T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARKETLERDE SATILAN ÇİKOLATALARDAKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Yavuz Selim ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2007

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARKETLERDE SATILAN ÇİKOLATALARDAKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Yavuz Selim ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA

2007

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

MARKETLERDE SATILAN ÇİKOLATALARDAKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Yavuz Selim ÇAKMAK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 30.11.2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

(Danışman)

Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Yrd. Doç. Dr. Atilla ARSLAN

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

MARKETLERDE SATILAN ÇİKOLATALARDAKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Yavuz Selim ÇAKMAK

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2007, 39 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK
Yrd. Doç Dr. Leyla KALYONCU
Yrd. Doç. Dr. Atilla ARSLAN

Bu çalışmada Türkiye'deki marketlerde satılan çikolata ve çikolatalı gofretlerin yağ asidi bileşimi ve trans yağ asidi içeriği belirlenmiştir. 12 farklı markaya ait 35 çikolata (sütlü, bitter, fındıklı, antepfıstıklı, bademli) ve 27 çikolatalı gofret analizlenmiştir. Türkiye'de satılan tüm çikolata ve çikolatalı gofret markalarına ait 62 numune incelenmiştir. Analizler HP Agilent 6890N model FID dedektörlü gaz kromatografi cihazında 100 metre uzunluğundaki HP-88 kapiller kolon kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Genel olarak C 16:0 palmitik asit, C 18:0 stearik asit ve C 18:1 oleik asit major yağ asidi olarak tespit edilmiştir.

Trans yağ asitleri ise çikolatalarda %0.01-6.23, çikolatalı gofretlerde de %0.03-7.92 arasında dağılım göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Trans yağ asitleri**,** çikolata, çikolatalı gofret, Türkiye.

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF TRANS FATTY ACIDS OF CHOCOLATES IN MARKETS

Yavuz Selim ÇAKMAK

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2007, 39 Page

Jury: Prof. Dr. Abdurrahman AKTUMSEK
Asist. Prof. Dr. Leyla KALYONCU
Asist. Prof. Dr. Atilla ARSLAN

In this study, fatty acid compositions and trans fatty acid contents of chocolate and chocolate wafers in Turkish markets were determined. 35 chocolates (milky chocolate, bitter chocolate, nut chocolate, pistachio chocolate, almond chocolate) and 27 chocolate wafers belonging to 12 different chocolate brands were analyzed. Total 62 samples which are all chocolate and chocolate wafers brands sold in Turkey were investigated. The fatty acid composition and trans fatty acids of these samples were analyzed by HP Agilent 6890N Gas Chromatograph (GC) with FID detector and 100 meters HP-88 capillary column. Generally, C16:0 palmitic acid, C18:0 stearic acid and C18:1 oleic acid were major fatty acids in all

samples. Trans fatty acids were determined as 0.01-6.23% in chocolate samples and 0.03-7.92% in wafer chocolate samples.

Key Words: Trans fatty acids, chocolate, chocolate wafer, Turkey.

ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü Fizyoloji-Biyokimya araştırma laboratuarında yürütülmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında Türkiye'de marketlerde satılan çikolatalardaki trans yağ asidi miktarları araştırılmıştır.

Bu çalışma konusunu veren ve çalışmanın oluşmasındaki desteklerinden dolayı başta danışman hocam Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK'e teşekkür ederim. Laboratuar çalışmalarımı gerçekleştirmem için gerekli imkan ve olanakları sağlayan Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölüm Başkanlığı'na ve laboratuarda numunelerin ekstraksiyon çalışmalarında ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında yardımlarını gördüğüm Arş. Gör. Gökalp Özmen GÜLER ve Arş. Gör. Gökhan ZENGİN'e teşekkürü borç bilirim. Ayrıca çalışmalarım süresince maddi manevi her türlü konuda desteğini gördüğüm aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Yavuz Selim ÇAKMAK

KISALTMALAR

LDL: Low Density Lipoprotein (Düşük yoğunluklu lipoprotein)

