T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYNİRİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE PASTÖRİZASYON ISISININ ETKİSİ

Emine OĞUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2009

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PEYNİRİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE PASTÖRİZASYON ISISININ ETKİSİ

Emine OĞUZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA

2009

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PEYNİRİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNE PASTÖRİZASYON ISISININ ETKİSİ

Emine OĞUZ

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2009, 39 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Yrd. Doç Dr. Leyla KALYONCU
Yrd. Doç. Dr. Haluk ÖZPARLAK

Bu çalışmada, pastörizasyon sıcaklığının peynirin yağ asidi içeriği üzerine etkisi GC kullanılarak araştırılmıştır. Süt ve peynirlere uygulanan sıcaklık denemeleri 70, 75, 80, 85 ve 90 ºC'dir Genel olarak, C 16:0, Palmitik asit bütün süt ve peynir örneklerinde major yağ asidi olarak bulunmuştur. C 18:1, Oleik asit ve C 18:0, Stearik asit diğer yüksek oranda bulunan yağ asitleridir. *Trans* yağ asitlerinden 14:1 t9, Miristelaidik asit; C 16:1 t9, Palmitelaidik asit; C 18:1 t11, Vaksenik asit; C 18:2 t9,12, Linolelaidik asit ve C 18:2 t9, c12, trans9-cis12 Oktadekadienoik asit belirlenmiştir. Konjuge linoleik asitlerden Rumenik asit, *cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit ve *trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit bulunmuştur. Pastörizasyon sıcaklığının süt ve peynir örneklerinin yağ asidi kompozisyonu üzerine önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Pastörizasyon sıcaklığı, Yağ asidi kompozisyonu, *Trans* yağ asitleri, Peynir.

ABSTRACT

MS Thesis

EFFECT OF PASTEURIZATION TEMPERATURE IN FATTY ACID CONTENT OF CHEESE

Emine OĞUZ

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2009, 39 Pages

Jury: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Asist. Prof. Dr. Leyla KALYONCU
Asist. Prof. Dr. Haluk ÖZPARLAK

In this study, effect of pasteurization temperature on fatty acid content of cheese was investigated by using GC. The heat treatments applied to the milk and cheeses were 70, 75, 80, 85 and 90 ºC. Generally C 16:0 palmitic acid was major fatty acid in all milk and cheese samples. Other predominant fatty acids were C 18:1 oleic acid and C 18:0 stearic acid. C 14:1 t9 miristelaidic acid; C 16:1 t9 palmitelaidic acid; C 18:1 t11 vaccenic acid; C 18:2 t9,12 linolelaidic acid and C 18:2 t9,c12 trans9-cis12 octadecadienoic acid were determined in *trans* fatty acids. Rumenic acid (*cis*-9-*trans*-11-oktadecanoic acid) and *trans*-10-*cis*-12-oktadecanoic acid were determined in conjugated linoleic acids. Pasteurization temperatures had no significant effect on fatty acid composition of the milk and cheese samples.

Key Words: Pasteurization temperature**,** Fatty acid composition, *Trans* fatty acids, Cheese.

ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fizyolojisi-Biyokimya Araştırma Laboratuarında yürütülmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında farklı sıcaklıklarda pastörize edilen sütler ve bunlarla yapılan peynirlerin genel yağ asidi kompozisyonları, trans yağ asidi ve CLA miktarları üzerine pastörizasyon sıcaklığının etkisi araştırılmıştır.

Bu çalışma konusunu veren ve çalışmanın oluşmasındaki desteklerinden dolayı başta danışman hocam Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e teşekkür ederim. Ayrıca laboratuarda numunelerin ekstraksiyon çalışmalarında ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında yardımını gördüğüm Arş. Gör. Gökalp Özmen GÜLER'e, doktora öğrencisi Yavuz Selim ÇAKMAK'a ve Araş. Gör. Gökhan ZENGİN'e teşekkür ederim.

Süt örneklerinin temini, sıcaklık uygulamaları ve peynir üretim aşamalarında yardımını gördüğüm Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü Öğretim Üyesi sayın Prof. Dr. Nihat AKIN'a da teşekkürü borç bilirim.

KISALTMALAR

CLA: Conjugated Linoleic Acid (Konjuge Linoleik Asit)

FID: Flame Ionization Detector (Alev İyonlaştırıcı Dedektör)

GC: Gas Chromatography (Gaz Kromatografi)

HDL: High Density Lipoprotein (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein)

LA: Linoleik Asit

LDL: Low Density Lipoprotein (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)

MUFA: Mono Unsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asidi)

PUFA: Poly Unsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asidi)

RA: Rumenik Asit

SFA: Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asidi)

TFA: Trans Fatty Acid (Trans Yağ Asidi)

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT ii
ÖNSÖZ iii
KISALTMALAR iv
ŞEKİLLER ve TABLOLAR DİZİNİ vi
1. GİRİŞ 1
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI 5
2.1. Süt Ürünleri ve Pastörizasyon 5
2.2. Peynir ve Üretimi 6
2.3. Trans Yağ Asitleri ve Özellikleri 8
2.4. Konjuge Linoleik Asit ve Özellikleri 8
2.5. Yağ Asitlerinin Sağlıkla İlişkisi 10
3. MATERYAL VE METOT 12
3.1. Örneklerin Temini 12
3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler 12
3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar 13
3.7. Numunelerin Gaz Kromatoğrafi Cihazında Analizi 15
3.8. Değerlendirme 16
4. SONUÇLAR 17
5. TARTIŞMA 28
6. KAYNAKLAR 32

ŞEKİLLER ve TABLOLAR DİZİNİ

Şekil 1. Linoleik asit ile CLA'nın 9-*cis*, 11-*trans* ve 10-*trans*, 12-*cis* izomerlerinin yapısı....9

Tablo 1. Süt ve peynirlerin yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri 21

Tablo 2. Çiğ süt ile 70, 75, 80, 85 ve 90 ºC' de pastörize edilmiş sütlerin yağ asidi kompozisyonları (%) 22

Tablo 3. 70, 75, 80, 85 ve 90 ºC' de pastörize edilmiş sütlerle yapılan peynirlerin yağ asidi kompozisyonları (%).... 23

Tablo 4. 70, 75, 80, 85 ve 90 ºC' de pastörize edilmiş sütlerle yapılan tuzlu peynirlerin yağ asidi kompozisyonları (%) 24

Şekil 2. Süt örneklerinin trans yağ asidi içeriği 25

Şekil 3. Süt örneklerinin CLA içeriği.... 25

Şekil 4. Tuzsuz peynir örneklerinin trans yağ asidi içeriği 26

Şekil 5. Tuzsuz peynir örneklerinin CLA içeriği 26

Şekil 6. Tuzlu peynir örneklerinin trans yağ asidi içeriği 27

Şekil 7. Tuzlu Peynir Örneklerinin CLA içeriği 27

1. GİRİŞ

İnsan yaşamının her evresinde gerekli olan süt, C vitamini ve demir dışında makro ve mikro besin öğeleri için iyi bir kaynaktır. Özellikle çocukluk, gebelik-emziklilik ve yaşlılık dönemlerinde kemik sağlığı açısından önemlidir.

Süt ve süt ürünleri farklı düzeylerde vitamin ve mineral içerir (Sieber, 2001). Süt ve süt ürünlerine özellikle kalsiyum ve fosfor başta olmak üzere bazı önemli mineraller, protein ve riboflavin gibi bazı B grubu vitaminlerin kaynağı olarak bakıldığında halk sağlığı açısından önemli bir besin grubu olduğu hemen anlaşılacaktır. Süt ve süt ürünlerinde bulunan proteinlerin büyüme ve gelişmeye katkısı, doku farklılaşmalarındaki etkinliğinin yanı sıra; kalsiyum emilimi ve immün fonksiyonlar üzerine olumlu etkilerinin olduğu, kan basıncını ve kanser riskini azalttığı, vücut ağırlığının kontrolünde etkin olduğu, diş çürüklerine karşı koruyucu olduğu bilinmektedir (Christopher ve Nordin, 1997; Jain, 1998; Heaney ve ark., 1999; Miller ve ark., 2000; Black ve ark., 2002).

Önemli bir süt ürünü olan peynir zengin bir kalsiyum kaynağıdır. Yarı katı ve katı peynirlerde kalsiyum içeriği 6-11 g/kg arasındadır (Eichholzer ve ark., 2005). Kalsiyumun yanı sıra Mg, Zn, P açısından da oldukça zengindir. Ayrıca peynir günlük alınması tavsiye edilen A vitamini ihtiyacının %15'ini, B_2 vitamininin %10'unu, B_6 vitamininin %20'sini, B_{12} vitamininin %40'ını ve enerji ihtiyacının %10'unu karşıladığı düşünülmektedir (National Research Council, 1989).

Gıdalarda bulunan yağın yapısındaki yağ asidi bileşiminin insan sağlığı açısından önemi büyüktür. Yağ, canlılar için vazgeçilmez bir gıda maddesi olması nedeniyle gıdalarla alınması bir zorunluluktur. Yağlar vücutta sentezlenen bazı hayati moleküllerin öncülleri olmaları, enerji depolamaları, bazı vitaminleri içermeleri ve yapıdaki görevleri yönünden fizyolojik olarak önemli işlevlerin yerine getirilmesini sağlamaktadır (Murray ve ark., 2004).

Peynirin kuru ağırlığının yaklaşık %20-35'ini yağ oluşturmaktadır. Bu yağ içeriğinin büyük bir bölümü doymuş yağ asitleridir (Sieber, 2001). Süt yağları *trans* yağ asitlerini de içermektedir. *Trans* yağ asitlerinin özel bir formu olan konjuge linoleik asit (CLA) özellikle ruminant hayvanların et ve süt ürünlerinde bulunmaktadır. Peynirlerde CLA içeriği 0.1-2.5 g/kg yağ düzeylerindedir (Collomb ve ark., 2001).

Isıl işlem, mikroorganizmaların üremesine engel olmak ve sütte kaliteyi etkileyen enzim faaliyetlerinin durdurulması için uygulanmaktadır. Bu nedenle sütün sağlıklı bir şekilde tüketilebilmesi için üretiminin hijyenik koşullarda yapılması, işleme, paketleme ve depolama sırasında zaman ile sıcaklık kontrolünün iyi yapılması gerekmektedir (Walstra ve ark., 1999; Fox ve Mc Weeney, 2003).

Süte ısıl işlem uygulanırken fiziksel ve kimyasal değişiklikler oluşmaktadır. Bu değişiklikler işlenme sırasında uygulanan sıcaklığa ve süreye göre farklı seviyelerde olmaktadır. Sütün işlenmesi sırasında uygulanan sıcaklık ve süre, fabrikalarda kontrollü olarak yapılmaktadır. Ancak ev ortamında çiğ süte yapılan ısıl işlemin kontrolsüzlüğü, ısıl işlem ile oluşan değişikliklerden dolayı özellikle besin öğesi kaybı artabilmektedir. Pastörizasyon, süte 100°C altında uygulanan işlemler olarak tanımlanmaktadır. Genellikle sıcaklığa en dayanıklı mikroorganizma olan *Coxiella burnetti* ve diğer mikroorganizmaların tamamını yok etmeye yönelik bir uygulamadır. Pastörizasyon işlemi sonucunda sütte bulunan toplam canlı sayısında %95 ve üzeri bir azalma görülmektedir. Canlı sayısı bütünüyle yok edilemediği için, pastörize sütlerin dayanma süreleri bir kaç gün ile sınırlanmaktadır. Süte uygulanan değişik pastörizasyon biçimleri olmakla birlikte, Türkiye'de genellikle 12-16 saniye süre ile 72-80°C'lik ısı uygulaması yapılmakta ve bakteri redüksiyonu %95- 98 oranında kalmaktadır (Altun ve ark., 2002).

Sütlere uygulanan pastörizasyon işlemi çeşitli şekillerde yapılabilmektedir. Günümüzde hızlı bir şekilde yapılabilmesi ve enerji tasarrufu gibi avantajları sebebiyle mikrodalga sistemler yaygın olarak uygulanmaktadır. Günümüzde bazı çalışmalarla mikrodalga gibi çeşitli sıcaklık uygulamalarının yağ asitlerinin

otooksidasyonunu ve izomerlerin çeşitli formasyonlara dönüşümünü etkilediği düşünülmektedir (Albi ve ark., 1997a,b). Rumende gerçekleşen biyohidrojenasyon sonucu süt ürünlerinde düşük seviyelerde *trans* yağ asitleri bulunmaktadır. Ancak süt ürünlerine uygulanan yüksek sıcaklık uygulaması *trans* yağ asidi seviyelerini artırmaktadır. Sütün geleneksel ısıtma metotları *trans* izomer oluşumu üzerine belirgin bir etkiye neden olmamaktadır. Pastörizasyon gibi sıcaklık uygulamaları ise CLA ve *trans* izomerleri üzerine etkili olabilmektedir. Düşük sıcaklık ve uzun süreli uygulanan pastörizasyon *trans* izomer oluşumu üzerine UHT den daha az etkili iken 95˚C de 5 dakika olarak uygulanan pastörizasyon işlemi daha etkilidir. Çünkü yağ asitlerinin izomerizasyonu daha yüksek sıcaklık uygulamasının bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır (Semma, 2002).

