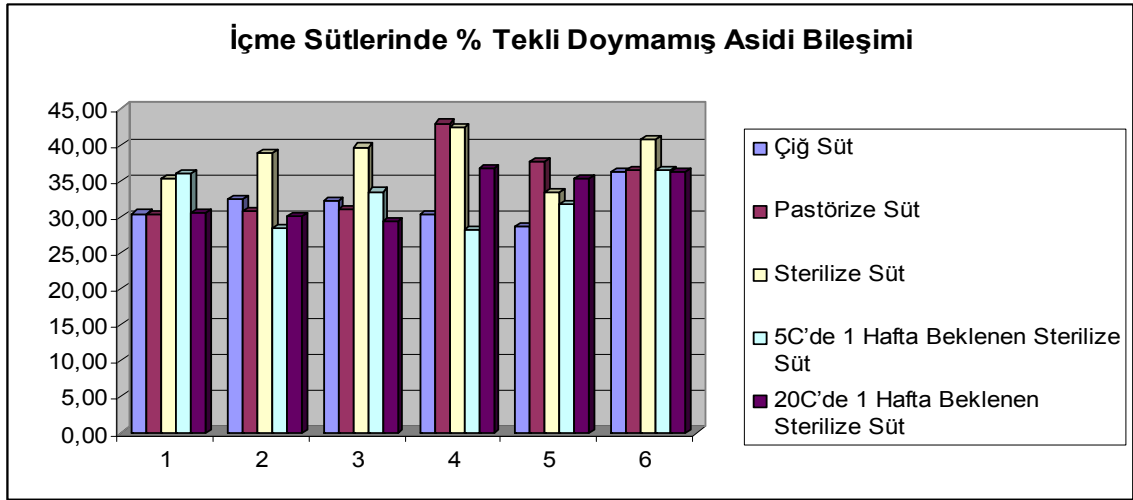
Webb ve O’Neill (2008), tekli ve çoklu doymamış yağ asidi tüketiminin orta yaşlı erkeklerde kardiyovasküler kalp hastalığını önlediğini bildirmektedirler. Bu durum sütün beslenmemizdeki önemini daha da arttırmaktadır.

Çizelge 4.2.2.1’de ve Şekil 4.2.2.1’de içme sütlerine ait tekli doymamış yağ asitleri miktarları % bileşimi verilmektedir.

**Çizelge 4.2.2.1. İçme Sütlerinde Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%)**

Tekerrür	Çiğ Süt	Pastörize Süt	Sterilize Süt	5°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt	20°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt
1	30.44	30.41	35.33	35.99	30.64
2	32.36	30.83	38.80	28.46	30.07
3	32.17	30.94	39.68	33.52	29.39
4	30.35	43.01	42.49	28.22	36.80
5	28.62	37.73	33.51	31.66	35.31
6	36.32	36.55	40.70	36.43	36.30





**Şekil 4.2.2.1. İçme Sütlerindeki Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%)**

Tekli doymamış yağ asitleri miktarları çiğ sütlerde % 28.62–36.32, pastörize sütlerde % 30.41–43.01, sterilize sütlerde % 33.51–42.49, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 28.22–36.43, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 29.39–36.80 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.2.2.2.'de de görüldüğü gibi yapılan istatistiksel analizde örnekler arasındaki fark, önemsiz bulunmuştur ( $p < 0.05$ ).

**Çizelge 4.2.2.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Tekli Doymamış Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	110.484	22.097	1.903 ns
Muamele	4	174.045	43.511	3.748 ns
Hata	20	232.207	11.610	
Genel	29	516.737	17.819	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

Wijesundera ve ark. (2001) yapmış oldukları bir çalışmada inek sütlerindeki tekli doymamış yağ asidi miktarını % 24.74–30.36 arasında tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler de bu değerler içerisinde bulunmaktadır. Çizelge 4.2.2.3.'de analizi yapılan çiğ, pastörize ve sterilize sütler ile 5°C ve 20°C'de bir hafta depolanmış sterilize sütlerin % tekli doymamış yağ asidi bileşimleri görülmektedir.

**Çizelge 4.2.2.3 Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C'de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Tekli Doymamış Yağ Asidi Bileşimleri (%)**

Yağ Asitleri	Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	
	A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)					
Tekli Doymamış	C10:1	0.24–0.75 (0.47)	0.20–1.56 (0.82)	(2.23)	0.29–0.78 (0.49)	0.27–1.40 (1.07)	0.93–2.36 (1.53)	0.26–1.87 (0.92)	0.23–1.29 (0.94)	0.25–1.38 (0.76)	0.47–0.99 (0.74)
	C12:1	0.85–8.08 (4.22)	0.39–4.13 (1.53)	(0.30)	0.43–1.66 (1.32)	0.40–2.23 (1.02)	0.63–2.61 (1.46)	0.27–2.19 (1.39)	1.09–2.31 (1.71)	0.50–4.49 (1.84)	0.42–3.65 (1.73)
	C14:1	0.93–2.85 (1.50)	0.83–6.61 (2.67)	(1.68)	1.49–3.83 (2.44)	1.16–8.02 (5.62)	2.70–6.46 (4.88)	1.00–9.99 (4.40)	1.25–5.45 (4.36)	0.97–5.78 (3.42)	2.24–4.50 (3.30)
	C14:1 izo	0.31–0.45 (0.41)	0.15–1.12 (0.51)	(0.34)	0.21–1.16 (0.53)	0.28–1.15 (0.68)	0.27–1.06 (0.48)	0.31–1.56 (0.66)	0.23–0.67 (0.34)	0.21–0.58 (0.41)	0.00–1.16 (0.38)
	C15:1	0.38–0.76 (0.55)	0.07–0.61 (0.37)	(0.39)	0.45–0.88 (0.64)	0.49–1.93 (0.86)	0.39–0.59 (0.48)	0.36–1.40 (0.67)	0.40–0.52 (0.44)	0.39–0.85 (0.59)	0.40–1.05 (0.69)
	C16:1t	0.22–1.43 (0.50)	0.25–1.06 (0.51)	(0.23)	0.23–1.43 (0.77)	0.30–1.06 (0.86)	0.22–1.06 (0.71)	0.23–1.07 (0.59)	0.21–1.10 (0.72)	0.12–1.45 (0.61)	0.25–1.26 (0.84)
	C:16:1	1.28–3.39 (1.80)	1.27–3.23 (1.91)	(1.65)	1.62–7.51 (3.61)	1.17–1.65 (1.44)	5.18–11.27 (8.70)	1.34–11.51 (5.42)	8.64–12.92 (10.71)	1.20–4.40 (2.12)	1.51–9.78 (5.22)
	C17:1	0.30–0.37 (0.34)	0.18–0.41 (0.33)	(0.38)	0.19–0.36 (0.33)	0.00–0.39 (0.28)	0.29–0.82 (0.40)	0.00–0.48 (0.31)	0.26–0.55 (0.34)	0.00–0.80 (0.36)	0.00–0.92 (0.42)
	C18:1t	1.46–2.63 (2.31)	1.21–3.62 (2.22)	(1.41)	1.67–1.87 (1.75)	3.03–4.95 (3.87)	1.81–2.59 (2.22)	1.10–2.95 (1.92)	1.59–5.78 (3.68)	2.06–6.97 (3.24)	1.47–3.09 (2.30)
	C18:1	16.13–22.93 (19.59)	13.50–27.11 (22.32)	(24.20)	17.06–21.43 (19.46)	11.89–16.15 (14.06)	14.82–19.98 (16.41)	14.06–25.26 (18.55)	12.23–18.23 (15.02)	14.69–21.92 (18.92)	13.66–21.20 (17.31)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

Kaprikoleik asit (C10:1) miktarları çiğ sütlerde % 0.20–2.36, pastörize sütlerde % 0.26–1.87, sterilize sütlerde % 0.23–1.29, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.25–1.38, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.47–0.99 olarak bulunmuştur.

Lauroleik asit (C12:1) miktarları çiğ sütlerde % 0.30–8.08, pastörize sütlerde % 0.27–2.19, sterilize sütlerde % 1.09–2.31, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.50–4.49, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.42–3.65 olarak bulunmuştur. O’Shea ve ark. (2000) inek sütlerindeki C12:1 yağ asidi miktarını % 0.18–0.24 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler O’Shea ve ark. (2000)’in verilerinden daha yüksek bulunmuştur.

Miristoleik asit (C14:1) miktarları çiğ sütlerde % 0.83–8.02, pastörize sütlerde % 1.00–9.99, sterilize sütlerde % 1.25–5.45, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.97–5.78, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.24–4.50 olarak bulunmuştur. Griinari ve ark. (2000) inek sütlerindeki C14:1 yağ asidi miktarını % 0.22–0.79, O’Shea ve ark. (2000) % 0.94–1.28, Piperova ve ark. (2000) % 1.0, Baumgard ve ark. (2001) ise % 0.58–0.85 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler, literatür verileri içerisinde ve daha yüksek miktarlarda bulunmuştur.

cis-10 pentadekanoik asit (C15:1) miktarları çiğ sütlerde % 0.07–1.93, pastörize sütlerde % 0.36–1.40, sterilize sütlerde % 0.40–0.52, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.39–0.85, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.40–1.05 olarak bulunmuştur.