HDL: High Density Lipoprotein (Yüksek yoğunluklu lipoprotein)

GC: Gas Chromatography (Gaz Kromatografi)

FID: Flame Ionization Detector (Alev İyonlaştırıcı Dedektör)

SFA: Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asitleri)

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

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

TFA: Trans Fatty Acid (Trans Yağ Asitleri)

İÇİNDEKİLER

ÖZET i
ABSTRACT iii
ÖNSÖZ v
1.GİRİŞ 1
2.KAYNAK ARAŞTIRMASI 4
2.1. Yağ Asitlerinde İzomeri 4
2.2. Trans İzomerlerin Oluşumu 5
2.2.1. Hidrojenasyon 6
2.2.2. Biyohidrojenasyon 7
2.2.3. Deodorizasyon/Buhar Distilasyonu 8
2.3. Trans Yağ Asitlerinin Kaynakları 9
2.4. Trans Yağ Asitlerinin Sağlığa Etkileri 12
3. MATERYAL VE METOT 14
3.1. Yağ Örnekleri 14
3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler 14
3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar 14
3.4. Homojenleştirme 15
3.5. Ekstraksiyon 15
3.6. Sabunlaştırma 15
3.7. Metilleştirme 16
3.8. Değerlendirme 16
4. SONUÇLAR 18
5. TARTIŞMA 31
6. KAYNAKLAR 34

1. GİRİŞ

Sağlıklı beslenme sağlıklı yaşamın vazgeçilmez öğelerinden biridir. Yaşamı kısaltan yaşam kalitesini düşüren koroner kalp hastalıkları, diyabet ve kanser gibi hastalıkların dengesiz ya da yanlış beslenme ile ilgisini kanıtlayan birçok çalışma bulunmaktadır. Dengesiz beslenme hem birey hem de toplum sağlığı üzerinde etkilidir. Birbirini zincirleme etkileyen çok çeşitli sağlık sorunları temelde dengesiz beslenmeden kaynaklanmaktadır.

Karbohidrat ve proteinlere kıyasla daha düşük oksijen atomu ve daha yüksek hidrojen atomu içeren yağlar, daha yüksek enerji sağlar ve en ekonomik depolama şeklidir. Yağlar en yüksek enerji veren gıda maddesi olması dışında, kalp damar sistemini koruyan bazı maddelerin sentezlenmesinde yararlanılan esansiyel yağ asitlerini ve metabolizmayı düzenleyici etki gösteren yağ benzeri maddeleri içermeleri nedeniyle de canlı yaşamı açısından yeri doldurulamaz besin öğeleri olarak değerlendirilirler. Bazı yağlar vücutta sentezlenemeyen C 18:2 linoleik asit, C 18:3 linolenik asit ve C 20:4 arakidonik asit gibi esansiyel yağ asitleri bulunan gliseritleri de içerdiğinden, beslenme açısından değerleri daha yüksektir. Bu yağ asitlerinin vücuda dışardan alınması zorunludur ve memelilerin beslenmesi için esansiyel olduğu bilinen yağ asitleridir (Chapman ve ark., 2000; Murray ve ark., 1996). Bu nedenle besinlerle sağlanmaları gerekmektedir. Aksi halde vücut fonksiyonlarında bozukluklara hatta ölüme bile sebep olabilen aksaklıklara yol açabilirler (Dönmez ve Tatar, 2001).

Gıda ürünlerinde kullanılan yağların bazı özellikleri, bu ürünlerin yüksek miktarlarda kullanılmaları sonucunda ciddi sağlık problemlerine sebep olabilmektedir. Günümüzde birçok hazır gıda ve fast food ürünlerde üretim aşamasında kullanılan ve daha uzun süre dayanması ve maliyetinin daha düşük olması nedeniyle yaygın olarak bulunan trans yağlar insan sağlığı üzerinde özellikle kan lipoproteinlerinde ters etkilere sahiptir. Buna bağlı olarak da bu tür yağ asitlerini daha yüksek düzeylerde alan kişilerde koroner kalp hastalıkları riskinin arttığı gösterilmiştir. Trans yağ asitleri doymuş yağlarla kıyaslandığında LDL (Kötü huylu)

kolesterolü yükselttiği ancak aynı zamanda HDL (İyi huylu) kolesterolü de düşürdüğü bilinmektedir. Buna bağlı olarak trans yağ asitleri doymuş yağ asitlerine oranla koroner kalp hastalıkları riskini yaklaşık iki kat artırmaktadır (Mensink ve Katan, 1990).