Isıl işlemler sonucu *trans* yağ asidi içeriği artmış olan sütler kullanılarak üretilen çeşitli süt ürünleri de *trans* yağ asitlerini yüksek oranlarda içermekte ve bu yüzden *trans* yağ asidi alım kaynağı olmaktadır. Peynir ülkemizde özellikle kahvaltılarda vazgeçilmez olan bir gıdadır. Toplumda yaygın olarak tüketilen gıdaların başında gelmektedir. Ancak ülkemizde peynir yapımı sırasında uygulanan pastörizasyon sıcaklığının etkisi hakkında fazla araştırma bulunmamaktadır. Bu nedenle bu araştırma önemli bir boşluğu dolduracak niteliktedir.

Çeşitli süt ürünlerinde bulunan *trans* yağ asidi miktarlarının belirlenmesi bunların alımının kısıtlanabilmesi açısından önemlidir. Bir süt ürünü olan peynirlerin *trans* yağ asidi miktarlarının araştırılması da ülkemizde de yaygın olarak tüketilen bu gıdanın üretim aşamasında uygulanan pastörizasyon gibi çeşitli sıcaklık uygulamalarının yağ asidi kompozisyonu üzerine ve bu sayede de sağlığa etkilerinin belirlenmesi oldukça önemlidir. Precht ve ark. (1999) süt yağlarında *trans* yağ asiti varlığını tespit ederken, yüksek sıcaklık uygulamalarının *trans* yağ asiti miktarlarında artışlara neden olduğunu bildirmektedirler. Süt ürünleri besinsel kolesterolün temel kaynakları arasındadır. Bu şekilde ruminant hayvanlarda biyohidrojenasyonla doğal olarak oluşan *trans* yağ asidi izomerlerinin miktarlarının süte uygulanan çeşitli ısıl işlemler sonucunda nasıl etkilendiği de belirlenmiş olacaktır. Böylece sağlık açısından oluşabilecek olumsuz etkiler minimuma

indirilebilecektir. *Trans* yağ asitleri kan lipoproteinleri üzerinde yan etkilere dolayısıyla da koroner kalp hastalıkları riskinin artmasına neden olmaktadır. Buna bağlı olarak da bu tür yağ asitlerini daha yüksek düzeylerde alan kişilerde koroner kalp hastalıkları riskinin arttığı gösterilmiştir (Wood ve ark. 1993; Zock ve Katan, 1997).

Bu çalışmada peynir yapımı sırasında uygulanan pastörizasyon ısısının peynirin yağ asidi bileşimi üzerine herhangi bir etkisinin olup olmadığı araştırılmıştır. Sırasıyla 70, 75, 80, 85 ve 90˚C'de 5 dakika süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulan sütlerle tuzlu ve tuzsuz peynirler oluşturularak, bu peynirlerde pastörizasyon sıcaklığının yağ asidi bileşimine etkisini ortaya çıkarmak amaçlanmıştır.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Süt Ürünleri ve Pastörizasyon

Süt; içerdiği protein, laktoz, mineral maddeler, vitamin ve yağ yönünden oldukça zengin bir besin maddesidir. İçerdiği kazein proteini ve bir karbohidrat olan laktoz sütün değerini daha da arttırmaktadır. Sütte bulunan esansiyel aminoasitlerin özellikle çocuklarda gelişmeyi olumlu yönde etkilediği bilinmektedir. Laktozun yapısında bulunan galaktozun da beyin hücrelerinin gelişimindeki payı büyüktür. Sütte bulunan kalsiyumun kemik gelişimini artırdığı ve ileri yaşlarda görülen kemik erimesini engellediği unutulmamalıdır. Süt yağının yaklaşık üçte ikisi doymuş, kalanı doymamış yağ asitlerinden oluşmuştur. Süt mineral maddeler açısından kalsiyum ve fosfordan zengin, demir yönünden fakirdir. Ayrıca yağda eriyen vitaminler ve B vitaminleri açısından iyi bir kaynaktır (İnal, 1990; Baysal, 2007).

Süt yağları, doğada çok geniş bir çeşitliliğe sahip olan yağ asitleri içeriğine bakıldığında yenilebilen yağlar içinde en kompleks olanıdır. Ayrıca kanserli hücrelerde apoptozis ve farklılaşmayı azaltıcı ve kanserli hücrelerin çoğalmasını önleyen önemli bir inhibitör olan bütirik asidi içeren ender gıda ürünlerinden biri olması yönüyle de büyük ilgi kazanmaktadır (Ledoux ve ark., 2005).

Pastörizasyon, gıda sanayisinde, besin maddelerini hastalık yapıcı mikroorganizmalardan arındırmak amacıyla uygulanan ısıtma yöntemidir. Peynire işlenecek sütün uygun pastörizasyonuyla; hijyenik açıdan istenmeyen *Brucella abortus, Mycobacterium tuberculosis, Coxiella burnetti* ile kötü tat ve koku oluşturan, peynir yapısında bozukluklara neden olan koliform ve bütirik asit bakterilerinin öldürülmesi sağlanmış olur (Öksüz, 1989). Peynir yapımında pastörizasyon sıcaklığı ve süresi çok önemlidir. Süt aşırı derecede ısıtıldığı zaman maya ve pıhtılaşma yeteneği azalmaktadır (Üçüncü, 1984; Öksüz, 1989).

Peynire işlenecek olan sütlerde pastörizasyon sıcaklığı özellikle az yağlı peynir üretiminde önemlidir. Az yağlı peynir üretiminde ağızdaki kremamsı hissi yaratmak ve istenen tekstürü elde edebilmek için pıhtının nem içeriğinin normalden yüksek olması gerektiği bildirilmektedir (Banks ve ark., 1989; Bryant ve ark., 1995; Broadbent ve ark., 2001). Buna bağlı olarak peynirin randımanı da etkilenmektedir. Pıhtıda tutulan su miktarını artırmak için başvurulan yollardan bazıları; yüksek pastörizasyon sıcaklığı, düşük pişirme sıcaklığı, kısa pişirme süresi, pıhtının yıkanmasıdır (Drake ve Swanson, 1995). Ancak sadece nem içeriğini artırarak tam yağlı peynirin özelliklerine benzer özellikler elde etmek pek mümkün olmamaktadır.

2.2. Peynir ve Üretimi

Peynir; yağlı süt, krema, kısmen veya tamamen yağı alınmış süt, yayıkaltı veya bunların birkaçının veya tümünün karışımının, peynir mayası enzimi (rennin) veya zararsız organik asitlerle pıhtılaştırıldıktan sonra; peynir suyunun ayrılması, pıhtının şekillendirilmesi ve tuzlanmasıyla elde edilen, taze veya olgunlaştırıldıktan sonra tüketilen bir süt mamulü olarak tanımlanmaktadır (Üçüncü, 1999). Peynir, sütteki suyun % 80-90'ının ve genelde laktozun, peynir suyu proteinleri ve eriyebilir süt tuzlarının büyük bir kısmının atılmasıyla sütteki kazein, yağ ve kolloidal tuzların 6-12 kat konsantre olduğu dehidrasyon işlemi ile hazırlanır. Ancak bu tanım peynir altı suyundan ve yeni tekniklerle (örneğin ters osmozis) ile yapılanları kapsamamaktadır. Bu sebeple peynir altı suyundan yapılan peynirler için "süt veya süt yağı ihtiva eden veya etmeyen peynir altı suyunun koagulasyonu veya yoğunlaştırılmasıyla elde edilen ürün" tanımı yapılmıştır (Çağlar, 1992). Gıda Maddeleri Tüzüğü'nde peynir; "çiğ, pastörize ya da 72°C'de 2 dk ısıtılmış sütlerin peynir mayası ya da zararsız bir asit ile pıhtılaştırılıp işlenmesi ve belli bir olgunlaşma süresi geçirmesi sonucu elde edilen tadı, kokusu ve kıvamı kendine özgü bir süt ürünüdür" şeklinde tanımlanmaktadır (Ercoşkun, 1984).

Peynir genellikle 5 esas safhada imal edilir. Bu safhalar:

- Sütün hazırlanması,

- Asit veya enzimle sütün pıhtılaştırılması,
- Teleme elde etmek için peynir suyunun ayrılması,
- Telemenin işlenmesi,
- Peynirin olgunlaştırılmasıdır (Başaran, 1990).

Peynirde olgunlaşma aşamasında; mayadan, sütten ve mikroorganizmalardan gelen enzimler tarafından proteinler, karbohidratlar ve yağlar biyokimyasal değişimlere uğrayarak; peynirde, peptitler, aminler, laktik asit, alkoller, esterler ve yağ asitleri gibi bir çok ürün oluşmaktadır. Bu ürünler de peynirlerin tat, koku ve yapılarını belirlemektedir (Çağlar, 1992). Peynirlerin tat, koku gelişimi mikrobiyolojik, biyokimyasal ve teknolojik olarak çok kompleks bir prosestir (Ayad ve ark., 2000). Olgunlaşma sırasında meydana gelen lipoliz olayı, süt yağının mikroorganizmalarca oluşturulan lipaz enzimi ile serbest yağ asitlerine parçalanmasıdır. Mikroorganizmalardan gelen dehidrogenazların etkisi ile doymuş yağ asitleri α-ketonik asitlere dönüşmekte ve dekarboksilasyon yoluyla aroma maddeleri olan metil ketonlara kaynaklık etmektedir (Öztek, 1991).

Tuz, peynire tat vermek, peynir suyu oranını ayarlamak, yapıyı düzeltmek, peynirin dayanıklılığını artırmak, peynir yüzeyinde kabuk oluşumunu kolaylaştırmak ve peynir florasını ayarlayıcı ve selekte edici etkisinden yararlanarak olgunlaşmayı düzenlemek amacıyla kullanılan bir maddedir (Üçüncü, 1994).

Peynirin yapısındaki yağ miktarı, besinsel kalitesi ve duyusal özellikleri üzerinde büyük bir rol oynar. Peynirin sertlik derecesi yağ asidi bileşimiyle doğrudan ilişkilidir. Buna göre peynirdeki yağ asitlerinin doymamışlık derecesi arttıkça daha yumuşak bir yapıya sahip olmaktadır (Bugaud ve ark., 2001). Buradan hareketle peynirdeki yüksek doymuş yağ asidi ve *trans* yağ asidi içeriği kardiyovasküler sağlık açısından potansiyel olumsuzluklara neden olabilir ve tüketimi sınırlanmalıdır (Zock, 2006).

2.3. *Trans* Yağ Asitleri ve Özellikleri

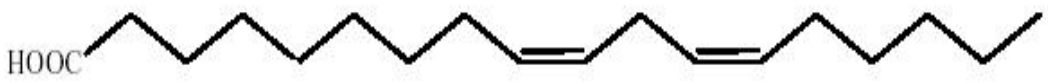
Doymamış yağ asitlerinde çift bağı oluşturan karbon atomlarına bağlı olan hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise *cis*, farklı tarafında ise *trans* izomerler oluşur. Geometrik izomerler olan *trans* izomerlerin oluşabilmesi için yağ asidinin en az bir çift bağ içermesi gerekmektedir (Larque ve ark., 2001). *Trans* yağ asitleri *trans* konfigürasyonda bir veya daha fazla çift bağ içeren yağ asitleridir. Bitkisel ve hayvansal yağlardaki yağ asitlerinin çoğunluğu *cis* konfigürasyonundadır. *Trans* formasyon, *cis* formundaki sıvı bitkisel yağların endüstriyel hidrojenasyonu esnasında oluşur. Ayrıca sıvı bitkisel yağların linoleik ve linolenik asitler gibi çoklu doymamış yağ asitlerinin deodorizasyon sırasında uygulanan yüksek sıcaklık (200ºC) sonucu da *trans* yağ asitleri oluşabilmektedir. Burada oluşan izomerlerin miktarı deodorizasyonun teknolojik şartları ve zamana bağlıdır (Bhanger ve Anwar, 2004).

Bunlardan başka *trans* yağ asitleri ruminantların rumeninde bakteriyel biyohidrojenasyonun sonucunda doğal olarak da oluşmaktadır (Dionisi ve ark., 2002). Biyohidrojenasyon hidrokarbon zincirinde birden fazla çift bağ içeren besinsel yağ asitlerinin enzimatik hidrojenasyonu şeklinde oluşur. Bu işlem ruminantların rumeninde mikroorganizmalar tarafından üretilen bir enzimle katalizlenmesi sonucu oluşur (Schwarz, 2000). Bu şekilde biyohidrojenasyonun bir ürünü olan vaksenik asit (t11 oktadekanoik asit) bütün süt ürünlerinde bulunur (Enig ve ark., 1983; Precht ve Molkentin, 1996).

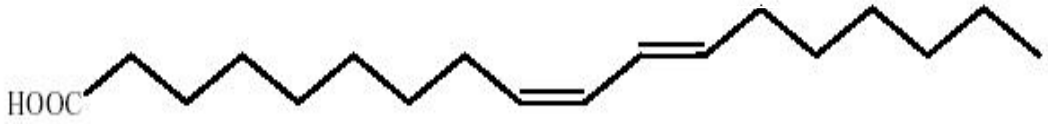
2.4. Konjuge Linoleik Asit ve Özellikleri

Konjuge linoleik asit omega-6 esansiyel yağ asidi olan linoleik asit (LA)'in geometrik ve pozisyonel izomerini kapsar. Doğal kaynaklarda bulunan major izomer rumenik asit (*cis*-9, *trans*-11 oktadekanoik asit) olup toplam CLA'nın %84'ünü oluşturmaktadır (Steinhart ve ark., 2003). İzomerler *in vivo* farklı aktiviteye sahip olduğundan ayırımları önemlidir (Kelly, 2001).