Palmitoleik asit (C16:1) miktarları çiğ sütlerde % 1.17–11.27, pastörize sütlerde % 1.34–11.51, sterilize sütlerde % 8.64–12.92, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.20–4.40, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.51–9.78 olarak bulunmuştur. İnek sütlerindeki C16:1 yağ asidi miktarını Griinari ve ark. (2000), % 0.48–1.25; O’Shea ve ark. (2000), % 1.21–2.27; Piperova ve ark. (2000), % 1.0–2.1; Baumgard ve ark. (2001), % 1.08–1.40; Peterson ve ark. (2003), % 1.45 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler, literatür verileri içerisinde ve üzerinde tespit edilmiştir.

cis-10-heptadekanoik asit (C17:1) miktarları çiğ sütlerde % 0.00–0.82, pastörize sütlerde % 0.00–0.48, sterilize sütlerde % 0.26–0.55, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde

% 0.00–0.80, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.00–0.92 olarak bulunmuştur. Baumgard ve ark. (2001) inek sütlerindeki C17:1 yağ asidi miktarını % 0.48–0.67 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Oleik asit (C18:1) miktarları çiğ sütlerde % 13.50–27.11, pastörize sütlerde % 14.06–25.26, sterilize sütlerde % 12.23–18.23, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 14.69–21.92, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 13.66–21.20 olarak bulunmuştur. Smith ve ark. (1978) inek sütlerindeki C18:1 yağ asidi miktarını % 22.00–22.50, Wonsil ve ark. (1994) % 19.1–31.1, Gündüç (1995) % 20.90–23.70, Griinari ve ark. (2000) % 12.25–22.06, O’Shea ve ark. (2000) % 19.68–28.39, Peterson ve ark. (2003) ise % 26.60 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Oleik asit (C18:1), vücutta iyi huylu kolesterol olarak bilinen HDL’in sentezinde rol oynaması nedeniyle koroner kalp hastalığı riskini düşürmesi bakımından önemlidir (Birand 1990, Erkkila ve ark. 2008). Wahle ve Heys (2002), yüksek düzeyde oleik asit tüketen Alaska’lılarda ve Eskimolarda göğüs ve prostat kanserinin düşük olduğunu bildirmektedirler. Bu da süt yağı tüketiminin önemini arttırmaktadır. Türkiye orijinli tereyağlarında Oysun ve Hışıl (1997) tarafından yapılan bir araştırmada elaidik asit (C18:1n9t) oranlarının değişimini % 0–11.80 olarak bildirmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen veriler bu araştırmadan daha yüksek elde edilmiştir.

Yöney (1965), süt yağındaki bütün yağ asitlerinin 1/3’n, yani % 32.4’n oleik asidin oluşturduğunu belirtmektedir. Elde edilen veriler, Yöney (1965)’den daha düşük bulunmuştur.

#### **4.2.3. Çoklu Doymamış Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi**

Beslenmede de önemli olan çoklu doymamış yağ asitleri; oleik, palmitoleik, linoleik ve linolenik asittir. Oleik asit vücutta iyi huylu kolesterol olarak bilinen HDL’in sentezinde rol oynamaktadır. Oleik ve palmitoleik asitler, insan vücudu tarafından sentezlenebildiği halde, linoleik ve linolenik asitler vücutta sentez edilemez ve hazır olarak dışarıdan alınma zorunluluğu bulunmaktadır. Günümüzde kesin olarak bilinen, normal insan diyetinin kalori ihtiyaının % 4’ünün linoleik asit ve % 1’inin linolenik asit ile karşılanması gerektiğidir

(Birand 1990). Bu sebeplerle süt yağının insan beslenmesindeki 6neminin büyük olduğu g6rlmektedir.

Lee ve ark. (2008), çoklu doymamış yağ asidi tüketiminin kandaki yağ bileşimini iyileştirdiğini, kan basıncını düşürdüğünü, insülin direncini iyileştirdiğini, iltihap oluşturan etkenleri azalttığını ve metabolik sendrom rahatsızlığını engellediğini bildirmektedirler. Bu da süt tüketiminin beslenmemizdeki 6neminin arttırmaktadır.

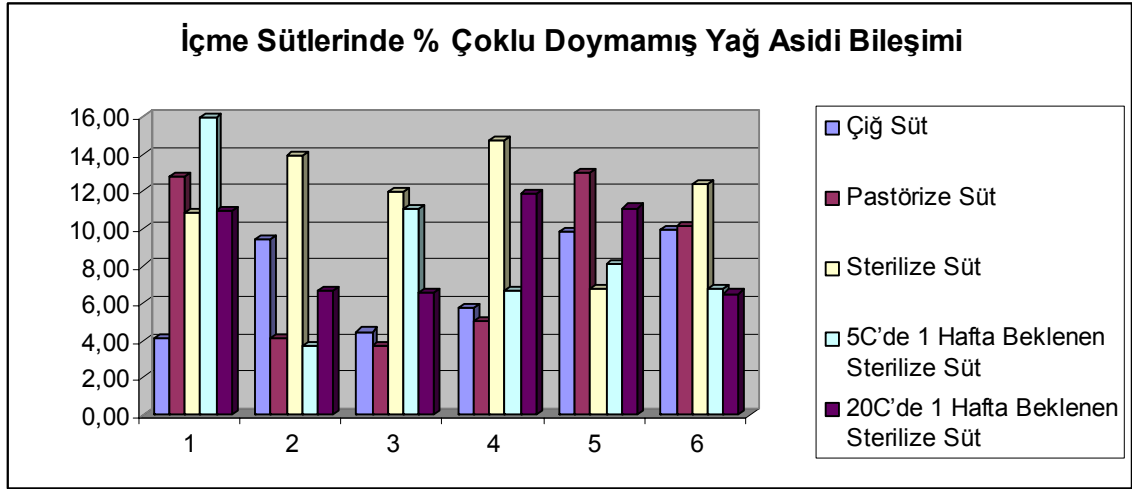
Çoklu doymamış yağların en 6nemli rolü, insan metabolizmasında prostoglandin gibi çoğu kompleks moleküllerin sentezlenebildiği yapı blokları olarak davranmasıdır. Bu bileşikler, kan basıncı, erkek üretkenliği, rahim kasılmaları ve sinir liflerinin yapısal durumlarına 6nemli derecede etkili olup çok çeşitli fonksiyonlara sahiptir. 6zellikle insan metabolizmasındaki çoklu doymamış yağ asitleri bu fonksiyonlar için gereklidir. Fakat bunlar kendi kendine sentezlenemez ve esansiyel yağ asidi olarak sınıflandırılır ve ancak besinlerle birlikte alınabilir. Esansiyel yağ asitleri bebekler için sinir sisteminin gelişimi açısından gereklidir. En fazla karşılaşılan ve 6nemli olan esansiyel yağ asidi linoleik asit (cis 9, cis 12 oktadekadienoik asit)'dir (Hayakawa ve ark. 2000).

Erkkila ve ark. (2008), çoklu doymamış yağ asidi tüketiminin kalp hastalığı riskini azalttığını bildirmektedirler. Ncep (1991)'e g6re, Amerikan diyetinde  $\omega$ -6 çoklu doymamış yağ asitlerinin ortalama alımı, enerjinin % 7'sidir.

Çizelge 4.2.3.1'de ve Şekil 4.2.3.1'de çoklu doymamış yağ asitleri miktarları g6rlmektedir.

**Çizelge 4.2.3.1. İçme Sütlerindeki oklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%)**

Tekerrür	iğ Süt	Past6rize Süt	Sterilize Süt	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt
1	4.08	12.79	10.83	15.94	11.00
2	9.45	4.12	13.89	3.67	6.65
3	4.48	3.75	11.97	11.02	6.53
4	5.71	5.08	14.74	6.66	11.91
5	9.87	12.99	6.76	8.06	11.12
6	9.94	10.12	12.36	6.75	6.52



**Şekil 4.2.3.1. İçme Sütlerinde Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları (%)**

Yapılan çalışmada ise, çoklu doymamış yağ asitleri miktarları çiğ sütlerde % 4.08–9.94, pastörize sütlerde % 3.75–12.99, sterilize sütlerde % 6.76–14.74, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 3.67–15.94, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 6.52–11.91 olarak bulunmuştur. Çizelge 4.2.3.1.'de de görüldüğü gibi yapılan istatistiksel analizde içme sütlerindeki üretim aşamalarında doymuş yağ asidi bileşimleri arasındaki fark, önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.2.3.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Çoklu Doymamış Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	42.618	8.524	0.665 ns
Muamele	4	68.904	17.226	1.345 ns
Hata	20	256.161	12.808	
Genel	29	367.682	12.679	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

Piperova ve ark. (2000) yapmış oldukları bir çalışmada inek sütlerindeki çoklu doymamış yağ asidi miktarını % 4.5–8.3, Wijesundera ve ark. (2001) % 2.93–3.41 arasında

tespit etmişlerdir. Elde edilen veriler Piperova ve ark. (2000)'in verileri ile uyum gösterirken, Wijesundera ve ark. (2001)'den daha yüksek bulunmuştur.

Yöney (1965), süt yağının bileşiminde bulunan doymamış yağ asitleri olarak C16:1 (palmitoleik), C18:1c (oleik), C18:2 c (linoleik) ve C18:3 c (linolenik asit) olduğu ve bu yağ asitleri %'sinin toplam miktarın % 41.4'üne eşit olduğunu bildirmektedir. Kıralan ve ark. (2005), memeli hayvan yağlarında çoklu doymamış trans yağ asidi oranının % 2–9 arasında olduğunu bildirmektedirler. Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuştur.

Webb ve O'Neill (2008), bebeklik döneminden itibaren daha çok çoklu doymamış yağ asidi ve daha az doymuş yağ asidi tüketiminin kandaki toplam kolesterol ve LDL miktarını düşürmesi bakımından çok önemli olduğunu bildirmektedirler.

Çizelge 4.2.3.3.'de analizi yapılan içme sütlerindeki çoklu doymamış yağ asidi bileşimleri görülmektedir.