Bu nedenle trans yağ asitlerinin alımının düşük düzeylerde tutulması önemlidir. Günlük hayatta trans yağ asitlerinin alımının kısıtlanabilmesi için bu yağ asitlerinin çeşitli ürünlerdeki seviyelerinin belirlenmesi önemli bir zorunluluktur. Dünya da birçok ülkede bu konuda çalışmalar yapılmaktadır. Ülkemizde de bu çalışmalar yapılarak özellikle hazır paketlenmiş ürünlerdeki trans yağ asidi miktarlarının belirlenmesi gerekmektedir. Çünkü özellikle bu tür ürünlerin üretimleri esnasında daha uzun raf ömrüne sahip olması ve maliyetlerinin düşmesi nedeniyle trans yağ asitleri kullanımı oldukça yaygındır. Bu şekilde üretilen ürünler toplumda yetişkinler ve özellikle de çocuklar tarafından fazla miktarlarda tüketilmektedir. Ticari olarak üretilen cips, kek, dondurma, kraker, bisküvi ve çikolata gibi ürünlerde genelde hidrojenize bitki yağları kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak bu tür ürünleri fazla tüketen insanlarda fazla miktarda trans yağ asidi alımı sonucu özellikle koroner kalp hastalıkları başta olmak üzere çeşitli hastalıkların görülme riski artmaktadır. Ayrıca çağımızın hastalığı olarak gösterilen obezite ve toplumumuzda da görülen en yaygın hastalıklardan olan diyabet hastalıklarını da tetiklediği düşünülmektedir.

Ülkemizde bu alanda çok az çalışma bulunmaktadır. Halkımızın bu konuda bilinçlendirilmesi ve üreticilerin trans yağ asitlerinin gıdalardaki miktarlarının düşürülmesi konusunda ilgisinin çekilebilmesi için bu konudaki çalışmalara ağırlık verilmelidir. Birçok Avrupa ülkesinde ve ABD' de trans yağ asitlerini içeren gıda etiketlerinde bunların miktarlarının belirtilmesi zorunlu hale getirilmiştir. Bu şekilde insanların trans yağ asidi alımını kısıtlamaları sağlanabilmektedir.

Çikolata yaygın olarak tüketilen bir gıdadır. Ülkemizde üretilen çikolataların genel yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi içerikleri hakkında herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Ayrıca çikolatanın insan ve kalp sağlığına etkileri konusunda tartışmalar sürmektedir. Çikolatalardaki bazı maddelerin özellikle de yağ asiti içeriği ile flavinoid ve polifenollerin insanlarda olumlu ya da olumsuz etkileri

olduğu iddia edilmektedir. Ancak bu konuda çok fazla çalışma olmaması nedeniyle bunlar iddia olmaktan öteye gidememektedir. Bu nedenle bu araştırmayla ülkemizde üretilen çikolatalardaki genel yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi miktarlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Böylece ülkemizdeki çikolataların yağ asidi kompozisyonlarına bağlı olarak koroner kalp hastalıklarıyla ilişkisi ve ona katkısı olup olmadığı daha net bir şekilde ortaya konulması amaçlanmaktadır.