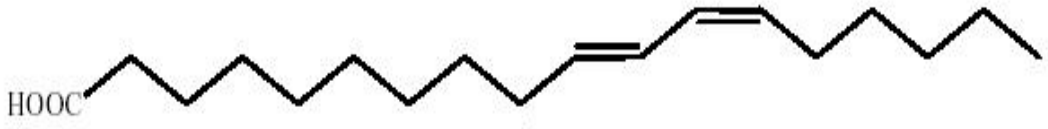
Bu yağ asidinin en önemli kaynağı geviş getiren hayvanların vücut dokuları ve özellikle de yağ dokusu ile süt ve süt ürünleridir (Kelly, 2001; Wahle ve ark., 2004). CLA'nın 9-*cis*,11-*trans* izomeri rumenik asit (RA) olarak isimlendirilir ve geviş getiren hayvanların rumeninde diyetle alınan linoleik asidin (LA) bakteriyel hidrojenasyonu ile oluşur. RA, geviş getiren hayvanların yağ dokusunda bulunan total CLA'nın %90'nından fazlasını oluşturan major izomerdir (Terpstra, 2004; Wahle ve ark., 2004).



cis-9, cis-12 oktadekadienoik asit (linoleik asit)



cis-9, trans-11 oktadekadienoik asit (rumenik asit)



trans-10, cis-12 oktadekadienoik asit

Şekil 1. Linoleik asit ile CLA'nın 9-*cis*,11-*trans* ve 10-*trans*, 12-*cis* izomerlerinin yapısı

Süt ürünlerindeki CLA konsantrasyonu hayvanın diyetine bağlı olarak 2.9'dan 8.92 mg CLA/g yağa varan oranlarda ve total CLA'nın %73-93'ü 9-*cis*,11-*trans* olacak şekilde değişir (Kelly, 2001; Wahle ve ark., 2004). Sütte ve sığır etinde bulunan CLA'nın miktarı hayvanın diyetine bağlı olarak merada otlayan hayvanlarda lineer olarak artarken, yeşil ot alımının azalmasına paralel olarak düşmektedir (Kelly, 2001).

Sütteki CLA'nın miktarı diyetteki değişikliklerle, mesela diyete LA içeren ayçiçek yağı veya linolenik asit içeren balık yağı gibi çoklu doymamış yağ asitleri

(PUFA)'nin ilave edilmesi ile de artırılabilir (Bauman ve ark., 2000; Baer ve ark., 2001; Kelly, 2001).

Diyetteki CLA'nın en önemli kaynağı ruminant hayvanların etidir. Almanya'da diyetle alınan CLA'nın %25'i et ve et ürünlerinden gelmektedir (Fritsche ve Steinhart, 1998). Bu oranın Amerika'da %32 olduğu tahmin edilmektedir (Ritzenthaler ve ark., 2001).

Peynir diyete önemli bir miktarda CLA sağlamaktadır. Peynirin CLA içeriği starter kültür, sütün elde edildiği hayvanın otlatılması gibi faktörlere göre değişmektedir. Fransa'da çeşitli peynirlerin yağında CLA içerikleri 5.3-15.8 mg/g olarak bulunmuştur (Lavilloniere ve ark., 1998). İtalya'da merada otlatılan hayvanların sütünden yapılan peynirlerin yağında ise CLA içerikleri 13.9-19.9 mg/g gibi daha yüksek düzeylerde belirlenmiştir (Prandini ve ark., 2001).

2.5. Yağ Asitlerinin Sağlıkla İlişkisi

Bugün klinik ve epidemiyolojik çalışmalar birçok kronik hastalığın diyetteki yağ asidi tipine bağlı olduğunu göstermiştir (WHO, 2003). Yağ asitleri ve hastalık ilişkisini tahmin edebilmek için gıdaların yağ asidi içeriklerini gösteren kompozisyon tablolarını elde etmek gerekmektedir (Burlingame, 2003).

Doymamış yağların hidrojenasyonu sonucu oluşan *trans* yağ asitleri kan lipoproteinleri üzerinde yan etkilere dolayısıyla da koroner kalp hastalıkları riskinin artmasına neden olmaktadır. *Trans* yağlar, LDL (kötü) kolesterolü artırırken HDL (iyi) kolesterolü düşürmektedir (Wood ve ark., 1993; Zock ve Katan, 1997). Koroner kalp hastalıkları dünyada pek çok ülkede başlıca ölüm nedenlerinden birisidir. Bu hastalıklar birçok risk faktörüne bağlı olarak ortaya çıkabilmektedir. Besinsel faktörler arasında yer alan diyetle alınan toplam yağ miktarı ve yağın tipi koroner kalp hastalıkları riskinin belirlenmesinde önemli bir rol oynamaktadır (Hu ve ark.,

2001). Bunlara ek olarak *trans* yağ asitlerinin yüksek düzeylerde alımı hücreler arası adezyon moleküllerinin çözünmesi sonucu endoteliyal bozukluklarla ilişkili olduğu belirtilmektedir (Lopez-Garcia ve ark., 2005). Diyetteki *trans* yağ asitleri doymuş yağlarla değiştirildiğinde endoteliyal fonksiyonların düzelmeye başladığı bildirilmiştir (de Roos ve ark., 2001).

Özellikle ruminant hayvan kaynaklı et ve süt ürünlerinde bulunan CLA ise sağlık açısından faydalı etkilere sahiptir. Antikanserojen etkisinin keşfedilmesinden (Ha ve ark., 1987) sonra CLA büyük ilgi çekmiş ve araştırmaların yoğunlaşması sonucu sağlığa faydalı pek çok etkisi bulunmuştur. Bazı araştırmacılar ise %1 (wt/wt) oranında CLA alımının adipositte apoptozisi indükleyerek beyaz yağ dokusu kitlesini azalttığını bildirmişlerdir (Tsuboyama-Kasaoka ve ark., 2000). Yine, CLA'in in vitro adiposit proliferasyonu ve farklılaşmasını inhibe ettiği gösterilmiştir (Brodie ve ark., 1999). CLA'nın hayvanlarda (Jiang ve ark., 1998; DeLany ve ark., 1999; Tsuboyama-Kasaoka ve ark., 2000; Kelly, 2001) ve bireysel farklılıklar olmakla birlikte insanlarda da (Medina ve ark., 2000; Riserus ve ark., 2002) insülin seviyesini artırdığı gösterilmiştir.

Hayvan deneylerinde diyetle alınan CLA'nın prostat ve kolon kanserlerinde antikanserojen (Schonberg ve Krokan 1995; Cesano ve ark., 1998; Ochoa ve ark., 2004) ve akciğer metastazında antimetastatik etkisi bulunduğu belirtilmiştir (Liew ve ark., 1995). Öte yandan CLA'nın en çok meme kanseri üzerine olan etkisi araştırılmıştır. CLA'nın ratlarda meme kanseri insidansını azalttığı ve bu koruyucu etkisinin doza bağlı olduğu gösterilmiştir (Ip ve ark., 1995). Aynı araştırmacılar CLA'nın meme gelişmesi süresince alındığı zaman sonrasında CLA alımına devam edilmese de tümör gelişmesine karşı koruyucu etkisinin olduğunu belirtmişlerdir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Örneklerin Temini

Süt örnekleri S.Ü. Ziraat Fakültesi Çiftliği'nden temin edilmiş ve aşağıdaki işlemler uygulanmıştır:

- Çiğ süt (Tam yağlı %3.5, inek sütü)
- Isıl işlem (70, 75, 80, 85, 90ºC'de 5 dk)
- Soğutma (35 ºC±2ºC)
- $CaCl_2$ ilavesi (%0.02)
- Starter kültür ilavesi (%1)
- Maya testi (Farklı sıcaklıklara uygun)
- Maya ilavesi (1:16000 kuvvetinde)
- Pıhtılaşma (Yaklaşık 45 dk)
- Pıhtı kesimi (Yaklaşık 1 cm^3)
- 1. baskılama (Kendi ağırlığıyla)
- 2. baskılama (Toplam baskılama süresi 1.5-2 saat)
- Teleme kesim
- Tuzlu peynir (%8 tuz), tuzsuz peynir (%0 tuz)
- Olgunlaştırma (+4ºC)

3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

- Santrifüj
- Gaz kromatografisi (GC), HP Agilent 6890 N
- FID (Flame Ionization Dedector) dedektör
- Gaz kromatografi kolonu, Agilent HP–88 kapillar kolon; uzunluk: 100 m, iç çap (id): 0.25 mm, film kalınlığı 0.2 μm

3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar

Kullanılan kimyasal maddeler kromatografik saflıktadır.

- Hekzan, Merck
- Etanolde % 0.6'lık HCl çözeltisi
- Metanolik KOH (2 N) çözeltisi
- Doymuş NaCl
- Saf su

3.4. Süt Numunelerinin Homojenleştirilmesi

- 40 g yoğurt numunesi bir tüpe alındı.
- Üzerine 1 ml doymuş NaCl konuldu.
- Üzerine 18 ml (0.0625 M) HCl + Etanol çözeltisi (2.59 ml HCl, 497.41 ml Etanol) ilave edildi.
- Ayırma hunisinde 1 dk çalkalandı.

3.5. Süt Numunelerinin Ekstraksiyonu

Numunelerin yağ asidi ekstraksiyonlarında Erickson ve Dunkley (1964)'nın metotlarından yararlanılmıştır.

- Sonrasında 10 ml hexan ilave edildi ve 10 dk sallandı (elle).
- 5 dk santrifüj (500 g'de) edildi.
- Üstteki tabaka alındı.

- 20 ml saf su ile yıkandı.
- Tekrar çalkalama ve santrifüj işleminden sonra üst tabaka viale alındı.
- 1.2 gr susuz Na_2SO_4 (sodyum sülfat) ile 15 dk kuruması için beklendi.

3.6. Süt numunelerinin Metilleştirme İşlemi

Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri için metilleştirilmeleri AOCS (1997)'nın metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

- 200 mg yağ numunesi alındı.
- Ardından 2 ml n-hexan ilave edildi.
- Bu karışımın üzerine 0.1 ml 2 N metanolik KOH ilave edildi ve 30 sn iyice karıştırıldı.
- Arkasından oluşan üst tabaka çekilerek analiz için GC'ye verildi.

3.7. Peynir Numunelerinin Homojenleştirme İşlemi

Süt numuneleri kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesi ile ultratoraxda 24000 dev/dk'da 5 dk homojenleştirilip, homojenat whatman filtre kâğıdından süzülmüştür.

3.8. Peynir Numunelerinin Ekstraksiyon İşlemi

Numunelerin yağ asidi ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nın metotlarından yararlanılmıştır. Süzüntü hazırlanan rotary evoporatör kabına aktarılıp 65ºC'de çözücü uçurulmuştur. Rotary evoporatör kabı içindeki maddeler

kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesiyle çözülerek 30 ml'lik sabunlaştırma şişelerine alınmıştır.

3.9. Peynir Numunelerinin Metilleştirme İşlemi

Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri için metilleştirilmeleri AOCS (1997)'nın metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir.

- 200 mg yağ numunesi alındı.
- Ardından 2 ml n-hexan ilave edildi.
- Bu karışımın üzerine 0.1 ml 2 N metanolik KOH ilave edilir ve 30 sn iyice karıştırıldı.
- Arkasından oluşan üst tabaka çekilerek analiz için GC'ye verildi.

3.10. Numunelerin Gaz Kromatografi Cihazında Analizi

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

Gaz kromatografta injektör bloğu sıcaklığı 250˚C, dedektör bloğu sıcaklığı 280˚C olarak ayarlanmıştır. Kolona sıcaklık programı uygulanmıştır. Kolonun başlangıç sıcaklığı 60˚C olarak ayarlanmış, bu sıcaklıkta 1 dk bekletilmiş daha sonra dk'da 20C° artarak 190˚C'ye ulaşılmıştır. Bu sıcaklıkta 60 dk bekletilmiştir. Bu sıcaklığı takiben dk'da 1˚C artarak 220˚C'ye ulaşılmış ve bu sıcaklıkta 42.5 dk bekletilmiştir. Sonuçta analizler 140 dk'da tamamlanmıştır.

Gaz kromatografın gaz akış hızları hidrojen: 45 ml/dk, kuru hava: 400 ml/dk ve taşıyıcı gaz olarak kullanılan helyum: 0.5 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Analiz için metilleştirilmiş yağ asidi numunelerinden 1µl GC'ye enjekte edilmiştir.

3.11. Değerlendirme

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

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada, Ziraat Fakültesi Çiftliği'nden elde edilen sütlerden sırasıyla 70, 75, 80, 85 ve 90˚C de 5 dk pastörizasyon işlemine tabi tutulan sütler ve bu sütlerle yapılan tuzlu ve tuzsuz peynirlerin yağ asidi kompozisyonu, *trans* yağ asidi ve CLA içeriklerinde değişiklik olup olmadığı araştırılmıştır. Ayrıca tuzlu ve tuzsuz olarak yapılan iki grup arasında yağ asidi bileşiminde farklılık oluşup oluşmadığı da incelenmiştir. Tüm ürünlerden 3 adet alınarak laboratuarda homojenleştirme, ekstraksiyon ve metilleştirme işlemleri yapılmıştır. Daha sonra her numunenin analizi gaz kromatografisinde 3 tekrar halinde yapılarak doymuş yağ asitleri (saturated fatty acids=SFAs), tekli doymamış yağ asitleri (monounsaturated fatty acids=MUFAs), aşırı doymamış yağ asitleri (polyunsaturated fatty acids=PUFAs), *trans* yağ asitleri (*trans* fatty acids=TFAs) ve konjuge linoleik asit (conjugated linoleic acid=CLA) yüzdeleri belirlenmiştir.