**Çizelge 4.2.3.3 Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C'de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Çoklu Doymamış Yağ Asidi Bileşimleri (%)**

Yağ Asitleri		Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)
		A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)				
Çoklu Doymamış	C18:2t	0.39–2.93 (1.09)	0.56–3.51 (1.95)	(1.80)	0.32–3.15 (2.20)	0.84–3.69 (1.97)	2.28–3.26 (3.02)	0.52–3.46 (2.07)	0.39–3.29 (2.66)	0.58–3.54 (2.18)	2.16–3.86 (2.90)
	C18:2	1.70–2.54 (2.13)	2.93–10.35 (6.19)	(2.25)	1.81–5.27 (2.60)	3.36–10.84 (6.86)	3.77–8.37 (5.41)	1.13–8.58 (4.89)	5.62–9.91 (7.70)	2.49–10.43 (5.12)	2.40–6.70 (4.60)
	C18:3n3	0.00–0.18 (0.08)	0.00–1.30 (0.33)	(0.04)	0.00 – 0.44 (0.23)	0.00–1.23 (0.42)	0.44–1.51 (0.89)	0.00–1.46 (0.63)	0.00–1.17 (0.74)	0.00–1.23 (0.44)	0.25–0.80 (0.52)
	C18:3n6	0.07–0.73 (0.23)	0.00–2.49 (0.69)	(0.18)	0.00–0.60 (0.18)	0.00–0.32 (0.18)	0.00–0.72 (0.21)	0.00–0.73 (0.21)	0.00–0.18 (0.06)	0.00–0.60 (0.21)	0.12–0.53 (0.23)
	C20:4n6	0.31–0.84 (0.53)	0.00–0.50 (0.30)	(0.21)	0.19 – 0.66 (0.50)	0.00–0.68 (0.43)	0.00–0.62 (0.41)	0.00–0.89 (0.35)	0.50–0.70 (0.60)	0.39–1.08 (0.73)	0.22–1.36 (0.70)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.



Yazıcıoğlu (1988); tereyağındaki yağ asidi miktarının yaklaşık % 30'unun doymamış yağ asidi olduğunu ve başlıca doymamış yağ asitlerinin ise C10, C12, C14, C16, C18, C20 ve C22 yağ asitleri olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmada da benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Linoleik asit (C18:2) miktarı çiğ sütlerde % 1.70–10.84, pastörize sütlerde % 1.13–8.58, sterilize sütlerde % 5.62–9.91, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.49–10.43, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.40–6.70 olarak bulunmuştur. Smith ve ark. (1978) inek sütlerindeki C18:2 yağ asidi miktarını % 3.70–4.20, Wonsil ve ark. (1994) % 2.8–3.9, Gündüç (1995) % 2.00–2.20, Griinari ve ark. (2000) % 2.64–2.71, O'Shea ve ark. (2000) % 4.05–5.18, Peterson ve ark. (2003) ise % 3.16 olarak bildirmektedirler. Elde edilen veriler literatür verileri içerisinde tespit edilmiştir.

Webb ve O'Neill (2008), linoleik asidin doku lipidlerinin sentezinde görev aldığını, serum kolesterolünün azalmasına yardımcı olarak kardiyovasküler kalp hastalığı riskini azalttığını ve vücutta elzem yağ asidi olarak bilinen araşidonik aside dönüşebildiğini bildirmektedirler. Süt yağının linoleik asit bakımından zengin olduğu tespit edilmiş ve özellikle bebek ve insan beslenmesinde önemli fonksiyonlara sahip olduğu belirlenmiştir.

Wahle ve Heys (2002), yüksek düzeyde linoleik asit tüketen Alaska ve Eskimolarda göğüs ve prostat kanseri oranının düşük olduğunu, linoleik asidin göğüs kanseri tümörlerinin gelişimini ve metastazı önlediğini bildirmektedirler. Gündüç (1995), doymuş yağların linoleik asit formunda çoklu doymamış yağ asitleri ile değiştirilmesinin toplam serum kolesterol değerlerinde tekli doymamış yağ asitleri ve karbonhidratlara oranla daha büyük bir düşüş yarattığını ve bu nedenle birçok ülkede sağlık otoritelerinin çoklu doymamış yağ asidi alımının % 10'a çıkarılmasını önerdiklerini bildirmektedir. Bu durum linoleik asit bakımından zengin olan süt yağı tüketiminin önemini arttırmaktadır. Erkkila ve ark. (2008) da, linoleik asidin kalp hastalığı riskini azalttığını bildirmektedirler.

$\alpha$ -linolenik asit (C18:3n3) miktarı çiğ sütlerde % 0.00–1.51, pastörize sütlerde % 0.00–1.46, sterilize sütlerde % 0.00–1.17, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.00–1.23, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.25–0.80 olarak bulunmuştur.  $\alpha$ -linolenik asit (C18:3n3), vücuda zorunlu olarak besinlerle alınması zorunlu yağ asididir.

Bundan başka, son yıllarda yapılan bilimsel çalışmada,  $\alpha$ -linolenik asit tüketiminin kardiyovaskular kalp hastalığı ve erkeklerde prostat kanseri riskini azalttığı belirtilmiştir (Erkkila ve ark. 2008).

$\gamma$ -linolenik asit (C18:3n6) miktarı çiğ sütlerde % 0.00–2.49, pastörize sütlerde % 0.00–0.73, sterilize sütlerde % 0.00–0.18, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.00–0.60, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.12–0.53 olarak bulunmuştur.  $\gamma$ -linolenik asit (C18:3n6), vücuda zorunlu olarak besinlerle alınması zorunlu yağ asididir. Erkkila ve ark. (2008),  $\gamma$ -linolenik asidin kalp hastalığı riskini azalttığını bildirmektedirler.

Yaz boyunca % 25 linoleik asit (C18:2) ve % 50’ye kadar linolenik asitten (C18:3) oluşan yüksek miktarda çoklu doymamış yağ asitleri içeren otlarla beslenen hayvanların süt yağlarının trans yağ asitlerince zengin olduğu belirlenmiştir. Buna karşın kış boyunca çiftlik içindeki düşük çoklu doymamış yağ asitlerini düşük oranda ihtiva eden otlarla beslenen hayvanların süt yağlarının trans yağ asitlerince fakir olduğu bildirilmiştir (Pretch ve Molquentin 2000b).

Günümüzde kesin olarak bilinen normal insan diyetinin kalori alımının % 4’ünün linoleik asit ve % 1’inin linolenik asit ile karşılanması gerektiğidir. Bunlardan başka  $\omega$ 3 eikosanoitler, trombosit yapışkanlığını azaltma ve serum trigliserit düzeyini düşürme özelliğine sahiptirler (Birand 1990).

Gündüç (1995) inek sütlerindeki C18:3 yağ asidi miktarını % 0.1–0.6, Griinari ve ark. (2000) % 0.39–0.43, O’Shea ve ark. (2000) % 0.41–1.20, Piperova ve ark. (2000) % 0.5, Baumgard ve ark. (2001) % 0.63–0.66, Peterson ve ark. (2003) ise % 0.43 olarak bildirmektedir. Dionisi ve ark. (2002) ise yaptıkları bir çalışmada sütteki C18:3 yağ asidi miktarını Danimarka’da % 0.32–0.51, Hollanda’da ise % 0.53–0.72 olarak tespit etmişlerdir. Elde edilen bulgular literatür verileri ile uyum göstermektedir.

Araşidonik asit (C20:4n6) miktarı çiğ sütlerde % 0.00–0.84, pastörize sütlerde % 0.00–0.89, sterilize sütlerde % 0.50–0.70, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.39–1.08, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.22–1.36 olarak bulunmuştur.

#### 4.2.4. Trans Yağ Asitlerinin Değerlendirilmesi

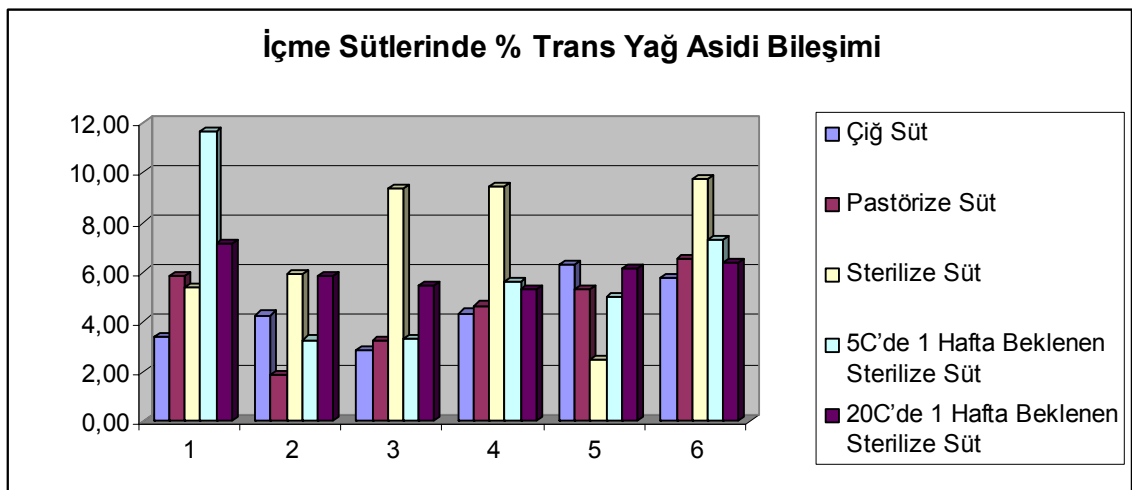
Süt ve süt ürünlerindeki trans yağ asitleri; geniş getiren hayvanların iştakemelerindeki bakteriler tarafından (inek, manda, koyun gibi) biyohidrojenasyon yoluyla çoklu doymamış yağ asitleri tarafından doğal olarak oluşturulmaktadır (Anwar ve ark. 2005, Tekin 2007). Trans yağ asitlerinin insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri günümüze kadar yapılan birçok bilimsel araştırma ile bildirilmektedir (Erkkila ve ark. 2008).

Trans yağ asitleri doğal olarak sığır ve koyun gibi hayvanların vücut yağlarında % 4–11 oranında bulunmaktadır. Trans yağ asidi keçi ve geyik gibi hayvanların yağlarında da yer alır (Feldman ve ark. 1996).

Çizelge 4.2.4.1’de ve Şekil 4.2.4.1’de içme sütü örneklerine ait trans yağ asitleri miktarları (%) yer almaktadır.