Bu tez çalışmasında, ülkemizde marketlerde satılan tüm markalara ait toplam 62 çikolata numunesinin genel yağ asiti kompozisyonu ve trans yağ asiti miktarları belirlenmiştir. Araştırılan çikolatalar sütlü, bitter, fındıklı, antepfıstıklı, bademli, çikolatalı gofret, fındıklı çikolatalı gofret ve diğerleri olarak gruplandırılarak incelenmiştir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Yağ Asitlerinde İzomeri

Organik yapıdaki bileşikler atomlarının dağılımları ve yaptıkları bağlar sayesinde kendine özgü bir üç boyutlu yapıya sahip olmaktadırlar. Bu üç boyutlu yapı bileşiğin fiziksel ve kimyasal karakterini belirlemektedir. Bu özelliği, bileşiği oluşturan moleküllerin dizilişleri sağlamaktadır. İzomerizm aynı çeşit ve sayıdaki atomları içeren bileşiklerin bu farklı dizilişle farklı üç boyutlu yapıya ve dolayısıyla farklı fiziksel ve kimyasal özelliklere sahip olması anlamına gelmektedir. Vücutta fizyolojik öneme sahip olan yağ asitleri de organik yapıda olup izomerizasyon olayını göstermektedir. Özellikle doymamış yağların izomerleri yağın yapısında önemli değişikliklere neden olmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin yapısında bulunan doymamış bağlar bu tür yağlardaki izomer çeşidini artırmaktadır. Böylece aynı yağ asidinin faklı özelliklere sahip çok faklı izomerleri oluşabilmektedir. Doymamış yağlarda gözlenen iki önemli izomeri çeşidi pozisyon ve geometrik izomeridir (Kayahan, 2002). Bunlardan pozisyon izomerisinde yağ asidinin yapısında bulunan çift bağların molekül boyunca kayarak yer değiştirmesi söz konusu iken, geometrik izomeri ise çift bağ yapan karbon atomuna bağlı olan atom gruplarının üç boyuttaki yapısında bir değişim sonucu cis ve trans izomerler meydana gelmektedir. Çift bağı oluşturan karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları aynı yönde iseler cis, farklı yönlerde iseler trans izomerler oluşmaktadır (Mensink ve Katan, 1990).

Cis formdan trans forma değişim, çift bağın konfigürasyonunda bir değişime yol açması sonucu yağ asidinin fiziksel ve biyokimyasal özelliklerini değiştirir. Trans yağ asitleri yüksek erime noktasına sahip olduğu için, hidrojenlenmiş yağların katılığı artar. Trans izomer yapısı yüksek sıcaklık ve hidrojenasyonla meydana geldikleri için termodinamik olarak bir trans çift bağı bir cis çift bağından daha kararlıdır. Doymuş yağ asitleri karbon zincirleri uzatıldığı zaman zig zağ bir model

oluşturur. Trans izomerlerde çift bağların açısı cis izomerlere oranla daha küçük ve açil zincirinin daha doğrusal olması sonucu erime noktası, termodinamik stabilitesi yüksektir (Larque ve ark., 2001). Örneğin; oleik asit (cis-C18:1 n–9) ve elaidik asit (trans-C18:1 n-9) geometrik izomerlerdir. Her iki molekülde de 18 karbon atomu, 34 hidrojen atomu, 2 oksijen atomu ve (n–9) pozisyonunda bir tek çift bağ bulunmaktadır. Oleik asidin erime noktası 13 ºC, elaidik asidin 44 ºC'dir. Buna bağlı olarak bu tür yağlar oda sıcaklığında katı haldedir. Bu özellik yağların yapısındaki trans izomer miktarının artırılması ile sağlanmaktadır. Dolayısıyla margarin gibi katı yağların üretiminde hidrojenasyonla trans izomerlerin oluşturulması yaygın olarak kullanılmaktadır. Buna karşılık trans yağ asidi içeriği yüksek yağların büyük çaplı ticari üretimleri, gelişen margarin endüstrisi ile başlamıştır. Trans yağ asitleri yüksek erime noktasına sahip olduğu için, hidrojenlenmiş yağların katılığı artar. Trans izomer yapısı yüksek sıcaklık ve hidrojenasyonla meydana geldikleri için termodinamik olarak bir trans bağı bir cis çift bağından daha kararlıdır (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

2.2.Trans İzomerlerin Oluşumu

Trans izomerlerin oluşumu üç şekildedir;

1-Hidrojenasyon

2-Biohidrojenasyon

3-Deodorizasyon

2.2.1. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon işlemi sıvı bitki yağlarının margarin veya çeşitli şorteninglere işlenmesi durumunda yapılmaktadır (Ertuğay ve ark., 1994).