İncelenen süt ve peynir numunelerinin yağ asidi bileşimi incelendiğinde 4-22 arasında karbon sayılarına sahip yağ asitleri bulunduğu tespit edilmiştir. Araştırılan numunelerin genel kompozisyonunda 38 farklı yağ asidi belirlenmiştir (Tablo 1).

Ayrıca süt, normal peynir ve tuzlu peynir gruplarındaki örneklerin *trans* yağ asidi ve CLA içeriklerindeki değişimler değerlendirilerek grafik halinde verilmiştir (Şekil 2, 3, 4, 5, 6 ve 7).

4.1. Süt Örnekleri

Çiğ ve pastörize edilmiş sütlerin genel kompozisyonunda ∑ SFA, ∑ MUFA, ∑ PUFA, ∑ TFA ve ∑ CLA yüzdeleri arasında farklar gözlenmiştir. Sütlerde ∑ SFA oranı %60.96–70.33, ∑ MUFA oranı %25.23–33.64, ∑ PUFA oranı %2.78–3.62, ∑ TFA oranı %0.97–1.42 ve ∑ CLA oranı %0.47-0.64 olarak belirlenmiştir.

Sütlerde SFA'lardan C 16:0, Palmitik asit; C 14:0, Miristik asit ve C 18:0, Stearik asit major yağ asitleri olup oranları sırasıyla %32.86–40.45; %10.51–11.62 ve %6.34-8.80 arasında dağılım göstermiştir.

MUFA'lardan C 18:1, Oleik asit %20.58-27.60 arasında değişen değerlerle major yağ asidi olarak bulunmuştur. C 16:1, Palmitoleik asit %2.36-3.24 ve C 14:1, Miristoleik asit %1.24-1.64 arasında değişen değerlerle diğer yüksek orandaki MUFA'ları oluşturmaktadır.

PUFA'lardan C 18:2, Linoleik asit %1.85-2.53 oranlarıyla major yağ asidi olarak belirlenmiştir. C 18:3 n-3, α-Linolenik asit, C 20:4, Arakidonik asit ve C 18:3 n-6, γ-Linolenik asit yüksek oranda bulunan diğer PUFA'lardır.

Sütlerde TFA'lardan C 18:1 t11, Vaksenik asit %0.42-0.75 oranlarıyla en yüksek düzeyde bulunan yağ asitidir. Bundan başka C 16:1 t9, Palmitelaidik asit %0.26-0.43 ve C 14:1 t9, Miristelaidik asit %0.21-0.22 arasında dağılan oranlarıyla diğer yüksek miktarda bulunan *trans* yağ asidi izomerleridir. Ayrıca C 18:2 t9,t12 tüm örneklerde ve C 18:2 t9,c12, Linoelaidik asit üç örnekte düşük düzeylerde bulunmuştur.

Sütlerde CLA izomerlerinden rumenik asit, *cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit %0.43-0.60; *trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit ise %0.03-0.07 arasında değişmektedir (Tablo 2).

4.2. Farklı Sıcaklıklarda Pastörize Edilmiş Sütlerden Yapılan Tuzsuz Peynirler

Farklı sıcaklıklarda pastörize edilen sütlerden yapılan tuzsuz peynirler arasında ∑ SFA, ∑ MUFA, ∑ PUFA, ∑ TFA ve ∑ CLA yüzdeleri arasında farklılıklar olduğu belirlenmiştir. Peynirlerde ∑ SFA oranı %65.11–65.57, ∑ MUFA oranı %28.10–30.00, ∑ PUFA oranı %3.21-4.34, ∑ TFA oranı %1.10–1.46 ve ∑ CLA oranı %0.52-0.70 arasında değişmiştir.

Tuzsuz peynirlerde SFA'lardan C 16:0, Palmitik asit major yağ asitidir ve %36.56-37.36 oranları arasında dağılım göstermiştir. C 14:0, Miristik asit ve C 18:0, Stearik asit diğer yüksek yüzdeye sahip yağ asitleri olup sırasıyla %10.56-10.90 ve %7.32-7.81 oranlarında bulunmuştur.

C 18:1, Oleik asit %23.08-24.48 oranlarıyla major MUFA olarak belirlenmiştir. C 16:1, Palmitoleik asit %2.48-2.89 ve C 14:1, Miristoleik asit %1.36-1.45 arasında dağılım gösteren diğer yüksek orandaki yağ asitleri olarak tespit edilmiştir.

PUFA'lardan C 18:2, Linoleik asit %2.20-2.53 oranlarıyla major yağ asidi olarak belirlenmiştir. C 18:3 n-3, α-Linolenik asit; C 20:4, Arakidonik asit ve C 18:3 n-6, Linolenik asit yüksek oranda bulunan PUFA'lardır.

Tuzsuz peynirlerde TFA'lar içinde C 18:1 t11, Vaksenik asit %0.49-0.86 oranlarıyla en yüksek düzeyde bulunan *trans* yağ asitidir. C 16:1 t9, Palmitelaidik asit ve C 14:1 t9, Miristelaidik asit sırasıyla %0.32-0.39 ve %0.20-0.24 arasında dağılan oranlarıyla diğer yüksek miktarda bulunan *trans* yağ asidi izomerleridir. Yine C 18:2 t9,t12 ve C 18:2 t9,c12, Linoelaidik asit izomerleri düşük yüzdelerde bulunmuştur.

Bu peynirlerde CLA izomerlerinden Rumenik asit, *cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit ve *trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit sırasıyla %0.48-0.60 ve %0.02-0.10 arasında değişen değerlere sahip olduğu tespit edilmiştir (Tablo 3).

4.3. Farklı Sıcaklıklarda Pastörize Edilmiş Sütlerden Yapılan Tuzlu Peynirler

Farklı sıcaklıklarda pastörize edilmiş sütlerden yapılan tuzlu peynirlerde ∑ SFA, ∑ MUFA, ∑ PUFA, ∑ TFA ve ∑ CLA yüzdeleri arasında farklılık olduğu göze çarpmaktadır. Bu değerler sırasıyla %64.78-66.33, %28.48-30.02, %3.03-3.42, %1.24-1.46 ve 0.58-0.60 arasında değişmektedir.

SFA'lar kendi aralarında değerlendirildiğinde yine benzer şekilde C 16:0, Palmitik asit %36.63-37.37; C 14:0, Miristik asit %10.46-10.94 ve C 18:0, Stearik asit %7.29-8.29 arasında değişen oranlarıyla toplam SFA'nın büyük bir kısmını oluşturmaktadır.

Aynı şekilde MUFA'lardan C 18:1, Oleik asit; C 16:1, Palmitoleik asit ve C 14:1, Miristoleik asit sırasıyla %23.33-24.90, %2.62-2.84 ve %1.35-1.44 oranlarıyla en yüksek yüzdeye sahip yağ asitleridir.

C 18:2, Linoleik asit %2.13-2.26 oranlarıyla major PUFA olarak belirlenmiştir. C 18:3 n-3, α-Linolenik asit; C 20:4, Arakidonik asit ve C 18:3 n-6, Linolenik asit diğer yüksek yüzdelere sahip aşırı doymamış yağ asitleridir.

TFA izomerleri içinde C 18:1 t11, Vaksenik asit; C 16:1 t9, Palmitelaidik asit ve C 14:1 t9, Miristelaidik asit ilk üç yağ asidini oluşturmaktadır. Bunlar sırasıyla %0.63-0.89, %0.28-0.39 ve %0.22-0.23 oranlarında bulunmuştur.

Tuzlu peynirlerde CLA'nın Rumenik asit, *cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit ve *trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit olmak üzere iki izomeri belirlenmiş olup bunların sırasıyla %0.53-0.56 ve %0.02-0.07 arasında değişen değerlere sahip olduğu görülmüştür (Tablo 4).

Tablo 1. Süt ve peynirlerin yağında bulunan yağ asitleri

Karbon Sayısı	**Yaygın ve Sistematik Adı**
C 4:0	Bütirik asit
C 6:0	Kaproik asit
C 8:0	Kaprilik asit (Oktanoik asit)
C 10:0	Kaprik asit (Dekanoik asit)
C 11:0	Andesilik asit (Andekanoik asit)
C 12:0	Laurik asit (Dodekanoik asit)
C 13:0	Tridesilik asit (Tridekanoik asit)
C 13:1 ω1	Tridesenoik asit
C 14:0	Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C 14:1 ω5	Miristoleik asit (*cis*-9-Tetradekanoik asit)
C 14:1 t9	Miristelaidik asit (*trans*-9-Tetradekanoik asit)
C 15:0	Pentadesilik asit (Pentadekanoik asit)
C 15:1 ω5	Pentadekanoik asit (*cis*-9-Pentadekanoik asit)
C 16:0	Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)
C 16:1 t9	Palmitelaidik asit (*trans*-9-Hekzadekanoik asit)
C 16:1 ω7	Palmitoleik asit (*cis*-9-Hekzadekanoik asit)
C 17:0	Margarik asit (Heptadekanoik asit)
C 17:1 ω8	Margaroleik asit (*cis*-10-Heptadekanoik asit)
C 18:0	Stearik asit (Oktadekanoik asit)
C 18:1 t11	Vaksenik asit (*trans*-11-Oktadekanoik asit)
C 18:1 ω9	Oleik asit (*cis*-9-Oktadekanoik asit)
C 18:2 t9, t12	Linolelaidik asit (*trans*-9-12-Oktadekaienoik asit)
C 18:2 t9, c12	(*trans*-9-*cis*12-Oktadekadienoik asit)
C 18:2 ω6	Linoleik asit (*cis*-9-12-Oktadekadienoik asit)
CLA c9t11	Rumenik asit (*cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit)
CLA t10c12	(*trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit)
C 18:3 ω6	γ-Linolenik asit
C 18:3 ω3	Linolenik asit (α-linoleik asit, ALA)(*cis*-9-12-15- Oktadekatrienoik asit)
C 19:0	Nondesilik asit (Nonadekanoik asit)
C 20:0	Arakidik asit (Eikosanoik asit)
C 20:1 ω9	Gadoleik asit (*cis*-11 Eikosenoik asit)
C 20:4 ω6	Arakidonik asit (Eikosatetraenoik asit)
C 20:5 ω3	Eikosapentaenoik asit
C 21:0	Heneikosanoik asit
C 22:0	Behenik asit
C 22:5 ω6	Dokosapentaenoik asit
C 22:5 ω3	Dokosapentaenoik asit
C 22:6 ω3	Dokosaheksaenoik asit

Tablo 2. Çiğ süt ve 70, 75, 80, 85 ve 90ºC' de pastörize edilmiş sütlerin yağ asidi kompozisyonları (%)