Çizelge 4.2.4.1. İçme Sütlerinde Trans Yağ Asidi Miktarları (%)

Tekerrür	Çiğ Süt	Pastörize Süt	Sterilize Süt	5°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt	20°C’de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt
1	3.40	5.84	5.38	11.67	7.12
2	4.28	1.85	5.89	3.28	5.85
3	2.86	3.21	9.39	3.32	5.44
4	4.35	4.66	9.47	5.59	5.32
5	6.30	5.31	2.50	5.01	6.18
6	5.76	6.55	9.77	7.28	6.35



Şekil 4.2.4.1. İçme Sütlerinde Trans Yağ Asidi Miktarları (%)

Yapılan çalışmada; toplam trans yağ asidi miktarları; çiğ sütlerde % 2.86–6.30, pastörize sütlerde % 1.85–6.55, sterilize sütlerde % 2.50–9.77, 1 hafta 5°C’de depolanmış sütlerde % 3.28–11.67, 1 hafta 20°C’de depolanmış sütlerde ise % 5.32–7.12 arasında tespit edilmiştir. Çizelge 4.2.4.2.’de de görüldüğü gibi yapılan istatistiksel analizde örnekler arasında fark önemli bulunmamıştır ( $p>0.05$ ).

**Çizelge 4.2.4.2. İçme Sütlerindeki Üretim Aşamalarının Trans Yağ Asidi Miktarları Üzerine Etkileri**

Varyasyon Kaynağı	Serbestlik Derecesi	Kareler Toplamı	Kareler Ortalaması	Hesaplanan F
Tekkerrür	5	31.783	6.357	1.451 ns
Muamele	4	28.859	7.215	1.647 ns
Hata	20	87.627	4.381	
Genel	29	148.269	5.113	

ns : Önemsiz

\* : Önemli % 5 alfa seviyesinde

\*\* : Önemli % 1 alfa seviyesinde

\*\*\* : Önemli % 0.1 alfa seviyesinde

Gündüç (1995), 100 gram süt yağında 4–8 gram trans yağ asidi bulunduğunu bildirmektedir. Dionisi ve ark. (2002) ise yaptıkları bir çalışmada sütteki trans yağ asidi miktarını Danimarka’da % 2.77–4.52, Hollanda’da ise % 3.32–6.23 olarak tespit etmişlerdir. Oysun ve Hışıl (1997) tarafından tereyağları üzerine yapılan bir araştırmada toplam trans yağ asitleri değişimi % 5.8–16.72 olarak bulunmuştur. List (2004) tereyağı, sığır eti yağı ve domuz yağında % 2–5, Rozema ve ark. (2008) ise tereyağında trans yağ asidi miktarını % 4.04 olarak belirlemişlerdir.

Avustralya’nın üç değişik ilinde çeşitli marketlerden sağlanan 13 çeşit margarin, 5 çeşit tereyağı ve 2 çeşit hayvansal yağ örneklerinin yağ asidi kompozisyonu ile trans yağ asitlerini saptandığı çalışmada; trans yağ asidi miktarının margarinlerde % 9.2–16.2 (ortalama % 13.1), tereyağı ve sütlü ürünlerde % 3.2–4.1 (ortalama % 3.8), hayvansal yağlarda ortalama % 0.4 trans yağ asidi içerdiği belirlenmiştir (Noakes ve Nestel 1994).

Almanya’da 197 gıda ürünü üzerine yapılan bir çalışmada süt ve süt ürünlerindeki trans yağ asidi miktarı % 1.9–7.9, geniş getiren hayvanlardan elde edilen et ürünlerinde % 2–10.6, hidrojene yağlarda % 34.9 ve domuz yağında % 0.5 olarak tespit edilmiştir. Sığır

iç yağında ve sütte trans yağ asidi miktarı (çoğunluğu vassenik asit) % 3–8'dir. Almanya'da yapılan bir başka çalışmada incelenen 139 farklı gıdada en fazla trans yağ asidi % 34'ün üzerinde Fransız usulü kızartılan patateslerde tespit edilmiştir. Peynirlerdeki trans yağ asidi % 2.0–6.1, ayçiçeği yağından üretilen margarinlerde % 1.3–4.1 arasında saptanmıştır. Örneğin İspanyol fırın ürünleri yaklaşık % 5.7 oranında trans yağ asidi içermektedir. Yapılan bir başka çalışmada Batı Avrupa'da trans yağ asidi alımı yaklaşık olarak fırıncılık ürünlerinden % 16.5, yağlardan % 35.5, süt ve peynirden ise % 18.8 olarak bildirilmiştir. Endüstriyel margarinler sıklıkla büyük ölçüde hidrojene edilmiştir, doymamış yağ asidi miktarı düşüktür ve trans yağ asidi seviyesi önemsiz seviyededir (Hayakawa ve ark. 2000, Larque ve ark. 2001).

Türkiye orijinli tereyağlarında Oysun ve Hışıl (1997) tarafından yapılan bir araştırmada toplam trans yağ asitleri değişimi % 5.8–16.72 olarak bulunmuştur.

Noakes ve Nestel (1994); tereyağındaki doymuş ve trans yağ asidi toplamını % 63 olarak bildirmişlerdir. Yapılan çalışmada, trans yağ asidi % 2.31–11.67, doymuş yağ asidi % 33.51–69.64 olarak bulunmuştur. Buna göre elde edilen veriler literatür çalışmaları ile uyumludur.

Dıraman (2004); süt ve süt ürünlerindeki trans yağ asitlerinin kompozisyonundaki değişimin hayvanın cinsine, yemleme şekline, bulunduğu iklim koşullarına, üretim yöntemine, pastörizasyon ve sterilizasyon işlemlerine bağlı olduğunu bildirmektedir. Yapılan çalışmada elde edilen süt örneklerinin geldiği yerler farklı olduğundan dolayı, örnekler arasındaki yağ asidi bileşimleri arasında belirgin farklar görülmektedir.

İnek sütünde trans yağ asitlerinin miktarı mevsime ve hayvanın beslenmesine bağlı olarak oldukça değişkenlik göstermektedir. Yapılan çalışmalar bu ürünlerdeki trans yağ asitleri miktarının % 2–7 arasında değiştiğini göstermektedir (Larque ve ark. 2001, Dionisi ve ark. 2002).

Ruminant hayvanların etlerinde trans yağ asidi oranı % 1–11 arasında değişmektedir. Bazı araştırmacılar yüksek sıcaklık uygulamalarının trans yağ asidi miktarlarında artışlara neden olduğunu bildirmektedirler (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Yağların ısı ileme tabii tutulması cis formdan trans forma dönüşüm meydana getirmektedir (Kıralan ve ark. 2005).

Trans yağ asitleri doğal olarak sığır ve koyun gibi hayvanların vücut yağlarında aynı tereyağında olduğu gibi % 4–11 oranında bulunmaktadır (Feldman ve ark. 1996). Kurt (2001) tereyağı gibi hayvansal yağlarda toplam olarak % 4 civarında trans yağ asidi bulunabileceğini bildirmektedir. Gündüç (1995) ise tereyağlarındaki trans yağ asidi miktarını % 2–3 arasında değiştiğini bildirmektedir.

Tavella ve ark. (2000) tarafından yapılan çalışmada; Arjantin’de yaygın olarak tüketilen 46 gıda örneğindeki toplam yağ asidi miktarlarını; dilimlenmiş ekmeklerde % 2.0–3.4, pasta ve kraker gibi ürünlerde % 2.9–25, margarinlerde % 50–80, tereyağında % 85, çerez ve benzeri ürünlerde % 34–39 trans yağ asitlerinden elaidik asit (C:18:1n9t) miktarının; dilimlenmiş ekmeklerde % 2.35–27.7, pasta ve kraker gibi ürünlerde % 2.85–28.95, margarinlerde % 18.15–31.84, tereyağında % 4.63, çerez ve benzeri ürünlerde % 0.00–10.58 olarak belirlemişlerdir.

Aro ve ark. (1998)’in yaptıkları bir çalışmada inek sütü, tereyağı ve peynirde trans yağ asidi içeriğinin % 3.2–6.2 arasında, keçi ve koyun süt ve peynirlerinde ise % 2.7–7.1 arasında değiştiğini tespit etmişlerdir.

Taş (1998); Danimarka, İsveç ve Norveç’te trans yağ asidi alımının % 50–60’ının süt yağları ve hayvansal yağlardan oluştuğunu bildirmektedir. Enig ve ark. (1983), yapmış oldukları bir araştırmada trans yağ asidi % bileşimini tereyağlarında % 3.1–3.8, hayvan ve süt yağlarında ise % 0.3–6.6 olarak bildirmektedirler. Noakes ve Nestel (1994); tereyağındaki trans yağ asidi miktarlarını % 5 olarak bildirmişlerdir. Anonim (1996) sığır ve koyun sütlerindeki trans yağ asitleri niceliğinin % 4–11 arasında olabileceğini bildirmişlerdir. Counil ve ark. (2008) de, geviş getiren hayvanların yağlarındaki trans yağ asidi miktarını % 1–8 olarak bildirmektedirler.

Kıralan ve ark. (2005), diyetdeki trans yağ asitlerinin % 2–8’ini günlük tüketilen gıdaların oluşturduğunu bildirmektedir. Ayrıca diyetle başlıca trans forma sahip yağ asitleri 18 C’lu tekli doymamış yağ asitleri olup, bu formlara bitkisel yağların kısmi

hidrojenasyonu ve geviş getiren hayvanların yağlarında rastlandığını ve trans formdaki çoklu doymamış yağ asitlerine ise diyetle iz miktarda rastlandığını bildirmektedirler.