Organik maddelerin katalitik hidrojenasyonu ilk olarak Debus tarafından 1863 yılında gerçekleştirilmiştir. Modern hidrojenasyon işlemi Sabatier ve Senderes tarafından 1897–1905 yılında gerçekleştirilen araştırmalarla ortaya konulmuştur. Yağ asitlerinin sıvı fazda hidrojenasyonu ilk defa 1902 de Wilhelm Normann tarafından patentlenmiştir. 1911'de Amerika'da hidrojene pamuk yağı şortening olarak piyasaya sürülmüştür. 1920-1940 yıllarında hidrojene yağlarla uygun erime noktalı, yumuşak, plastik margarin ve şortening üretimi üzerine çeşitli çalışmalar yapılıp, ürünlerin arzulanan kalitelerde üretilmesi konusunda ilerlemeler sağlanmıştır. Türkiye'de ise hidrojenasyon ve margarin 1950'den sonra geniş ölçüde yayılmış ve üretiminde önemli mesafeler alınmıştır (Nas ve ark., 2001).

Reaksiyon sırasında katalizör değişime uğramamakta, ancak yağda yapısal değişiklikler meydana gelmektedir. Yapısal değişiklikler sonucunda sıvı yağlar yarı katı ya da katı hale dönüşmekte bu yağlar ise margarin hammaddesi olarak kullanılmaktadır. Ayrıca tepkimeler sırasında doymamış yağ asitlerinde pozisyonel ve geometrik izomerizasyonun meydana gelmesi, hidrojenasyon işleminin karmaşık bir tepkime olmasına neden olmaktadır. Yağ içinde çözünen hidrojen gazının ve doymamış moleküllerin katalizör yüzeyinde tutulması ve tepkime tamamlandıktan sonra hidrojenle doyurulmuş yağ asitlerinin katalizör yüzeyinden desorpsiyonu, hidrojenasyon işleminin mekanizmasını oluşturmaktadır (Gümüşkesen, 1999).

Bitkisel yağlara ve bazı ülkelerde de balık yağlarına uygulanan hidrojenasyonda üç tip reaksiyon meydana gelebilmektedir.

- Hidrojen, cis-karbon-karbon çift bağına ilave edilip hidrojen ile kısmen yada tamamen doymuş hale getirilebilir.
- cis formu hidrojen almadan trans formuna izomerize olabilir.

- Çift bağın yağ asidi molekülü boyunca hareketiyle pozisyon (yerel) izomerleri oluşabilir.

Bunlardan birincisinde yağ asidi hidrojenle kısmen doyurularak trans izomerler veya tamamen doyurularak doymuş yağ asitleri oluşturulmaktadır. Diğer iki işlemde ise dışardan bir hidrojen girişi değil de daha çok var olan çift bağın etrafındaki atomların dizilişinde bir değişim veya çift bağın kendisinin molekül üzerinde yer değiştirmesi sonucu yağın yapısı değişmektedir. Bu nedenle bu iki işlem izomerizasyon olarak adlandırılmaktadır.

2.2.2. Biyohidrojenasyon

Biyohidrojenasyon, ruminant hayvanlarda rumende bulunan bakteri florası tarafından doymamış yağ asitlerinin hidrojenlenmesidir. Bazı protozoalarda çok düşük düzeylerde biyohidrojenasyona neden olmaktadır. *Butyrivibrio fibrisolvens* rumende en yaygın olarak bulunan ve biyohidrojenasyona neden olan bakteri türüdür (Polan ve ark., 1964)