Yağ Asitleri	**Çiğ Süt**	**70ºC**	**75ºC**	**80ºC**	**85ºC**	**90ºC**
C 4:0	0.15±0.01**	0.20±0.03	0.28±0.03	0.17±0.08	0.07±0.06	0.15±0.01
C 6:0	0.92±1.02	0.80±0.01	1.64±0.11	1.45±0.30	0.93±0.08	0.95±0.37
C 8:0	0.86±0.01	0.82±0.01	1.04±0.01	0.85±0.02	0.92±0.08	0.93±0.02
C 10:0	2.30±0.02	2.31±0.01	2.63±0.01	2.21±0.02	2.49±0.08	2.47±0.02
C 11:0	0.22±0.01	0.20±0.01	0.27±0.01	0.19±0.04	0.23±0.03	0.19±0.01
C 12:0	2.94±0.06	2.98±0.04	3.19±0.04	2.99±0.01	3.15±0.02	3.14±0.01
C 13:0	0.13±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	0.11±0.04	0.11±0.04	0.14±0.01
C 14:0	10.59±0.19	10.93±0.18	10.51±0.18	11.62±0.05	11.01±0.01	11.45±0.04
C 15:0	1.34±0.01	1.39±0.02	1.30±0.01	1.42±0.04	1.36±0.03	1.43±0.01
C 16:0	40.45±0.28	37.54±0.42	32.86±0.40	39.66±0.29	35.85±0.09	38.08±0.22
C 17:0	0.65±0.04	0.75±0.07	0.62±0.08	0.76±0.04	0.66±0.01	0.65±0.06
C 18:0	7.12±0.03	7.46±0.16	6.34±0.02	8.80±0.15	7.09±0.13	7.42±0.07
C 19:0	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01
C 20:0	0.02±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.06±0.02
C 21:0	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01
C 22:0	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01	0.05±0.01	0.09±0.01	0.10±0.01
Σ SFA*	**67.79**±1.70	**65.65**±0.42	**60.96**±0.43	**70.33**±0.04	**64.01**±0.21	**67.20**±0.11
C 13:1 ω1	0.14±0.01	0.15±0.01	0.15±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	0.15±0.01
C 14:1 ω5	1.38±0.04	1.43±0.02	1.64±0.02	1.24±0.04	1.54±0.02	1.46±0.01
C 15:1 ω5	0.31±0.01	0.37±0.01	0.34±0.01	0.34±0.01	0.35±0.01	0.34±0.01
C 16:1 ω7	2.58±0.12	2.81±0.18	3.24±0.40	2.36±0.13	2.92±0.15	2.62±0.08
C 17:1 ω8	0.48±0.06	0.58±0.05	0.63±0.01	0.53±0.05	0.65±0.01	0.55±0.03
C 18:1 ω9	22.89±0.16	23.89±0.49	27.60±0.42	20.58±0.08	25.49±0.22	22.81±0.02
C 20:1 ω9	0.03±0.01	0.04±0.01	0.04±0.02	0.05±0.01	0.03±0.02	0.04±0.01
Σ MUFA*	**27.81**±0.37	**29.27**±0.58	**33.64**±0.78	**25.23**±0.24	**31.12**±0.09	**27.97**±0.13
C 18:2 ω6	2.08±0.04	2.19±0.03	2.53±0.03	1.85±0.04	2.36±0.04	2.13±0.01
C 18:3 ω6	0.15±0.01	0.18±0.01	0.20±0.01	0.14±0.04	0.18±0.01	0.19±0.01
C 18:3 ω3	0.24±0.01	0.27±0.01	0.31±0.01	0.27±0.02	0.29±0.04	0.32±0.01
C 20:4 ω6	0.20±0.02	0.23±0.01	0.27±0.01	0.19±0.03	0.23±0.01	0.21±0.01
C 20:5 ω3	0.09±0.01	0.11±0.06	0.10±0.09	0.14±0.01	0.11±0.01	0.11±0.07
C 22:5 ω6	0.04±0.03	0.02±0.01	0.04±0.04	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01
C 22:5 ω3	0.07±0.01	0.09±0.04	0.09±0.04	0.07±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01
C 22:6 ω3	0.07±0.01	0.08±0.02	0.08±0.04	0.09±0.02	0.06±0.04	0.10±0.01
Σ PUFA*	**2.94**±0.11	**3.17**±0.01	**3.62**±0.52	**2.78**±0.10	**3.37**±0.11	**3.20**±0.09
C 14:1 t9	0.22±0.02	0.22±0.01	0.22±0.01	0.21±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01
C 16:1 t9	0.26±0.03	0.43±0.01	0.40±0.07	0.37±0.03	0.29±0.01	0.36±0.12
C 18:1 t11	0.53±0.06	0.75±0.02	0.61±0.05	0.63±0.13	0.42±0.02	0.52±0.02
C 18:2 t9t12	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.06±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01
C 18:2 t9c12	-	-	-	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01
Σ TFA*	**1.03**±0.06	**1.42**±0.01	**1.26**±0.13	**1.29**±0.18	**0.97**±0.01	**1.14**±0.09
CLA c9t11	0.47±0.03	0.55±0.01	0.60±0.06	0.43±0.02	0.58±0.05	0.52±0.01
CLA t10c12	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01
Σ CLA*	**0.51**±0.04	**0.59**±0.01	**0.63**±0.05	**0.47**±0.02	**0.64**±0.04	**0.59**±0.01

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. TFA: *Trans* yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit.
**Aritmetik ortalama ± Standart sapma.

Tablo 3. 70, 75, 80, 85 ve 90ºC' de pastörize edilmiş sütlerle yapılan tuzsuz peynirlerin yağ asidi kompozisyonları (%).

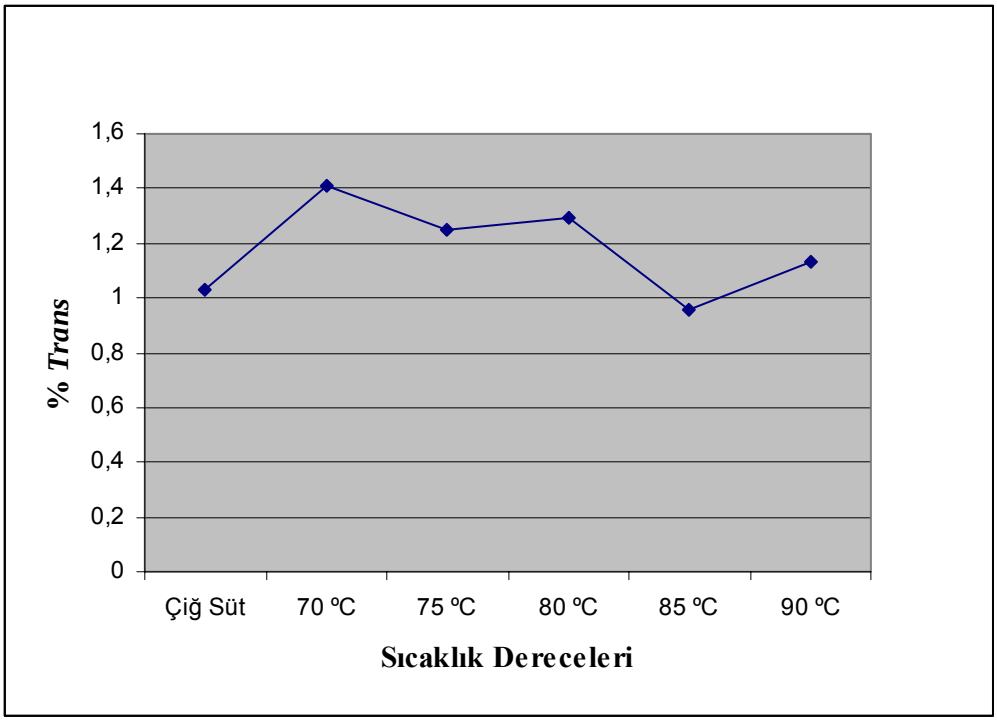
Yağ Asitleri	**70ºC**	**75ºC**	**80ºC**	**85ºC**	**90ºC**
C 4:0	0.03±0.02**	0.41±0.08	0.63±0.05	0.70±0.13	0.56±0.30
C 6:0	0.64±0.01	0.75±0.06	0.97±0.08	1.08±0.16	1.10±0.16
C 8:0	0.79±0.01	0.84±0.23	0.83±0.08	0.91±0.11	0.89±0.10
C 10:0	2.30±0.02	2.04±0.04	2.20±0.07	2.35±0.11	2.32±0.08
C 11:0	0.22±0.01	0.19±0.01	0.19±0.02	0.21±0.02	0.21±0.03
C 12:0	2.98±0.05	2.81±0.04	2.89±0.04	3.02±0.05	2.99±0.06
C 13:0	0.14±0.01	0.14±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	0.15±0.03
C 14:0	10.90±0.17	10.56±0.10	10.70±0.09	10.75±0.11	10.68±0.16
C 15:0	1.40±0.03	1.35±0.06	1.36±0.04	1.32±0.07	1.32±0.01
C 16:0	37.36±0.64	37.33±0.23	36.87±0.04	36.56±0.34	36.95±0.66
C 17:0	0.77±0.08	0.75±0.15	0.68±0.02	0.62±0.04	0.63±0.04
C 18:0	7.54±0.12	7.81±0.02	7.65±0.10	7.48±0.17	7.32±0.48
C 19:0	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.05±0.04
C 20:0	0.04±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.07±0.03	0.20±0.23
C 21:0	0.02±0.01	0.01±0.01	0.05±0.04	0.05±0.01	0.07±0.05
C 22:0	0.07±0.01	0.07±0.01	0.07±0.01	0.12±0.04	0.13±0.06
Σ SFA*	**65.22**±0.65	**65.11**±0.22	**65.27**±0.18	**65.40**±1.04	**65.57**±0.39
C 13:1 ω1	0.14±0.01	0.14±0.01	0.14±0.01	0.15±0.02	0.14±0.01
C 14:1 ω5	1.45±0.02	1.36±0.04	1.39±0.02	1.41±0.06	1.37±0.01
C 15:1 ω5	0.38±0.03	0.34±0.04	0.33±0.01	0.31±0.05	0.33±0.01
C 16:1 ω7	2.89±0.29	2.76±0.16	2.81±0.23	2.48±0.13	2.55±0.10
C 17:1 ω8	0.62±0.01	0.56±0.04	0.60±0.01	0.55±0.06	0.54±0.04
C 18:1 ω9	24.48±0.52	24.48±0.28	24.25±0.28	23.65±0.76	23.08±0.98
C 20:1 ω9	0.04±0.01	0.04±0.01	0.05±0.01	0.08±0.02	0.10±0.07
Σ MUFA*	**30.00**±0.86	**29.68**±0.25	**29.57**±0.04	**28.63**±0.69	**28.10**±0.98
C 18:2 ω6	2.27±0.13	2.38±0.25	2.22±0.12	2.53±0.48	2.20±0.37
C 18:3 ω6	0.18±0.01	0.18±0.04	0.18±0.01	0.16±0.01	0.19±0.06
C 18:3 ω3	0.27±0.06	0.25±0.01	0.27±0.04	0.23±0.03	0.32±0.11
C 20:4 ω6	0.23±0.01	0.22±0.03	0.23±0.02	0.27±0.04	0.29±0.07
C 20:5 ω3	0.09±0.02	0.08±0.01	0.18±0.01	0.39±0.06	0.56±0.52
C 22:5 ω6	0.02±0.01	0.02±0.01	0.04±0.01	0.10±0.04	0.20±0.25
C 22:5 ω3	0.07±0.03	0.07±0.01	0.13±0.05	0.14±0.01	0.29±0.23
C 22:6 ω3	0.08±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.15±0.11	0.29±0.25
Σ PUFA*	**3.21**±0.25	**3.28**±0.27	**3.34**±0.10	**3.97**±0.35	**4.34**±1.11
C 14:1 t9	0.24±0.04	0.21±0.01	0.20±0.01	0.22±0.01	0.21±0.01
C 16:1 t9	0.32±0.07	0.39±0.18	0.35±0.06	0.32±0.06	0.37±0.10
C 18:1 t11	0.49±0.01	0.81±0.03	0.81±0.11	0.86±0.01	0.68±0.08
C 18:2 t9t12	0.03±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.05±0.01
C 18:2 t9c12	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.02	0.06±0.04
Σ TFA*	**1.10**±0.10	**1.45**±0.18	**1.41**±0.06	**1.46**±0.07	**1.37**±0.08
CLA c9t11	0.54±0.04	0.52±0.03	0.48±0.01	0.54±0.02	0.60±0.11
CLA t10c12	0.03±0.01	0.02±0.01	0.04±0.01	0.07±0.04	0.10±0.06
Σ CLA*	**0.57**±0.05	**0.54**±0.01	**0.52**±0.02	**0.61**±0.06	**0.70**±0.18

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. TFA: *Trans* yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit.
**Aritmetik ortalama ± Standart sapma.

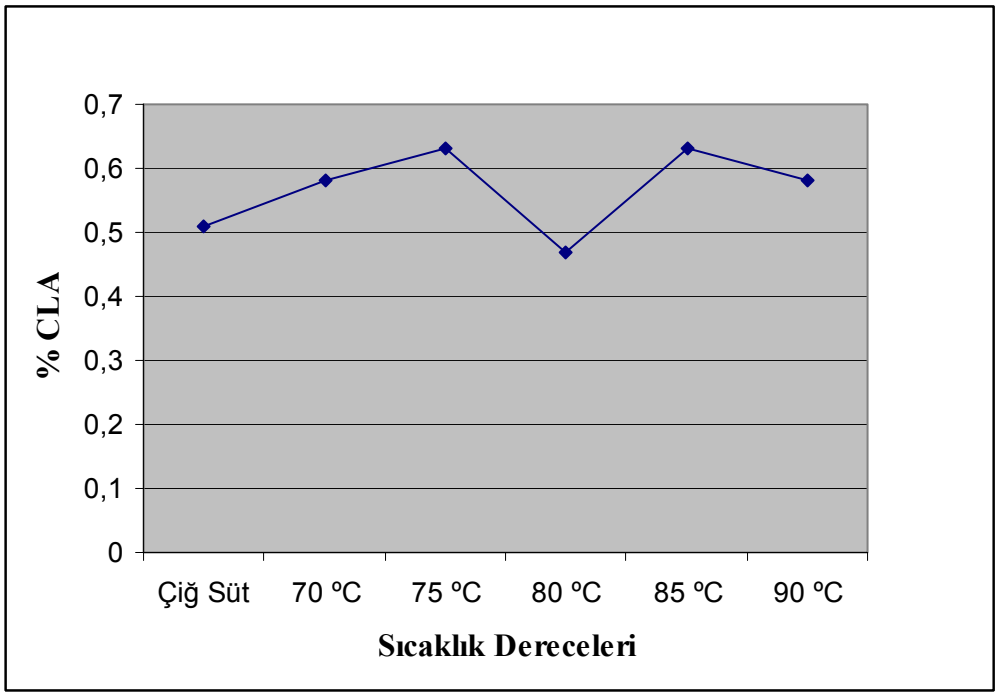
Tablo 4. 70, 75, 80, 85 ve 90ºC' de pastörize edilmiş sütlerle yapılan tuzlu peynirlerin yağ asidi kompozisyonları (%).