Günlük tüketimde trans yağ asitlerinin % 2–8'i süt ürünlerinden kaynaklanırken, % 80–90 gibi büyük kısmı hidrojenasyon işlemleri ile oluşan trans yağ asitleri oluşturmaktadır. Diyetle alınan trans yağ asitleri miktarı toplam yağ asitlerinin ABD'de % 6–8'i, İngiltere'de % 4–6'sı, Almanya'da % 2–4'ü ve İspanya'da % 1.7'si civarındadır. Genel bir ifade olarak, trans yağ asitleri endüstrileşmiş ülkelerde daha fazla tüketilmekte olup 2–8 gram/gün arasında değişmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

İnsan sütündeki trans yağ asitlerinin varlığı; yeni doğmuş bir bebekte olumsuz fizyolojik ve besinsel etkiler oluşturabileceğinden çeşitli araştırmacılar tarafından inceleme konusu olmaktadır. Trans C18:1 izomerlerinin dağılımının analizi insan sütündeki bu trans yağ asitlerinin asıl kaynağının kısmi hidrojene bitkisel yağlar olduğunu, buna karşılık süt ürünlerinin trans asitlere katkısının oldukça düşük olduğunu göstermiştir (Taş 1998). Yapılan araştırmada; toplam trans yağ asidi miktarı ortalama % 1.53–6.41 arasında bulunmuştur. Örnekler arasındaki trans yağ asidi miktarındaki farklılıkların sütlerin elde edildiği hayvanların özelliklerine bağlı olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 4.2.4.3'de çeşitli ülkelerde süt ve süt ürünlerindeki trans yağ asidi miktarları üzerine yapılan çalışmalar ve elde edilen veriler görülmektedir.

**Çizelge 4.2.4.3. Süt ve Süt Ürünlerindeki Trans Yağ Asidi Miktarları Üzerine Yapılan Çalışmalar**

Gıda	Orijini	Yapıldığı Yıl	18:1t	18:2t	Toplam TFA (% toplam yağ üzerinden)
Süt Yağı (n=116)	Avustralya	1971			6.01 (4.27 – 7.64)
Süt Yağı (n=13)	Kanada	1983			4.05 – 5.7
Süt Yağı (n=13)	Avusturya	1994			1.75 – 5.20 (0.99)
Süt Yağı (n=5)	Almanya	1992	1.6 – 4.0	0.3 – 0.8	2.4 – 5.5
Süt Yağı (n=1756)	Almanya	1995			3.62 (1.29 – 6.75)
Süt yağı (n=63)	İsveç	1996			0.25 – 1.77
Süt yağı (n=132)	Almanya	1997	3.13 (0.24)	0.48 (0.28)	5.12 (1.02)
Peynir (n=27)	Almanya	1992	1.0 – 5.1	0.1 – 1.6	1.6 – 7.5
Tereyağı (n=5)	Almanya	1992	1.5 – 6.3	0.5 – 0.8	2.5 – 7.9
Peynir (n=25)	Almanya	1997	2.09 (0.89)	0.51 (0.14)	3.89 (1.92)

**KAYNAK:** FRITSCHÉ, J., H. STEINHART 1998. Analysis, Occurrence, and Physiological Properties of Trans Fatty Acids (TFA) with Particular Emphasis on Conjugated Linoleic Acid Isomers (CLA) – A Review. *Fett/Lipid* 100 (1998) 6. 190 – 210.

Çizelge 4.2.4.4.'de analizi yapılan çiğ, pastörize ve sterilize sütler ile 5°C ve 20°C'de bir hafta depolanmış sterilize sütlerin % trans yağ asidi bileşimleri görülmektedir.



Çizelge 4.2.4.3. Çiğ, Pastörize ve Sterilize Sütler ile 5°C ve 20°C'de Bir Hafta Depolanmış Sterilize Sütlerin Trans Yağ Asidi Bileşimleri (%)

Yağ Asitleri	Çiğ Sütler						Pastörize (n=6)	Sterilize (n=6)	5°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)	20°C'de 1 Hafta Depolanan Sterilize Süt (n=6)
	A (n=6)	B (n=6)	C (n=1)	D (n=6)	E (n=6)	F (n=6)				
C16:1t	0.22-1.43 (0.50)	0.25-1.06 (0.51)	(0.23)	0.23-1.43 (0.77)	0.30-1.06 (0.86)	0.22-1.06 (0.71)	0.23-1.07 (0.59)	0.21-1.10 (0.72)	0.12-1.45 (0.61)	0.25 - 1.26 (0.84)
C18:1t	1.46-2.63 (2.31)	1.21-3.62 (2.22)	(1.41)	1.67-1.87 (1.75)	3.03-4.95 (3.87)	1.81-2.59 (2.22)	1.10-2.95 (1.92)	1.59-5.78 (3.68)	2.06-6.97 (3.24)	1.47 - 3.09 (2.30)
C18:2t	0.39-2.93 (1.09)	0.56-3.51 (1.95)	(1.80)	0.32-3.15 (2.20)	0.84-3.69 (1.97)	2.28-3.26 (3.02)	0.52-3.46 (2.07)	0.39-3.29 (2.66)	0.58-3.54 (2.18)	2.16 - 3.86 (2.90)

Not: Değerler minimum, maksimum ve ortalama olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2.4.3'de de görüldüğü üzere; yapılan çalışmada palmitoleik asit (C16:1t) miktarları çiğ sütlerde % 0.22–1.43, pastörize sütlerde % 0.23–1.07, sterilize sütlerde % 0.21–1.10, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.12–1.45, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.25–1.26 olarak bulunmuştur. Pretch ve Mol Kentin (2000a), inek sütündeki C16:1t yağ asidi miktarını ortalama % 0.13 olarak bildirmektedir. Bulunan değerler literatür verileri ile uygun bulunmuştur.

Kara (1999), yağın doymamışlık derecesinin de trans oluşumunu etkilediğini ve trans izomer oluşumunun 18:3>18:2>18:1 sırasına göre arttığını tespit edildiğini bildirmektedir. Yapılan çalışmada da bu verilere uygun sonuçlar elde edilmiştir.

Galli ve ark. (1994) ise, oluşan pozisyonel izomerlerin % 90'ının monoenik ve % 10'unun dienoik olup, monoenik yağ asitlerinden en fazla trans 9–C18:1 (elaidik asit) ile trans 11–C18:1 (vaksenik asit) yağ asitlerinin oluştuğunu tespit etmişlerdir.

Elaidik asit (C18:1n9t) miktarları çiğ sütlerde % 1.21–4.95, pastörize sütlerde % 1.10–2.95, sterilize sütlerde % 1.59–5.78, 5°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.06–6.97, 20°C'de 1 hafta depolanan sütlerde % 1.47–3.09 olarak bulunduğu Çizelge 4.2.4.3'de görülmektedir. Pretch ve Mol Kentin (2000a), inek sütündeki C18:1t yağ asidi miktarını ortalama % 2.3, Griinari ve ark. (2000) % 3.54–4.09 olarak bildirmektedir.

Stender ve ark. (2008), insan gıdalarındaki trans yağ asitlerinin % 80–90'ını C18:1t yağ asidi oluşturduğunu bildirmektedirler. Counil ve ark. (2008), geniş getiren hayvanların yağlarındaki esas trans yağ asidinin C18:1t olduğunu bildirmektedirler.

Wonsil ve ark. (1994) inek sütlerindeki C18:1t yağ asidi miktarını % 1.0–13.4, Gündüç (1995) % 1.90–2.80, Smith ve ark. (1978) % 1.80, Enig ve ark. (1983) % 3.10–3.80, Piperova ve ark. (2000) % 1.9, Wijesundera ve ark. (2001) % 3.15–4.95 arasında tespit etmişlerdir. Türkiye orijinli tereyağlarında Oysun ve Hışıl (1997) tarafından yapılan bir araştırmada tereyağlarındaki elaidik asit (C18:1n9t) oranlarının değişimini de % 0.00–11.80 olarak bildirmektedirler. Yapılan çalışmada elde edilen veriler literatürlerle uyum göstermektedir. Erkkila ve ark. (2008) özellikle C18:1t yağ asidinin koroner kalp hastalığı riskini artırdığını bildirmektedirler.

Secchiari ve ark. (2003); süt yağı üzerine yaptıkları çalışmada C18:2t yağ asidini 100 gram süt yağında 0.01–0.04 arasında değiştiğini ve bu değişimin hayvanın beslenmesi ile önemli derecede etkili olduğunu saptamışlardır. 100 gram yağda C18:1 (trans–6, trans–8) yağ asidini 0.12–0.33, C18:1 (trans–9) yağ asidini 0.25–0.35, C18:1 (trans–10) yağ asidini 0.48–0.76, C18:1 (trans–11) yağ asidini 0.58–0.99, C18:1 (trans–12) yağ asidini % 0.33–0.52, toplam C18:1 trans yağ asit miktarını 1.80–2.95 olarak bildirmektedirler. Yapılan çalışmada linolelaidik asit (C18:2t) miktarları çiğ sütlerde % 0.32–3.69, pastörize sütlerde % 0.52–3.46, sterilize sütlerde % 0.39–3.29, 5°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 0.58–3.54, 20°C’de 1 hafta depolanan sütlerde % 2.16–3.86 olarak bulunduğu izelge 4.2.4.3’de görülmektedir. Yapılan çalışmada da elde edilen veriler Secchiari ve ark. (2003)’n verileri ile uyum göstermektedir.

## SONUÇ

İçme sütündeki trans yağ asitleri miktarları üzerine; sütün elde edildiği mevsim, hayvanların yediği yemlerin tipi, işkembelerinin mikrobiyel popölasyonu ve sütün işlenme Şartları etkilidir. Bu nedenle de sütün elde edilmesinde bu faktörlerin dikkate alınmasında fayda görölmektedir.