Bakteriler ve bazı protozoalar tarafından gerçekleştirilen biyohidrojenasyon sonucunda doymamış yağ asitlerinde izomerizasyon olayına ve trans yağ asitlerinin oluşumuna yol açmaktadır. Ruminant hayvanlar besinleri aldıkları zaman rasyonun lipidleri rumende bazı önemli değişimlere uğramaktadırlar. Bunlardan en önemlilerinden biri mikrobiyal lipazlar tarafından katalizlenen ester bağlarının sindirimi olup bu aşama doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu için gerekli bir aşamadır. Ruminantlarda yemlerle alınan doymamış yağ asitleri rumendeki bakteriler vasıtasıyla hidrojenasyonla doyurulmakta, dolayısıyla süt yağı ve et yağlarında cis ve trans yağ asidi izomerleri görülmektedir. Ruminantların dokularında genelde %4–11 oranında trans formda yağ asitleri bulunmaktadır. Doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu birkaç kimyasal aşamayı içermektedir.

Araştırmalar, tek bir rumen bakteri türünün tüm biyohidrojenasyon olayını katalizlemediğini göstermektedir (Sanders, 1988).

2.2.3. Deodorizasyon/Buhar Distilasyonu

Yağları arıtmada son aşama olarak kullanılan bu işlem, ham yağda gerek doğal olarak bulunabilen hammaddeye özgü tat ve koku maddelerinin, gerekse işlemler sırasında oluşan ve yağın tat ve kokusunu olumsuz yönde etkileyen değişik tepkime ürünlerinin yağdan uzaklaştırılmasını kapsamaktadır (Kayahan, 2003).

Son yapılan çalışmalar, ham sıvı yağların rafinasyonunun deodorizasyon/ buhar distilasyonu aşamasında cis izomerlerin bir kısmının trans yağ asidi izomerlerine dönüştüğü gözlenmiştir. Araştırmacılar bunun deodorizasyon aşamasında uygulanan yüksek sıcaklığın yağ asidi bileşimlerine etkili olduğunu ve doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizm olayına neden olduğunu belirlemişlerdir (Kellens, 1997; Henon ve ark., 1997; Medina ve ark., 2000; Kemeny ve ark., 2001; Taşan ve Demirci, 2003; Taşan ve Dağlıoğlu, 2005). Rafinasyon tekniklerinde deodorizasyon/buhar distilasyonu aşamasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi, basınç miktarı ve kullanılan buhar oranı trans yağ asidi oluşumunda önemli etkilere sahiptir (Wolff, 1993; Kemeny ve ark., 2001). Rafinasyonda oluşan trans izomerler hidrojenasyonla oluşan trans izomerlerle kıyaslandığında izomerin tipi ve oluşan miktarı arasında birtakım farklılıklar tespit etmişlerdir. Kısmi hidrojene yağlarda başlıca monoenoik trans yağ asitleri, rafine sıvı yağlarda ise daha çok di ve trienoik trans yağ asitleri bulunmaktadır (Duchateau ve ark., 1996).

2.3. Trans Yağ Asitlerinin Kaynakları

Doğada bulunan bitkisel yağların hemen hemen tamamı cis izomeri formundadır. İstisnai olarak bazı bitkilerin tohum ve yapraklarında doğal olarak trans izomerler bulunabilirse de bu bitkiler veya bitkilerin bu kısımları genelde yemeklik yağ üretiminde kullanılmadıkları için bu durum çok önemli değildir. Dolayısıyla bitkisel kaynaklardan üretilen yemeklik yağların yağ asidi içeriğinin tamamı cis formdadır. Ancak son zamanda artan ilgiye bağlı olarak sıvı bitki yağları ve rafine sıvı bitki yağları üzerinde yapılan çalışmalar rafinasyon sonrası sıvı bitki yağlarında trans izomer oluşumunu veya miktarında artışlar olduğunu göstermiştir. Araştırmacılar bunun nedeninin rafinasyonun son aşaması olan deodorizasyonda uygulanan yüksek sıcaklık olduğunu göstermişlerdir. Bu konuyla ilgili yapılan ilk çalışmalarda endüstriyel rafinasyonda deodorizasyon sonrası linoleik ve linolenik asitlerin geometrik izomerlerinin oluştuğu belirlenmiştir (Ackman ve ark., 1974). Bitkisel ham sıvı yağlarda trans yağ asidi miktarları %0.1–0.3 düzeylerinde olduğu tespit edilmiştir (Schwarz, 2000). Taşan ve Demirci (2003) tarafından yapılan çalışmada, ham ayçiçeği yağlarında düşük miktarlarda trans oleik ve trans linoleik asitlerin bulunduğu ve toplam trans yağ asidi miktarının %0.06'a ulaştığı ifade edilmektedir. Fiziksel ve kimyasal rafinasyon işlemleri trans yağ asidi oluşumu incelendiğinde %0.90–2.93 oranlarında toplam trans yağ asidi oluşumu belirlenmiştir (Medina ve ark., 2000). Fiziksel rafinasyon tekniğinde buhar distilasyonu aşamasında kimyasal rafinasyon tekniğine göre daha yüksek sıcaklık uygulanmasından dolayı fiziksel rafinasyon ürünü ayçiçeği yağlarında trans yağ asidi içeriği yüksektir (Taşan ve Demirci, 2003).