Yağ Asitleri	**70ºC**	**75ºC**	**80ºC**	**85ºC**	**90ºC**
C 4:0	0.57±0.08**	0.43±0.04	0.77±0.16	0.41±0.04	0.82±0.05
C 6:0	0.93±0.02	0.78±0.02	1.14±0.03	0.74±0.04	1.35±0.03
C 8:0	0.87±0.04	0.74±0.01	1.01±0.01	0.73±0.03	0.99±0.01
C 10:0	2.26±0.04	2.15±0.01	2.41±0.04	2.07±0.07	2.47±0.01
C 11:0	0.21±0.01	0.19±0.01	0.23±0.01	0.19±0.01	0.25±0.01
C 12:0	2.93±0.05	2.90±0.01	3.02±0.04	2.78±0.08	3.11±0.01
C 13:0	0.14±0.01	0.13±0.01	0.14±0.01	0.14±0.01	0.14±0.01
C 14:0	10.80±0.22	10.84±0.12	10.88±0.11	10.46±0.25	10.94±0.06
C 15:0	1.39±0.01	1.39±0.01	1.38±0.02	1.34±0.04	1.39±0.01
C 16:0	37.07±0.73	37.37±0.37	37.13±0.37	36.63±0.52	36.70±0.11
C 17:0	0.76±0.13	0.70±0.04	0.66±0.01	0.74±0.01	0.66±0.01
C 18:0	7.54±0.23	7.51±0.19	7.34±0.11	8.29±0.88	7.29±0.02
C 19:0	0.01±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01
C 20:0	0.03±0.01	0.05±0.02	0.06±0.02	0.11±0.04	0.05±0.01
C 21:0	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.06±0.01	0.06±0.03
C 22:0	0.07±0.01	0.08±0.03	0.10±0.02	0.08±0.03	0.09±0.01
Σ SFA*	**65.60**±0.74	**65.30**±0.32	**66.33**±0.65	**64.78**±0.28	**66.33**±0.01
C 13:1 ω1	0.15±0.01	0.14±0.01	0.15±0.01	0.14±0.01	0.15±0.01
C 14:1 ω5	1.43±0.01	1.41±0.01	1.44±0.02	1.35±0.04	1.44±0.01
C 15:1 ω5	0.37±0.01	0.34±0.01	0.33±0.02	0.33±0.01	0.32±0.02
C 16:1 ω7	2.84±0.21	2.80±0.02	2.62±0.04	2.67±0.16	2.62±0.08
C 17:1 ω8	0.61±0.02	0.61±0.01	0.62±0.01	0.56±0.04	0.51±0.05
C 18:1 ω9	24.09±0.50	24.19±0.23	23.33±0.73	24.90±0.36	23.39±0.37
C 20:1 ω9	0.03±0.01	0.04±0.01	0.06±0.02	0.07±0.01	0.05±0.01
Σ MUFA*	**29.52**±0.71	**29.53**±0.26	**28.55**±0.71	**30.02**±0.14	**28.48**±0.31
C 18:2 ω6	2.16±0.06	2.19±0.02	2.26±0.10	2.23±0.15	2.13±0.04
C 18:3 ω6	0.18±0.01	0.19±0.01	0.20±0.01	0.20±0.01	0.15±0.01
C 18:3 ω3	0.27±0.01	0.27±0.04	0.25±0.05	0.30±0.01	0.26±0.02
C 20:4 ω6	0.22±0.01	0.24±0.01	0.25±0.03	0.24±0.04	0.25±0.02
C 20:5 ω3	0.05±0.03	0.12±0.02	0.15±0.04	0.20±0.12	0.12±0.06
C 22:5 ω6	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01
C 22:5 ω3	0.07±0.01	0.12±0.03	0.12±0.01	0.09±0.03	0.15±0.06
C 22:6 ω3	0.06±0.01	0.08±0.01	0.11±0.01	0.11±0.02	0.10±0.04
Σ PUFA*	**3.03**±0.11	**3.24**±0.06	**3.37**±0.13	**3.42**±0.01	**3.22**±0.08
C 14:1 t9	0.23±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01	0.23±0.01	0.22±0.01
C 16:1 t9	0.39±0.04	0.28±0.04	0.33±0.08	0.30±0.05	0.34±0.03
C 18:1 t11	0.69±0.07	0.89±0.01	0.63±0.13	0.71±0.16	0.83±0.27
C 18:2 t9t12	0.03±0.01	0.05±0.02	0.03±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01
C 18:2 t9c12	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01
Σ TFA*	**1.36**±0.12	**1.46**±0.01	**1.24**±0.20	**1.31**±0.20	**1.45**±0.26
CLA c9t11	0.56±0.01	0.54±0.03	0.53±0.04	0.53±0.06	0.53±0.04
CLA t10c12	0.02±0.01	0.03±0.02	0.07±0.02	0.04±0.01	0.06±0.01
Σ CLA*	**0.58**±0.01	**0.57**±0.01	**0.60**±0.01	**0.57**±0.04	**0.59**±0.04

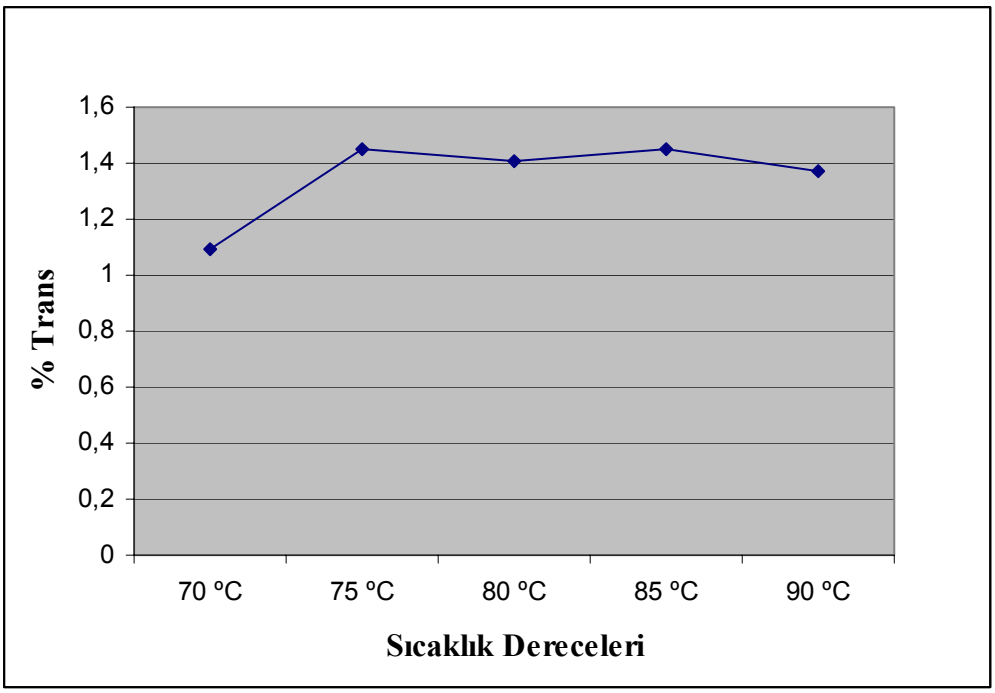
*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi. TFA: *Trans* yağ asidi. CLA: Konjuge linoleik asit.
**Aritmetik ortalama ± Standart sapma.



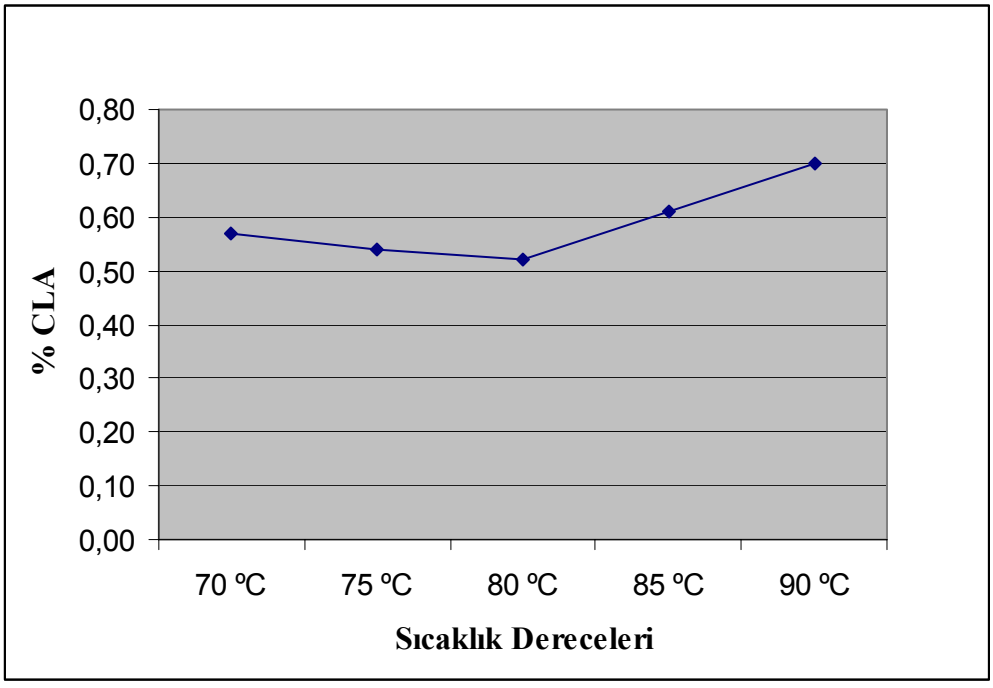
Şekil 2. Süt örneklerinin *trans* yağ asidi içeriği (%).



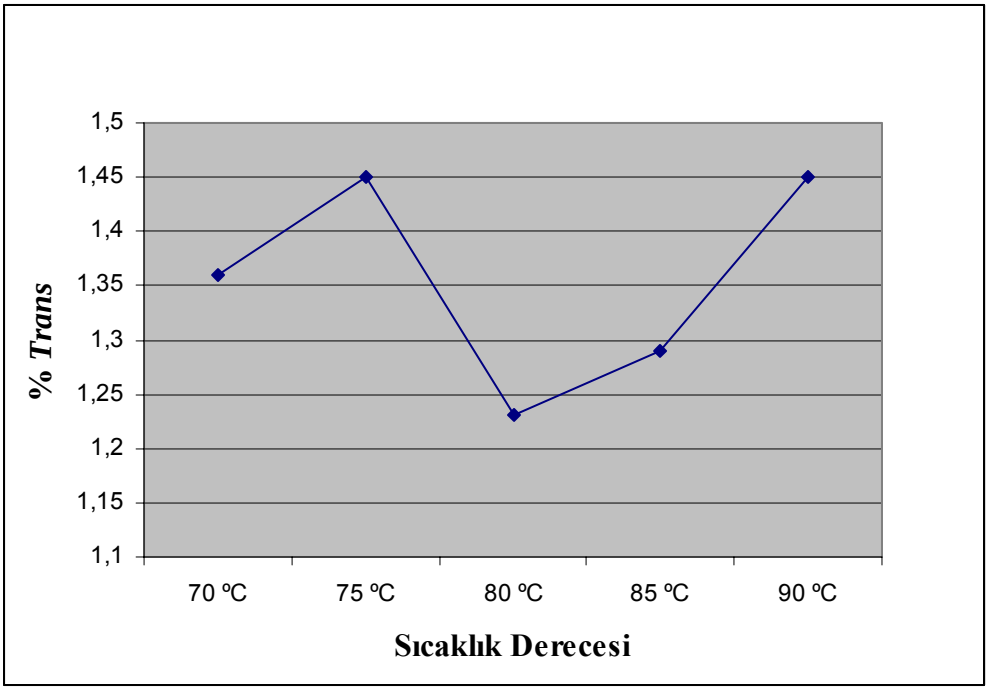
Şekil 3. Süt örneklerinin CLA içeriği (%).



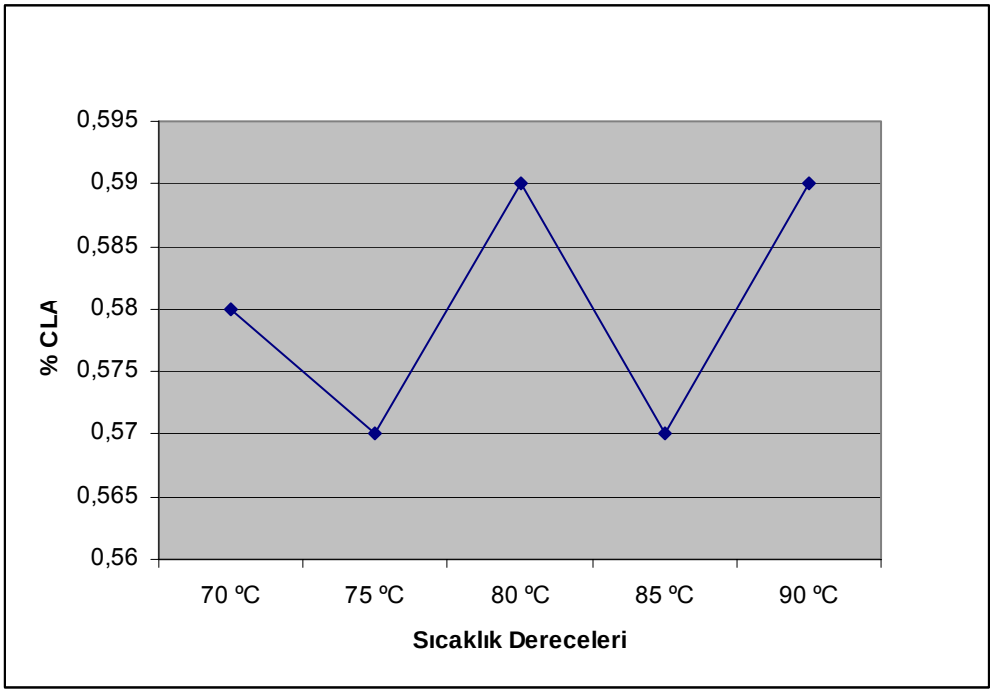
Şekil 4. Tuzsuz peynir örneklerinin *trans* yağ asidi içeriği (%).