Bu araştırmada; içme sütü üretimi aşamalarında trans yağ asitleri belirlenmiş ve konuyla ilgili olarak ölkemizde ve yurt dışında gerçekteştirilen diğer çalışmalar da dikkate alınarak irdelenmiştir. Yapılan çalışmada; toplam trans yağ asidi miktarları; çiğ sütlerde % 2.86–6.30, pastörize sütlerde % 1.85–6.55, sterilize sütlerde % 2.50–9.77, 1 hafta 5°C’de depolanmış sütlerde % 3.28–11.67, 1 hafta 20°C’de depolanmış sütlerde ise % 5.32–7.12 arasında tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlar istatistiksel olarak değerlendirildiğinde üretim aşamalarının trans yağ asitleri oluşumu üzerine etkisi önemsiz bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

- AKALIN, S., Ö. KINIK VE S. GÖNÇ 1998. İzmir Piyasasında Satılan Bazı Peynir Çeşitlerinde Yağ Asitleri Kompozisyonunun Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. *Gıda* 23 (5) 357–363.
- ALVUR, M., A. BEDİR, S. ESKİOCAK, K. ERDEMLİ 2000. Laboratuvar Aletleri. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara. 198 s.
- ANONİM 1978. UHT Yöntemiyle İşlenen Sterilize Süt Standardı. TS 1192. Türk Standartları Enstitüsü. Ankara.
- ANONİM 1996. Position Paper on Trans Fatty Acids. ASCN/AIN Task Force on Trans Fatty Acids. *American Journal of Clinical Nutrition*. 560616 663 – 670.
- ANONİM 2003a. Fat Content of Raw and Pasteurized Whole Milk. Gerber Method by Weight (Method I) First Action 2000. A.O.A.C. Official Method 2000.18. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 17th Edition. Chapter 33 p.21 – 22A.
- ANONİM 2003b. Fat in Cream. Majonnier Ether Extraction Method. First Action 1995. Final Action 1998. A.O.A.C. Official Method 995.19. Official Methods of Analysis of A.O.A.C. International. 17th Edition. Chapter 33 p.57 – 59.
- ANONİM 2006. Çiğ Süt ve Isıl İşlem Görmüş İçme Sütleri Tebliği. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği 22.08.2006 tarih ve 26267 sayılı Resmi Gazete.
- ANONİM 2007. Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliğinde Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ. 23.08.2007 tarih ve 26622 sayılı Resmi Gazete.
- ANWAR, F., M. I. BHANGER, S. IQBAL, B. SULTANA 2005. Fatty Acid Composition of Different Margarines and Butters from Pakistan with Special Emphasis on Trans Unsaturated Contents. *Journal Food Quality* 29, 87 – 96.
- ARO, A., J. V. AMELSVOORT, W. BECKER, M–A V. ERP–BAART, A. KAFATOS, T. LETH, G. V. POPPEL 1998. Trans Fatty Acids in Dietary Fats and Oils from 14 European Countries: The Transfair Study. *Journal of Food Composition and Analysis* 11 137–149.
- BAHÇIVAN, E. 2007. Verimlilik Meselesi Çözülmezse Pazar Oluruz. *Gıda Teknolojisi* 11 (8). 24 – 26.

BAKKER, N., P. VAN'T VEER, P. L. ZOCC, A. ARO, A. ARO, M. DELGADO-RODÍGUEZ, J. GOMEZ-ARACENA, J. K. HUTTUNEN, A. F. M. KARDINAAL, J. D. KARK, L. KOHLMEIER, F. J. KOK, B. C. MARTÍN, J. M. MARTIN-MORENO, V. P. MAZAEV, R. A. RIEMERSMA, J. RINGSTAD, J. J. STRAIN 1997. Adipose Fatty Acids and Cancers of the Breast, Prostate and Colon: An Ecological Study. *Int. J. Cancer* 72: 587 – 591.

BAŞOĞLU, F. 2002. Yemelik Yağ Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 91 Bursa. 252 s.

BAŞOĞLU, F. 2006. Yemelik Yağ Teknolojileri. Nobel Yayın Dağıtım. Ankara. 347 s.

BAUMGARD, L. H., J. K. SANGSTER, D. E. BAUMAN 2001. Milk Fat Synthesis in Dairy Cows Is Progressively Reduced by Increasing Supplemental Amounts of trans-10, cis-12 Conjugated Linoleic Acid (CLA). *The Journal of Nutrition* 131 (6), 1764 – 1769.

BAYSAL, A. 2002. Beslenme. Hatiboğlu Basın ve Yayımlar San. Tic. Ltd. Şti. Ankara 37-53.

BERKER, O. 2002. UHT Yöntemi İle İşlenen Sterilize Sütlerin Raf Ömürleri Üzerinde Araştırmalar. T.C. Uludağ Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Besin Hijyeni ve Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bursa. 78 s.

BESSA, R. J. B., J. SANTOS-SILVA, J. M. R. RIBEIRO, A. V. PORTUGAL 2000. Reticulo-Rumen Biohydrogenation and The Enrichment of Ruminant Edible Products with Linoleic Acid Conjugated Isomers. *Livestock Production Science* 63 (2000) 201 – 211.

BIONDI, L., M. A. VALVO, M. D. GLORIA, E. S. TENGGHI, V. GALOFARO, A. PRIOLO 2008. Changes in Ewe Milk Fatty Acids Following Turning Out to Pasture. *Small Ruminant Research* 75 (2008) 17 – 23.

BİRAND, A. 1990. Yemelik Yağların Beslenme ve Sağlık Üzerindeki Rolü. Yağlı Tohumlar ve Yemelik Yağların Ekonomik, Beslenme ve Teknik Yönleri Semineri. 24 – 25 Mayıs 1990. Silivri İstanbul. 43 – 52.

BUTTRISS, J. 2003. Metabolic Syndrome: New Research Underway. *British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin* 28, 381 – 385.

COUNIL, E., E. DEWAILLY, P. BJERREGAARD, P. JULIEN 2008. Trans –Polar – Fat: All Inuit Are Not Equal. *British Journal of Nutrition* (2008) 100, 703 – 706.

ÇİFTÇİOĞLU, G. 1997. Naturel Zeytinyağlarındaki Trans Yağ Asitlerinin Nitelik ve Niceliklerinin Tespiti Üzerinde Araştırmalar. Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. İzmir. 57 s.

- DIONISI, F., P. A. GOLAY, L. B. FAY 2002. Influence of Milk Fat Presence on The Determination of Trans Fatty Acids in Fats Used for Infant Formule. *Analytica Chimica Acta* 465 (2002) 395 – 407.
- DIRAMAN, H. 2004. İzmir İlinde Satılan Bazı Türk Süt Ürünlerindeki Yağ Asitlerinin cis-trans İzomerleri ve Konjuge Linoleik Asit Düzeylerinin Kapiler Gaz Kromatografik Yöntem ile Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma. *Gıda* (2004) 29 (5): 381–389.
- DIRAMAN, H., Y. HIŞİL 2004. Ege Bölgesinde Farklı Sistemlerle Elde Edilen Zeytinyağlarında Trans Yağ Asitlerinin Belirlenmesi Üzerine Araştırmalar. Proje Kod No: TAGEM/GY/00/14/041. Yayın No: 123. Zeytincilik Araştırma Enstitüsü Müdürlüğü Bornova/İZMİR. 96 s.
- DIRIX, C. E. H., D. K. ARNOLD, G. HORNSTRA 2008. Associations Between Neonatal Dimensions and Maternal Essential and Trans Fatty Acid Contents during Pregnancy and at Delivery. *British Journal of Nutrition* (2008): 1 – 9.
- ENDRES, J. G. 1994. Future Trends in Low Fat Spreads. *Inform* 5 (12) 1354 – 1356.
- ENIG, M. G., L. A. PALLANSCH, J. SAMPUGNA, M. KEENEY 1983. Fatty Acid Composition of The Fat in Selected Food Items with Emphasis on Trans Components. *Journal of American Oil Chemists Society* 60 (10): 1788 – 1795.
- ERKKILA, A., V. D. F. De MELLO, U. RISERUS, D. E. LAAKSONEN 2008. Dietary Fatty Acids and Cardiovascular Disease: An Epidemiological Approach. *Progress in Lipid Research* 47 (2008) 172 – 187.
- FELDMAN, B. E., M. P. KRÍS, D. KRÍTCHEVSKY, H. A. LICHTENSTEİN 1996. Position Paper on Trans Fatty Acids. *American Journal Clinical Nutrition*. 63, 663 – 670.
- FRITSCHÉ, J., H. STEINHART 1998. Analysis, Occurrence, and Physiological Properties of Trans Fatty Acids (TFA) with Particular Emphasis on Conjugated Linoleic Acid Isomers (CLA) – A Review. *Fett/Lipid* 100 (1998) 6. 190 – 210.
- GALLI, C., P. A. SIMOPOULOS, E. TREMOLI 1994. Fatty Acids and Lipids: Biological Aspects. *World Rev. Nutrition Diet*. 75, 82 – 85.
- GRIINARI, J. M., B. A. CORI, S. H. LACY, P. Y. CHOUINARD, K. V. V. NURMEIA, D. E. BAUMAN 2000. Conjugated Linoleic Acid Is Synthesized Endogenously in Lactating Dairy Cows by  $\Delta^9$ -Desaturase. *The Journal of Nutrition* 130 (9), 2285 – 2291.
- GÜNDÜÇ, N. 1995. Piyasadaki Margarinlerin Trans Yağ Asidi Niceliği ve Kan Kolesterolü Üzerine Etkisi. T.C. Ege Üniversitesi Rektörlüğü Araştırma Fonu Proje No. 93/Müh/018 Yüksek Lisans Tezi İzmir. 94 s.