Trans yağ asitlerinin en önemli kaynağı hidrojenize edilmiş ürünlerdir. Bunların başında da sıvı bitki yağlarının hidrojenasyonu sonucu oluşan margarinler gelmektedir. Margarine katı yapısını hidrojenasyonla trans forma dönüşen yağ asitlerinin miktarının artması vermektedir. Buna bağlı olarak bir yağ ne fazla trans yağ asidi içeriyorsa o kadar katıdır. Yumuşak tip margarinler katı margarinlere kıyasla daha az trans izomer bulundurmaktadır. Ülkemizde üretilen margarinlerde yapılan araştırmalar sonucunda doymuş yağ asitleri oranı %23.9-32.3, tekli

doymamış yağ asidi oranı %44.0-61.9 ve çoklu doymamış yağ asitleri oranı %14.2-24.1 arasında tespit edilmiştir. Ayrıca katı margarinlerde toplam %20.1- 40.9 oranında yumuşak tip margarinlerde ise %8.9'dan daha az trans yağ asidi bulunduğu gözlenmiştir. Araştırmacılar her iki tip margarinde de C 18:1 trans izomerin en fazla miktarda bulunan trans yağ asidi olduğunu da tespit etmişlerdir. Buna göre katı margarinlerde %18.5-29.8 oranında, yumuşak margarinlerde %0.7-8.1 oranında C 18:1 trans yağ asidi bulunmuştur (Arıcı ve ark., 2002). Diğer yapılan araştırmalarda da sert tip margarinlerdeki trans yağ asidi miktarları yaklaşık olarak %10-35 arasında değişmektedir (Mansour ve Sinclair, 1993; Kafatos ve ark., 1994; Emken, 1995; Henninger ve Ulberth, 1996).

Trans yağ asitlerinin en önemli kaynağı olmasına rağmen margarinler, tek trans alım kaynağı değildir. Hidrojenize sıvı bitki yağları sanayi üretimi olan birçok hazır gıdanın üretiminde kullanılmaktadır. Dolayısıyla da üretim aşamasında hidrojenize yağlar kullanılan hazır gıdalar da trans yağ asitlerinin alım kaynağı olmaktadır. Özellikle fast food tarzı gıdalar bu tür kaynaklardandır. Bunlardan başka bisküvi, kurabiye, kraker, çerezler, cips, çikolata, gofret, kek gibi hazır gıda ürünleri de trans yağ asitlerini içermektedir. Yapılan çalışmalar incelendiğinde bu tür hazır gıdalarda değişik miktarlarda trans yağ asidi bulunduğu görülmektedir. Örneğin İspanya'da yapılan bir çalışmada hamburgerlerde %2.4-4.3 oranında, patates kızartmasında %20.9 oranında, patlamış mısırda %0.1 oranında mikrodalgada yapılan patlamış mısırda ise sıcaklık ve deodorizasyondan kaynaklanarak %46.0 gibi çok yüksek bir oranda, pizzalarda %3.1 oranında, keklerde % 2.8 oranında, bisküvide %1.8 oranında ve dondurmada %2.5 oranında trans yağ asidi tespit edilmiştir (Fernandez, 2000). Diğer bazı araştırmalarda ise Amerika'da ekmeklerde %0.2-23.6, krakerlerde %1.9-29.0 (Enig ve ark., 1995), Kanada' ekmek ve krakerlerde ise sırasıyla %0.4-26.3 ve %0-35.4 oranlarında trans yağ asitleri bulunduğu gösterilmiştir. Ülkemizde yapılan buna benzer çalışmalarda bu tür ürünlerin trans yağ asidi içerikleri, bisküvi çeşitlerinde %1.0-30.5 (Dağlıoğlu ve ark., 2000), gofret, mısır cipsi, kek, kraker, milföy hamuru ürünlerinde sırasıyla %21.8, %0.7, %4.6, %2.1, %2.1, %16.3'tür (Dağlıoğlu ve ark., 2002).