Şekil 5. Tuzsuz peynir örneklerinin CLA içeriği (%).



Şekil 6. Tuzlu peynirlerin *trans* yağ asidi içeriği (%).



Şekil 7. Tuzlu peynir örneklerinin CLA içeriği (%).

5. TARTIŞMA

İncelenen süt ve peynir örneklerinde 4-22 arasında karbon sayılarına sahip 38 farklı yağ asidi tespit edilmiştir. Bunlar içinde C 14:1, Miristoleik asit, C 16:1, Palmitoleik asit ve C 18:1, Oleik asit'in birer *trans*, C 18:2, Linoleik asit'in 2 adet *trans*, bir adet *cis* izomeri ile konjuge izomerleri olan rumenik asit, *cis*-9-*trans*-11-Oktadekanoik asit ve *trans*-10-*cis*-12-Oktadekanoik asit bulunmuştur. Ayrıca C 18:3, Linolenik asit'in ω3 ve ω6, olmak üzere iki izomeri belirlenmiştir.

Bazı araştırıcılar tarafından pastörizasyon işleminin doğal süt lipazını inaktive ettiği (Deeth ve Fitz-Gerald, 1983) ve bunun sonucu olarak pastörize sütle yapılan peynirin serbest yağ asitlerinde düşme meydana geldiği ileri sürülmüştür (Gaya ve ark., 1990).

Sütlere uygulanan pastörizasyon (85˚C'de 16 sn veya 95˚C'de 5 dk) ve UHT (140˚C'de 4 sn) işlemleri sonucunda *trans* izomer oluşumunda önemli bir etkiye sahip olmadığı görülmüştür. Diğer taraftan 63˚C'de 30 dk veya 95.8˚C'de 5 dk mikrodalgada ısıtma işlemi *trans* izomerlerinde önemli bir artışa neden olmaktadır. Geleneksel metotla ısıtılan çiğ koyun sütü ve peynirlerden ekstrakte edilen yağ içeriğindeki *trans* izomerlerinde önemli bir değişim olmazken, mikrodalga fırında tekrar ısıtılan peynirlerde de *trans* izomerleri artış göstermiştir. Buna göre mikrodalga fırında 5 ve10 dk ısıtılan peynirlerde *trans* izomerlerin oranı sırasıyla %2.18 ve 3.17 olarak bulunmuştur. Ayrıca peynirin konjuge linoleik asit içeriği mikrodalgada 5 dk ısıtılmasıyla geleneksel kaynatmaya kıyasla %21, 10 dk ısıtılmasıyla ise %53 oranında düşmektedir (Herzallah ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda 70, 75, 80, 85 ve 90˚C'lerde 5 dk süreyle pastörizasyon işlemine tabi tutulan sütlerle üretilen normal ve tuzlu peynirlerin genel yağ asidi kompozisyonu, *trans* yağ asidi ve CLA seviyelerinde bu çalışmadaki sonuçlara uyumlu bir şekilde herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Ülkemizde pastörize ve pastörize olmayan sütlerle yapılan tereyağlarının yağ asidi kompozisyonunun araştırıldığı bir çalışmada serbest yağ asitleri pastörize olmayan sütlerle yapılan tereyağında en yüksek oranda bulunmuştur. Buna göre pastörize olmayan sütlerle yapılan tereyağında SFA ve MUFA oranları sırasıyla %59.13 ve %38.18 olarak belirlenmiştir. Pastörize sütle yapılan tereyağında ise SFA ve MUFA değerleri sırasıyla %57.53 ve %39.75 olarak tespit edilmiştir (Özkanlı ve Kaya, 2007).

Türkiye'de pastörize ve pastörize olmayan salamura, kaşar, savak, tulum, küflü peynir, mihaliç, surk ve dolaz gibi çok çeşitli peynirler üretilmektedir. Bunlardan salamura beyaz peynir pastörize sütten yapılmaktadır. Kaşar peyniri ve tulum peyniri ise bitkisel starter kültürler kullanılarak endüstriyel olarak üretilir. Fakat özellikle savak, küflü peynir, mihaliç peyniri, surk ve dolaz peynirleri starter kültür kullanılmaksızın çiğ sütten yapılmaktadır. Ülkemizde bu peynir çeşitlerinde yapılan araştırmada SFAs oranı %60.80-76.57, MUFAs oranı %21.42-34.05, PUFAs oranı %1.47-3.59 arasında dağılım göstermektedir. CLA miktarı ise 0.44-1.04 mg/100 g yağ olarak bulunmuştur (Donmez ve ark., 2005). Bizim çalışmamızda ise SFA, MUFA, PUFA ve CLA içerikleri bu değerlere benzer şekilde yaklaşık aynı aralıkta tespit edilmiştir.

CLA yapısal özelliğinden dolayı sıcaklık uygulamaları sırasında oksidasyon ve bozunmaya karşı linoleik asitten daha hassastır. Oksidatif hasar sonucu CLA içeriğinde bir düşüş oluşabileceği belirtilmiştir. 200˚C'de 15 dk sıcaklık uygulaması sonucu sütte CLA'nın izomerizasyonuna neden olarak miktarını azalttığı tahmin edilmektedir. Ilımlı sıcaklık uygulamalarında HTST (High Temperature Short Time) ve UHT yöntemleri de dahil olmak üzere ise herhangi bir zararlı etki gözlenmemiştir (Mattila-Sandholm ve Saarela, 2003).

Ülkemizde Urfa peynirleri üzerine sıcaklık uygulamaları ve depolamanın yağ asitlerine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada çiğ sütle yapılan peynirler ve 65˚C sıcaklık uygulanan sütlerle yapılan peynirlerin olgunlaşmanın başında düşük karbon sayısına sahip olan yağ asitlerinde önemli bir farklılık görülmemiştir. Bu sonuçlar

72˚C'de Kaproik asit hariç benzer şekilde gözlenmiştir. Çiğ süt ile yapılan peynirlerin toplam yağ asitleri içeriği sıcaklık uygulamasına tabi tutulmuş sütlerle yapılan peynirlerden daha yüksek bulunmuştur (Atasoy ve Türkoğlu, 2008). Bunun süt lipaz proteinlerinin 78˚C sıcaklık uygulamaları tarafından inaktive edilmesinden kaynaklandığı bilinmektedir (Driessen, 1989).

Ülkemizde pastörizasyon sıcaklığının kaşar peynirlerin nitelikleri üzerine etkilerinin araştırıldığı bir tez çalışması yapılmıştır. Bu amaçla, peynir kuru maddesinde %20 oranında yağ bulunacak şekilde standardize edilen sütlere birinci aşamada, 63°C'de 30 dk ve 74°C'de 1 dk ısıl işlem uygulanarak peynir üretimi gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar, uygulanan farklı ısıl işlem normlarının kaşar peynirlerinin kimyasal nitelikleri üzerine etkisinin önemli olmadığını göstermiştir. Ancak, bu uygulamanın peynir örneklerinin duyusal nitelikleri üzerinde önemli bir etkisinin olduğu ve düşük sıcaklıkta pastörize edilen sütten üretilen örneğin yapı ve tat açısından daha fazla beğenildiği gözlenmiştir. Söz konusu durum, ısıl işlem derecesindeki artışla birlikte denatüre serum proteinleri oranının artması ve buna bağlı olarak pıhtıda daha fazla su tutulmasının sonucunda acımsı tadın daha belirgin olmasından kaynaklanmaktadır (Şanlı, 2006). Bizim çalışmamızda da bu çalışmadakine benzer şekilde sıcaklık uygulamaları sonucunda yağ asidi profilinde önemli bir değişiklik görülmemiştir.

Sonuç olarak yapılan benzer çalışmalarda da görüldüğü gibi, yüksek sıcaklık uygulamaları sürelerinin kısa tutulması peynirin genel yağ asidi kompozisyonunda önemli bir değişiklik meydana getirmemiştir. Ayrıca *trans* yağ asidi oluşumuna da neden olmadığı görülmüştür. CLA izomerlerinin içeriğinde ise yine daha yüksek sıcaklık uygulamalarında düşüş olduğu kaydedilmiş ve bizim çalışmamızda uyguladığımız sıcaklıklarda herhangi bir düşüş tespit edilmemiştir. Buradan hareketle peynir yapımında mikroorganizmaları elimine etme amaçlı yapılan pastörizasyon işleminin peynirin yağ asidi kompozisyonu üzerinde olumsuz bir etkisi olmaması nedeniyle sağlığı tehdit edici olmadığı söylenebilir. Bunu yanında peynirin tat gibi bazı duyusal özellikleri üzerine etkisi oluşabilmektedir. Daha yüksek sıcaklık uygulamaları yağ asitlerinin oksidasyonuna neden olabilmesi ve bazı önemli yağ

asitlerinin izomerizasyonu sonucu sağlık açısından olumsuz etkiler ortaya çıkabileceğinden tavsiye edilmemektedir. Ayrıca sütün bazı biyokimyasal özelliklerini de değiştirerek besleyici özelliğini kaybetmesi veya azaltması düşünülerek sıcaklık uygulamalarında dikkatli olunması gerekmektedir.

6. KAYNAKLAR

Albi, T., Lanzon, A., Guinda, A., Leon, M., Perez-Camino, M.C., 1997a. Microwave end conventional heating effects on thermoxidative degradation of edible fats. J. Agric. Food Chemistry, 45: 3795-3798.

Albi, T., Lanzon, A., Guinda, A., Perez-Camino, M.C., Leon, M., 1997b. Microwave end conventional heating effects on some physical and chemical parameters of edible fats. Journal of Agricultural Food Chemistry, 45: 3000-3003.

Altun, B., Besler, T., Ünal, S., 2002. Ankara'da Satılan Sütlerin Değerlendirilmesi. Sürekli Tıp Eğitimi Dergisi, 11 (2): 45-55.

AOCS. 1997. Official methods of analysis. Preparation of methyl esters of fatty acids. Journal of American Oil Chemists Society. Ce 2-66, 1/2.

Atasoy, A. F., Türkoğlu, H., 2008. Changes of composition and free fatty acid contents of Urfa cheeses (a white-brined Turkish cheese) during ripening: Effects of heat treatments and starter cultures. Food Chemistry, 110: 598-604.

Ayad, E. H. E. , Verheul, A., Wouters, J. T. M., Smit, G., 2000. Application of wild starter cultures for flavour development in pilot plant cheese making, International Dairy Journal, 10: 169-179.

Baer, R. J., Ryali, J., Schingoethe, D. J., Kasperson, K. M., Donovan, D. C., Hippen, A. R., et al. 2001. Composition and properties of milk and butter from cows fed fish oil. Journal of Dairy Science, 84: 345-53.

Banks, J. M., Brechany, E. Y., Chrıstıe, W. W., 1989. The production of low fat Cheddar type cheese, Journal of Society Dairy Technology, 42 (1): 6-9.

Başaran, A., 1990. Tropikal ve Subtropikal İklim Bölgelerinde Süt Teknolojisi, (Dairy Technology. In: The Tropics and Subtropic Pudoc, Wogeningen, 1988'den Çeviri. Ed. J.C.T van den Berg) Kısmet Matbaası, Ankara.

Bauman, D. E., Barbano, D. M., Dwyer, D. A., Griinari, J. M., 2000. Technical note: production of butter with enhanced conjugated linoleic acid for use in

biomedical studies with animal models. Journal of Dairy Science, 83: 2422-2425.

Baysal, A., 2007. Beslenme. Hatipoğlu Yayınevi, 11. Baskı Ankara.

Bhanger, M. I., Anwar, F., 2004. Fatty acid (FA) composition and contents of *trans* unsaturated FA in hydrogenated vegetable oils and blended fats from Pakistan. Journal of American Oil Chemists Society, 81: 129-134.

Black, R. E., Williams, S. M., Jones, I.E., Goulding, A., 2002. Children who avoid drinking cow milk have low dietary calcium intakes and poor bone health. American Journal of Clinical Nutrition, 76: 675-680.

Broadbent, J. R., Mcmahon, D. J., Oberg, C. J., Welker, D. L., 2001. Use of exopolysaccharide-producing cultures to improve functionality of low fat cheese. International Dairy Journal, 11: 433-439.

Brodie, A. E., Manning, V. A., Ferguson, K. R., Jewell, D. E., Hu, C. Y., 1999. Conjugated linoleic acid inhibits differentiation of pre- and post-confluent 3T3-L1 preadipocytes but inhibits cell proliferation only in preconfluent cells. Journal of Nutrition, 129: 602-606.

Bryant, A., Ustunol, Z., Steffe J., 1995. Texture of Cheddar cheese as influenced by fat reduction, Journal of Food Science, 60 (6): 1216-1236.

Bugaud, C., Buchin, S., Noel, Y., Teissier, L., Pochet, S., Martin, B., Chamba, J.F.2001. Relarionships between Abondance cheese texture, its composition and that of milk produced by cows grazing differnt types of patures. Lait, 81: 593-607.

Burlingame, B., 2003. Evidence for diet and chronic disease relationships requires food composition data. Journal of Food Composition and Analysis, 16: 109.

Cesano, A., Visonneau, S., Scimeca, J. A., Kritchevsky, D., Santoli, D., 1998. Opposite effects of linoleic acid and conjugated linoleic acid on human prostatic cancer in SCID mice. Anticancer Research, 18: 1429-1434.