- GÜRCAN, Ü. 2000. Bitkisel Yağlardaki Trans Yağ Asitleri. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Semineri Kimya Anabilim Dalı. Konya 27 s.
- HAWKES, C. 2008. Agro-Food Industry Growth and Obesity in China: What Role for Regulating Food Advertising and Promotion and Nutrition Labeling? *Obesity Reviews* 9 (Suppl. 1) 151 – 161.
- HAYAKAWA, K., Y. LINKO, P. LINKO 2000. The Role of Trans Fatty Acids in Human Nutrition. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102 (2000) 419–425.
- HAYES, K. C. 2002. Dietary Fat and heart Health: In Search of The Ideal Fat. *Asia Pacific J. Clinical Nutrition* (2002) 11 (Suppl) S394 – S400.
- HIŞİL, Y. 1999. Enstrümental Gıda Analizleri-II Ege Üniversitesi Basımevi. Bornova-İzmir. 1 – 106.
- HOLLEY, K. M., P. S. PHILLIPS 1995. Trans Fatty Acids: An Introduction. *Nutrition and Food Science* 2, 31 – 33.
- INNIS, S. M., T. J. GREEN, T. K. HALSEY 1999. Variability in the Trans Fatty Acid Content of Foods within A Food Category: Implications for Estimation of Dietary Trans Fatty Acid Intakes. *J. American College of Nutrition.* 18 (3) 255–260.
- IP, C., J. R. MARSHALL 1996. Trans Fatty Acids and Cancer. *Nutrition Reviews.* 54 (5) 138–145.
- İNAL, T. 1990. Süt ve Süt Ürünleri Hijyen ve Teknolojisi. Final Ofset. İstanbul. 1108 s.
- JUDD, J. T., B. A. CLEVIDENCE, R. A. MUESING, J. WITTES, M. E. SUNKIN, J. J. PODEZASY 1994. Dietary Trans Fatty Acids: Effects on Plasma Lipids and Lipoproteins of Healthy Men and Women. *American Journal Clinical Nutrition* 29: 1 – 8.
- KABAGAMBE, E. K., M. Y. TSAI, P. N. HOPKINS, J. M. ORDOVAS, J. M. PEACOCK, I. B. BORECKI, D. K. ARNETT 2008. Erythrocyte Fatty Acid Composition and Metabolic Sndrome: A National Heart, Lung, and Blood Institute GOLDN Study. *Clinical Chemistry* 54: 1, 154 – 162.
- KARA, H. 1999. Yağ Rafinasyon Tekniklerinde Trans İzomer Kontrolü. Tübitak Projesi TİDEP 99 – 0021. 56 s.
- KATAN, M. B. 1998. Health Effects of Trans Fatty Acids. *European Journal of Clinical Investigation* 28 (1998) 257 – 258.
- KAYAHAN, M. 1998. Gıda Kimyası. Bölüm 3, Lipitler, Hacettepe Üniversitesi Yayınları, Editör İ. Saldamlı, 107 – 193.



- KAYAHAN, M. 2002. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri Bölüm 1, Yağın Modifikasyonuna Ait Temel Bilgiler. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları. 1 – 18. Ankara.
- KAYAHAN, M. 2003. Yağ Kimyası. ODTÜ Geliştirme Vakfı Yayıncılık ve İletişim A.Ş. Yayınları. Ankara. 220 s.
- KAYAHAN, M., A. TEKİN 1994. Türkiye’de Üretilen Bazı Margarinlerdeki Trans Yağ Asitleri ve Konjuge Yağ Asitleri Miktarları Üzerine Araştırma Gıda 19 (3), 147 – 153.
- KIRALAN, M., A. YORULMAZ, H. ERCOŞKUN 2005. Trans Yağ Asitleri Kaynakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi 2005 (7) 52 – 64.
- KURDAL, E., T. ÖZCAN YILSAI, L. YILMAZ 2004. Süt Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 99 Bursa. 240 s.
- KURT, M. 2001. Yağ Asitlerinin Kromatografik Analizleri ve Ayırma Verimlerinin İncelenmesi. T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. 55 s.
- LARQUE, E., S. ZAMORA, A. GIL 2001. Dietary Trans Fatty Acids in Early Life: A Review. Early Human Development 65 Suppl. (2001) S31 – S41.
- LEE, E., S. LEE, Y. PARK 2008. n – 3 Polyunsaturated Fatty Acids and Trans Fatty Acids in Patients with The Metabolic Syndrome: A Case – Control Study in Korea. British Journal of Nutrition (2008), 100, 609 – 614.
- LI, D., A. J. SINCLAIR 2002. Macronutrient Innovations: The Role of Fats and Sterols in Human Health. Asia Pacific J. Clin. Nutr. (2002) 11 (S6): S155 – S162.
- LICHTENSTEIN, A. 1993. Trans Fatty Acids, Blood Lipids, and Cardiovascular Risk: Where Do We Stand? Nutrition Reviews. 51 (11) 340 – 343.
- LIST, G. R. 2004. Decreasing Trans and Saturated Fatty Acid Content in Food Oils. FoodTechnology 58 (1) 23 – 31.
- MANSOUR, M. P., A. J. SINCLAIR 1993. The Trans Fatty Acid and Positional (sn-2) Fatty Acid Compositional of Some Australian Margarines, Dairy Blends and Animal Fats. Asia Pasific Journal of Clinical Nutrition 2 (4): 155–163.
- MANSSON, H. L. 2008. Fatty Acids in Bovine Milk Fat. Food & Nutrition Research Vol 52 (2008) 6 p.
- MANTECA, X., R. NOBLE 1993. C18 Trans Mono Unsaturated Fatty Acid in the Diet of the Hen and Its Accumulation in Yolk and Embryo Tissue. Journal of Science Food Agricultural 63, 251 – 255.

- MARANGONI, A. G., S. H. J. IDZIAK, J. W. E. RUSH 2008. Controlled Release of Food Lipids Using Monoglyceride Gel Phases Regulates Lipid and Insulin Metabolism in Humans. *Food Biophysics* (2008) 3: 241 – 245.
- MENSINK, R. P., M. B. KATAN 1990. Effect of Dietary Trans Fatty Acids on High-Density and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healthy Subjects. *Nutrition Engineering Journal Medicine* 323, 45 – 49.
- NCEP, N. 1991. Report of The Expert Panel on Population Strategies for Blood Cholesterol Reduction: Executive Summary. *Archives of Internal Medicine*. 151: 1071–1084.
- NEVILLE, M. C., M. F. PICCIANO 1997. Regulation of Milk Lipid Secretion and Composition. *Annual Review of Nutrition* 17 (1997) 159 – 183.
- NOAKES, M., P. J. NESTEL 1994. Trans Fatty Acids in the Australian Diet. *Food Australia* 46 (3) 124 – 129.
- O'SHEA, M., R. DEVERY, F. LAWLESS, K. KEOGH, C. STANTON 2000. Enrichment of The Conjugated Linoleic Acid Content of Bovine Milk Fat by Dry Fractionation. *International Dairy Journal* 10 (2000) 289 – 294.
- OVESEN, L., T. LETH, K. HANSEN 1996. Fatty Acid Composition of Danish Margarines and Shortenings with Special Emphasis on Trans Fatty Acids. *Lipids* 31 (9) 971–975.
- OYSUN, G., Y. HIŞİL 1997. Tereyağında Trans Yağ Asitlerinin Araştırılması. *Gıda* 22 (5) 359 – 363.
- ÖZAYDIN, S. 2000. Gıda Sanayinde Kullanılan HACCP'in Prensipleri ve Örnek Ürün Olarak UHT Sütte Uygulanması. *Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*. Tekirdağ. 1 -8.
- PADLEY, F. B., F. D. GUNSTONE, J. L. HARWOOD 1986. Occurrence and Characteristics of Oils and Fats In: *Lipid Handbook*. F. D. Gunstone, J.L. Harwood, F. B. Padley. (Eds Chapman and Hall Ltd. London and New York.) pp: 49–170.
- PALMQUIST, D. L. 2001. Ruminant and Endogenous Synthesis of CLA in Cows. *Australian Journal of Dairy Technology* 56 (2) 134 – 137.
- PETERSON, D. G., E. A. MATITASHVILI, D. E. BAUMAN 2003. Diet-Induced Milk Fat Depression in Dairy Cows Results in Increased trans-10, cis-12 CLA in Milk Fat and Coordinate Suppression of mRNA Abundance for Mammary Enzymes Involved in Milk Fat Synthesis. *The Journal of Nutrition*, 133 (10) 3098 – 3102.

- PETTERSEN, J., J. OPSTVEDT 1988. Trans Fatty Acids. Fatty Acid Composition of the Brain and Other Organs in the Mature Female Pig. *Lipids* 23 (7) 720 – 726.
- PIPEROVA, L. S., B. B. TETER, I. BRUCKENTAL, J. SAMPUGNA, S. E. MILLS, M. P. YURAWECZ, J. FRITSCHKE, K. KU, R. A. ERDMAN 2000. Mammary Lipogenic Enzyme Activity, trans Fatty Acids and Conjugated Linoleic Acids Are Altered in Lactating Dairy Cows Fed A Milk Fat – Depressing Diet. *The Journal of Nutrition* 130 (10) 2568 – 2574.
- PISANI, L. P., C. M. D. NASCIMENTO, A. A. BUENO, C. BIZ, K. T. ALBUQUERQUE, E. B. RIBERIO, L. M. OYAMA 2008. Hydrogenated Fat Diet Intake during Pregnancy and Lactation Modifies The PAI-I Gene Expression in White Adipose Tissue of Offspring in Adult Life. *Lipids in Health and Disease* 2008: 7 – 13.
- PRETCH, D., J. MOLKENTIN 2000a. Identification and Quantitation of cis/trans C16:1 and C17:1 Fatty Acid Positional Isomers in German Human Milk Lipids by Thin-Layer Chromatography and Gas Chromatography/Mass Spectrometry. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 2000, 102 – 113.
- PRETCH, D., J. MOLKENTIN 2000b. Trans Unsaturated Fatty Acids in Bovine Milk Fat and Dairy Products. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.* 102, 635 – 639.
- RATNAYAKE, W. M. N., Z. Y. CHEN 1996. Trans n-3 and n-6 Fatty Acids in Canadian Human Milks. *Lipids*. 31, 279 – 282.
- ROZEMA, B., B. MITCHELL, D. WINTERS, A. KOHN, D. SULLIVAN, E. MEINHOLZ 2008. Proposed Modifications to AOAC 996.06, Optimizing The Determination of Trans Fatty Acids: Presentation of Data. *Journal of AOAC International* 91:1. 92 – 97.
- SECCHIARI, P., M. ANTOGIOVANNI, M. MELE, A. SERRA, A. BUCCIONI, G. FERRUZZI, F. PAOLETTI, F. PETACCHI 2003. Effect of Kind of Dietary Fat on The Quality of Milk Fat from Italian Friesian Cows. *Livestock Production Science* 83 (2003) 43–52.
- SEMMA, M. 2002. Trans Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks. *Journal of Health Science* 48 (1) 7 – 11.
- SMITH, C., M. WOODWARD, S. FENTON, M. K. MCCLUSKEY, C. A. BROWN 1995. Trans Fatty Acids in the Scottish Diet, An Assesment Using A Semi-Quantitative Food Frequency Questionnaire. *British Journal of Nutrition* 74 (5) 661 – 670.
- SMITH, L. M., W. L. DUNKEY, A. FRANKE, T. DAIRIKI 1978. Measurement of Trans and Other Isometric Unsaturated Fatty Acids in Butter and Margarine. *Journal of American Oil Chemists Society*. 55 (2): 257 – 261.