Christopher, B. E., Nordin, N., 1997. Calcium and Osteoporosis. Nutrition, 13: 718.

Collomb, M., Bütikofer, U., Sieber, R., Bosset, J. O., Jeangros, B., 2001. Conjugated linoleic acid and *trans* fatty acid composition of cows milk fat produced in lowlands and highlands. Journal of Dairy Research, 68: 519-523.

Çağlar, A., 1992. Peynirde hızlı olgunlaştırma metodları-1.Gıda,17(5): 319-325.

de Roos, N. M., Bots, M. L., Katan, M. B., 2001. Replacement of the dietary saturated fatty acids by *trans* fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in health men and women. Arteriosclerosis Thrombosis and Vascular Biology, 21: 1233-1237.

Deeth, H. C., Fitz-Gerald, C. H., 1983. Lipolytic enzymes and hydrolytic rancidity in milk and milk products. In: Developments in dairy chemistry. P. F. Fox (Ed.) Vol. 2, pp 195-239, Appl Sci Publ., London, England.

DeLany, J. P., Blohm, F., Truett, A. A., Scimeca, J. A., West, D. B., 1999. Conjugated linoleic acid rapidly reduces body fat content in mice without affecting energy intake. American Journal of Physiology, 276: 1172-9.

Dionisi, F., Golay, P. A., ve Fay, L. B., 2002. Influence of milk fat presence on the determination of *trans* fatty acids in fats used for infant Formula. Analytica Chimica Acta, 465: 395-407.

Donmez, M., Seckin, A. K., Sagdic, O., Simsek, B., 2005. Chemical characteristics, fatty acid compositions, conjugated linoleic acid contents and cholesterol levels of some traditional Turkish cheese. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 56 (3): 157-163.

Drake, M. A., Swanson, B. G., 1995. Reduced and low fat cheese technology: A Review. Trends in Food Science and Technology, 6: 366-368.

Driessen, F. M., 1989. Heat inactivation of lipases and proteinases (indigenous and bacterial). In: Heat induced changes in milk F. M., Driessen (Ed.) pp 71-93, Brussels; International Dairy Federation , Bulletin 238.

Eichholzer, M., Camenzind, E., Matzke, A., Amado, R., Balmer, P. E., Beer, M., Darioli, R., Hasler, K., Lüthy, J., Moser, U., Sieber, R., Trabichet, C., 2005. Fünfter schweizerscher Ernahrungsbericht, Bundesamt für Gesundheit, Bern.

Enig, M. G., Pallansch, L. A., Sampugna, J., Keeney, M., 1983. Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on *trans* components. Journal of American Oil Chemists Society, 60: 1788-1795.

Ercoşkun, A., 1984. Gıda Maddeleri Tüzüğü, Hemay Yayınları.

Erickson, D. R., Dunkley, W. L. 1964. Spectrophotometric determination of tocopherol in milk and milk lipids. Analytical Chemistry, 36: 1055–1058.

Folch, J., Less, M., Sloane Stanley, G. H., 1957. A simple method fort he isolation and purification of total lipids from animal tissues. Journal of Biological Chemistry, 226: 497-509.

Fox, P. F., McWeeney P. L. H., 2003. Advanced Dairy Chemistry. Volume 1. In Chapter 1: Milk Proteins: General and Historical Aspects. (Ed) Fox, P. F., Third Edition, Part A. New York, Springer Verlag Publish.

Fritsche, J., Steinhart, H., 1998. Amounts of conjugated linoleic acid (CLA) in German foods and evaluation of daily intake. Z. Lebensm. Unters. Forsch. A, 206: 77-82.

Gaya, P, Medina, M., Rodriguez-Marin, M. A., Nunez, M., 1990. Accelerated ripening of ewes' milk Manchego cheese: The effect of elevated ripening temperatures. Journal of Dairy Science, 73: 26-32.

Ha, Y. L., Grimm, N. K., Pariza, M. W., 1987. Anticarcinogens from fried ground beef: heat-altered derivatives of linoleic acid. Carcinogenesis, 8: 1881-1887.

Heaney, P., McCarron, D., Dawson-Huges, B., et al. 1999. Dietary changes in favourably affect bone remodeling in older adults. Journal of the American Dietetic Association, 99: 1128-1133.

Herzallah, S. M., Humeid, M. A., Al-Ismail, K. M., 2005. Effect of heating and processing methods of milk and dairy products on conjugated linoleic acid and *trans* fatty acid isomer content. Journal of Dairy Science, 88: 1301–1310.

Hu, F. B., Manson, J. E., Willet, W. C., 2001. Types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a critical review. Journal of American College Nutrition, 20: 5-19.

Ip, C., Scimeca, J. A., Thompson, H., 1995. Effect of timing and duration of dietary conjugated linoleic acid on mammary cancer prevention. Nutrition and Cancer-An International Journal, 24: 241-247.

İnal, T., 1990. Süt ve süt ürünleri hijyen ve teknolojisi, Final ofset, 1108 s, İstanbul.

Jain, M., 1998. Dairy Foods, Dairy Fats, and Cancer: A review of epidemiological evidence. Nutrition Research, 18 (5): 905-937.

Jiang, C., Ting, A. T., Seed, B., 1998. PPAR-gamma agonists inhibit production of monocyte inflammatory cytokines. Nature, 391: 82-86.

Kelly, G. S., 2001. Conjugated linoleic acid: a review. Alternative Medicine Review, 6: 367-382.

Larque, E., Zamora, S., Gil, A., 2001. Dietary *trans* fatty acids in early life: a review. Early Human Development, 65: 31-41.

Lavillonniere, F., Martin, J. C., Boughnoux, P., Sebedio, J. L., 1998. Analysis of conjugated linoleic acid isomers and content in French cheeses. Journal American Oil Chemists Society, 75: 343-352.

Ledoux, M., Chardigny, J. M., Darbois, M., Soustre, Y., Sebedio, J. L., Laloux, L., 2005. Fatty acid composition of French butters, with special emphasis on conjugated linoleik acid (CLA) isomers. Journal of Food Composition and Analysis, 18: 409-425.

Liew, C., Schut, H. A., Chin, S. F., Pariza, M. W., Dashwood, R. H., 1995. Protection of conjugated linoleic acids against 2-amino-3- methylimidazo[4,5-f]quinoline-induced colon carcinogenesis in the F344 rat: a study of inhibitory mechanisms. Carcinogenesis, 16(12): 3037-3043.

Lopez-Garcia, E, Schulze, M. B., Meigs, J. B., Manson, J. A. E., Rifai, N., Stampfer, M. J., Willett, W. C., Hu, F. B., 2005. Consumption of *trans* fatty acids is related to plasma biomarkers of inflammation and endothelial dysfunction. Journal of Nutrition, 135: 562-566.

Mattila-Sandholm , T., Saarela, M., 2003. Functional Dairy Products. New York: CRC Press.

Medina, E. A., Horn, W. F., Keim, N. L., Havel, P. J., Benito, P., Kelley, D. S., et al. 2000. Conjugated linoleic acid supplementation in humans: effects on circulating leptin concentrations and appetite. Lipids, 35: 783-788.

Miller, G. D., Jarvis, K. J., McBean, L. D., 2000. Handbook of Dairy Foods and Nutrition. In: Jensen RG, Kroger M, editors. The Importance of Milk and Milk Products in the Diet. pp 4-24, CRC Pres, New York.

Murray, R. K., Granner, D. K., Mayes, P. A., Rodwel, V. W., 2004. Harper'ın Biyokimyası (Çev. Ed.: Dikmen, N., Özgünen, T.), Barış Kitabevi, İstanbul.

National Research Council, 1989. Subcommittee on the 10th Edition of the Recommended Dietary Allowances, Food and Nutrition Board, Recommended Dietary Allowances, National academic Pres.

Ochoa, J. J., Farquharson, A. J., Grant, I., Moffat, L. E., Heys, S. D., Wahle, K. W., 2004. Conjugated linoleic acids (CLAs) decrease prostate cancer cell proliferation: different molecular mechanisms for *cis*-9, *trans*-11 and *trans*-10, *cis*-12 isomers. Carcinogenesis, 25: 1185-1191.

Öksüz, Ö., 1989. Beyaz Peynir Randımanına Kalsiyum Klorür Kullanımının Etkisi Üzerinde Bir Araştırma, Trakya Ün. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi, Tekirdağ.

Özkanlı, O., Kaya, A., 2007. Storagestability of butter oils produced from sheep's non-pasteurized and pasteurized milk. Food Chemistry, 100: 1026-1031.

Öztek, L., 1991. Peynirde Olgunlaşma ve Buna Etkili Olan Faktörler, Her Yönüyle Peynir, Trakya Ün. Ziraat Fak. Yay.No.125, Tekirdağ.

Prandini, A., Geromin, D., Conti, F., Masoero, F., Piva, A., Piva, G., 2001. Survey of the level of conjugated linoleic acid in dairy products. Italian Journal of Food Science, 13: 243-253.

Precht, D., Molkentin, J., 1996. Rapid analysis of the isomers of *trans*octadecenoic acid in milk fat. International Dairy Journal, 6: 791–809.

Precht, D., Molkentin, J., Vahlendieck, M., 1999. Influence of the heating temperature on the fat composition of milk fat with emphasis on *cis*/*trans* isomerization. Nahrung, 43: 25-33.

Riserus, U., Basu, S., Jovinge, S., Fredrikson, G. N., Arnlov, J., Vessby, B., 2002. Supplementation with conjugated linoleic acid causes isomer-dependent oxidative stres and elevated C-reactive protein: a potential link to fatty acid-induced insulin resistance. Circulation, 106(15): 1925-1929.

Ritzenthaler, K. L., McGuire, M. K., Falen, R., Shultz, T. D., Dasgupta, N., McGuire, M. A., 2001. Estimation of conjugated linoleic acid intake by written dietary assessment methodologies underestimates actual intake

evaluated by food duplicate methodology. Journal of Nutrition, 131: 1548-1554.

Schonberg, S., Krokan, H. E., 1995. The inhibitory effect of conjugated dienoic derivatives (CLA) of linoleic acid on the growth of human tumor cell lines is in part due to increased lipid peroxidation. Anticancer Research, 15: 1241-1246.

Schwarz, W., 2000. *Trans* unsaturated fatty acids in European nutrition. European Journal of Lipid Science and Technol, 102: 633-635.

Semma, M., 2002. *Trans* fatty acids: Properties, benefits and risks. Journal of Health Science, 48(1): 7-13.

Sieber, R., 2001. Zusammensetzung von milch und milchprodukten schweizerischer Herkunft. FAM-Information, pp 1-23.

Steinhart, H., Rickert, R., Winkler, K., 2003. Identification and analysis of conjugated linoleic acid isomers (CLA). European Journal of Medical Research, 8, 370-372.

Şanlı, E. K., 2006. Pastörizasyon sıcaklıklarının ve ekzopolisakkarit üreten kültür kullanımının az yağlı kaşar peynirinin bazı niteliklerine etkileri, A. Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 91 s.

Terpstra, A. H., 2004. Effect of conjugated linoleic acid on body composition and plasma lipids in humans: an overview of the literature. American Journal of Clinical Nutrition, 79: 352-61.

Tsuboyama-Kasaoka, N., Takahashi, M., Tanemura, K., Kim, H. J., Tange, T., Okuyama, H, et al. 2000. Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. Diabetes, 49: 1534-1542.

Üçüncü, M., 1984. Beyaz Peynir Yapımında Kullanılan Yardımcı Maddeler. Beyaz Peynir Yapım Tekniği ve Karşılaşılan Sorunlar. İstanbul Ticaret Odası Yayın No:14: 129-161.

Üçüncü, M., 1994. Peynir yapımında Tuzlama Teknikleri, Sorunları ve Çözüm Önerileri. Her Yönüyle Peynir. T. Ü. Tekirdağ Ziraat Fakültesi, Yayın No: 125: 103-110.

Üçüncü, M., 1999. Süt Teknolojisi, II. Bölüm, IV. Baskı, Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova/İzmir.

Wahle, K. W., Heys, S. D., Rotondo, D., 2004. Conjugated linoleic acids: are they beneficial or detrimental to health? Progress in Lipid Research, 43: 553-87.

Walstra, P., Geurts, T. J, Noomen, A., Jellema, A., Van Boekel, M. A. J. S., 1999. Dairy Technology: Principles of MilkProperties and Processes. New York. Chapter 2: Milk Components; pp 71-91, Chapter 6: Heat Treatment; pp 189-244.

WHO, 2003. Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultaton: Diet, Nutrition and the Prevention of Chronic Diseases. WHO, Geneva.

Wood, R., Kubena , K., Obrien, B., Tseng, S., Martin, G., 1993. Effect of butter, monounsaturated and polyunsaturated fatty acid-enriched butter, *trans* fatty acid margarine, and zero *trans* fatty acid margarine on serum lipids and lipoproteins in healty-men. Journal of Lipid Research, 34(1): 1-11.

Zock, P. L., 2006. Health problems associated with saturated and *trans* fatty acids intake. In: Part1. Dieatary fat and health. Improving fat content of foods. C. Williams, J.Buttriss (eds) pp 3-24. Cambridge, UK: Woodhead publishing limiting.

Zock, P. L., Katan, M. B., 1997. Butter, margarine and serum lipoproteins. Atherosclerosis, 131: 7-16,