- STACHOWSKA, E., B. DOLEGOWSKA, D. CHLUBEK, T. WESOŁOWSKA, K. CIECHANOWSKI, P. GUTOWSKI, H. SZUMIŁOWICZ, R. TUROWSKI 2004a. Dietary Trans Fatty Acids and Composition of Human Atheromatous Plaques. *Eur. J. Nutr.* (2004) 1–6.
- STACHOWSKA, E., B. DOLEGOWSKA, M. OLSZEWSKA, I. GUTOWSKA, D. CHLUBEK 2004b. Isomers of Trans Fatty Acids Modify The Activity of Platelet 12–P Lipoxygenase and Cyclooxygenase/Thromboxane Synthase. *Nutrition* 20 (6) 570 – 571.
- STENDER, S., A. ASTRUP, J. DYERBERG 2008. Ruminant and Industrially Produced Trans Fatty Acids: Health Aspects. *Food & Nutrition Research* Vol 52 (2008) 9 p.
- STENDER, S., J. DYERBERG, A. BYSTED, T. LETH, A. ASTRUP 2006. A Trans World Journey. *Atherosclerosis Supplements* 7 (2006) 47 – 52.
- SUNDRAM, K., M. A. FRENCH, M. T. CLANDININ 2003. Exchanging Partially Hydrogenated Fat for Palmitic Acid in The Diet Increases LDL–Cholesterol and Endogenous Cholesterol Synthesis in Normocholesterolemic Women. *European Journal of Nutrition* 42 (4) 188 – 194.
- TAŞ, G. 1998. Kahvaltılık ve Yemeklik Margarinlerin Genel ve Trans Yağ Asitleri Üzerine Bir Araştırma. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Ankara. 63 s.
- TAŞAN, M., G. KAHYAOĞLU, M. DEMİRCİ 2007. Beslenmemizde Trans Yağ Asitlerinin Kaynakları. *Gıda Teknolojisi Dergisi* 2007 50–54.
- TAŞAN, M., O. DAĞLIOĞLU 2005. Trans Yağ Asitlerinin Yapısı, Oluşumu ve Gıdalarla Alınması. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi* 2005 2 (1) 79 – 88.
- TAVELLA, M., G. PETERSON, M. ESPECHE, E. CAVALLERO, L. CIPOLLA, L. PEREGO, B. CABALLERO 2000. Trans Fatty Acid Content of A Selection of Foods in Argentina. *Food Chemistry*. 69, 209 – 213.
- TEKİN, A. 2007. Margarin Üretimi ve Trans Yağ Asitleri. Bilinmeyen Yönleriyle Margarin ve Beslenmedeki Rolü Konferans Notları. Mümsad Mutfak Ürünleri ve Margarin Sanayicileri Derneği. 29 Haziran 2007. İstanbul. Mümsad Yayınları, No: 1. 17 – 25.
- TURAN, Z. M. 1998. İstatistik. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları No: 78 Bursa. 207 s.
- UYLAŞER, V. 1989. Değişik Saklama Koşullarındaki Sterilize Sütlerin Kimyasal ve Mikrobiyolojik Kalite Kontrolleri. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tarım Ürünleri Teknolojisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bursa. 58 s.

- UYLAŞER, V., F. BAŞOĞLU 2004. Gıda Analizlerine Giriş Uygulama Kılavuzu. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Uygulama Kılavuzu No: 9 Bursa. 119 s.
- VARDAR, İ. 1997. Yağlardaki Sağlığa Zararlı “Trans Yağ Asidleri” Üzerine. Gıda Ekim 1997. 12 – 13.
- WAHLE, K. W. J., S. D. HEYS 2002. Cell Signal Mechanisms, Conjugated Linoleic Acids (CLAs) and Anti-Tumorigenesis. Leukotrienes and Essential Fatty Acids (2002) 67 (2-3), 183 – 186.
- WEBB, E. C., H. A. O’NEILL 2008. The Animal Fat Paradox and Meat Quality. Meat Science 80 (2008) 28 – 36.
- WIJESUNDERA, C., Z. SHEN, W. J. WALES, D. E. DALLEY 2001. Fatty Acid Composition, Including Trans Fatty Acids, of Milk from Grazing Dairy Cows Offered Grain and/or Fibre Supplements in Early Lactation. Australian Journal of Dairy Technology 56 (2) 113 – 113.
- WILLETT, C. W., R. TROISI, T. S. WEISS 1992. Trans Fatty Acid Intake in Relation to Serum Lipid Concentrations in Adult Men. American Journal Clinical Nutrition 56, 661 – 670.
- WILLETT, C. W., A. ASCHERIO 1994. Trans Fatty Acids: Are The Effects Only Marginal. American Journal Public Health 84, 722 – 724.
- WONSIL, B. J., J. H. HERBEIN, B. A. WATKINS 1994. Dietary and Ruminally Derived trans-18:1 Fatty Acids Alter Bovine Lipids. The Journal of Nutrition 124 (4) 556 – 565.
- YAYGIN, H. 1999. Yoğurt Teknolojisi. T.C. Akdeniz Üniversitesi Yayın No: 75. Antalya. 331 s.
- YAZICIOĞLU, T. 1988. Yemeklik Yağ Teknolojisi. Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ders Notları: 33. Bursa. 86 s.
- YILDIRIM, A. 2002. Türkiye’de Üretilen Margarinlerde İstenmeyen Yapısal Değişimlerin Araştırılması. Uludağ Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi. Bursa. 76 s.
- YÖNEY, Z. 1965. Süt Teknolojisi. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 249. Ders Kitabı: 88. Ankara. 289 s.
- YÖNEY, Z. 1973. Süt ve Mamulleri Muayene ve Analiz Metotları. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 491. Ders Kitabı: 165. Ankara. 182 s.
- YÖNEY, Z. 1974. Süt Kimyası. Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları: 530. Ders Kitabı: 175. Ankara. 263 s.

## ÖZGEÇMİŞ

1974 yılında Üsküdar'da doğdu. 1988–1991 yıllarında Atatürk Endüstri Meslek Lisesi Kimya Bölümü'nü birincilikle bitirdi ve aynı yıl Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Bilimi ve Teknolojisi Bölümünü kazandı. 1995 yılında Gıda Mühendisliği Bölümü'nden Bölüm Üçüncüsü olarak mezun oldu. 1995–1999 yılları arasında Uludağ Meyve Ürünleri Limited Şirketi, Nice Food Anonim Şirketi ve Özaydın Gıda Sanayi'nde üretimden sorumlu mühendis olarak çalıştı. 1999–2002 yıllarında Yüksek Lisans eğitimini Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde tamamladı. Aynı yıl doktora eğitimine başladı. 2005 yılında Türk Patent Enstitüsü'nün yapmış olduğu Marka ve Patent Vekilliği sınavında başarılı olarak Marka ve Patent Vekili oldu. 2000–2006 yılları arasında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde Araştırma Görevlisi, 2006–2007 yılları arasında ise Mardin Tarım İl Müdürlüğü Kontrol Şube Müdürlüğü'nde Gıda Denetçisi olarak çalıştıktan sonra 2007 yılında Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü'ne atandı ve halen Mikotoksin Laboratuvarında görevine devam etmektedir.

## TEŞEKKÜR

Doktora tezimin programlanmasında ve yürütülmesinde yardımlarını esirgemeyen Tez Danışmanım Sayın Hocam Prof. Dr. Fikri BAŞOĞLU'na, Bursa Gıda Kontrol ve Merkez Araştırma Enstitüsü'ne geçiş yapmam için beni ikna eden ve bu konuda asistanlığım esnasında her türlü kolaylığı gösteren Sayın Hocam Prof. Dr. Ö. Utku ÇOPUR'a, bana her zaman yol gösteren Sayın Hocam Yrd. Doç. Dr. Ozan GÜRBÜZ'e, değerli bilgilerinden faydalandığım Sayın Hocam Prof. Dr. Mehmet ÇETİN'e, MEYSÜT fabrikasında doktora çalışmama yardımcı olan ve süt örneklerimin eldesinde yardımlarını esirgemeyen Enka Süt Genel Müdürü Sayın Serdar AYDEMİR'e ve MEYSÜT yetkililerine teşekkür etmeyi bir borç bilirim. Ayrıca umutlarımın tükendiği anda bana destek olan, değerli bilgilerini hiçbir zaman esirgemeyen ve tezimin yapılmasında her türlü olanağı bana sağlayan Selçuk Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Kimya Bölümü'ndeki Sayın Hocam Doç. Dr. Hüseyin KARA'ya ve onun değerli öğrencisi Araştırma Görevlisi Filiz AYYILDIZ'a içtenlikle teşekkürlerimi sunarım. Bundan başka her zaman desteklerini esirgemeyen ve en kötü günlerimde devamlı yanımda olan, benimle üzülen ve sevinen değerli aileme de sonsuz teşekkürlerimi sunarım.