Bu tür gıdalardan olan çikolata da herkes tarafından sevilen ve çok miktarlarda tüketilen bir üründür. Özellikle çocuklar tarafından çok fazla

tüketilmektedir. Trans yağ asitlerinin özellikle büyüme ve gelişme çağında aşırı tüketimi çeşitli sorunlara neden olmaktadır. Çikolatadaki trans yağ asidi seviyeleriyle ilgili çok fazla çalışma bulunmamaktadır. Yapılan bir araştırmada Avusturya'da marketlerdeki çikolatalarda en fazla %8.9, ortalama %4.9 oranında trans yağ asidi tespit edilmiştir (Wagner, 1999).

Trans yağ asitlerinin insan sağlığı ve fizyolojisine etkilerini araştıran çalışmalardan anne sütü üzerine yapılanlar son zamanlarda epey ilgi çekmektedir. Anne sütündeki trans yağ asitleri beslenme sırasında alınan gıda maddelerinden kaynaklanmaktadır. Anne sütlerindeki trans yağ asitlerinin farklı miktarlarda ve çeşitlerde bulunmasına neden olarak beslenmede yer alan gıdalardaki farklı trans yağ asidi miktarları ve çeşitleridir. Özellikle kısmi hidrojenize edilmiş yağları içeren gıda maddelerinin etkisi söz konusudur (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005). Çocukluk çağında anne sütüyle alınan trans yağ asitlerinin esansiyel yağ asitlerinin alımını azaltarak membran strüktürü metabolizmayı direk etkileyerek büyüme ve gelişme üzerinde ters etkilere sahip olabileceği düşünülmüştür (Innis, 2006). Yapılan araştırmalar Avrupa'da anne sütünde %2 civarında trans yağ asidi izomeri bulunduğunu göstermiştir (Decsi, 2003). Bu oran Afrika'da daha düşüktür. Nijerya'da kırsal ve kentsel bölgede yaşayan annelerin sütleri incelendiğinde bunların trans yağ asidi içeriği sırasıyla %0.22 ve %0.34'tür (Glew ve ark., 2006). Güney Amerika'da ise Afrika'ya göre daha yüksek olup Brezilya'da %2.36 civarındadır (Silva ve ark., 2005).

Biyohidrojenasyonla oluşan trans yağ asitleri ruminant hayvanların yağlarının ve diğer vücut bileşimlerinde düşük miktarlarda bulunmaktadır (Smith ve ark., 1978). Biyohidrojenasyona bağlı olarak hayvanların etlerinde %1–11 oranlarında trans yağ asitleri tespit edilmiştir (Steinhart ve Pfalzgraf, 1994). Ülkemizde ruminant olan keçi koyun ve inek sütünden yapılmış tereyağlarında sırasıyla 0.11, 0.26, 0.16 oranında C 18:2 trans yağ asidi belirlenmiştir (Sağdıç ve ark., 2004).

Günümüzde trans yağ asitlerinin zararlarının farkına varmış birçok ülkede hazır gıdaların üretiminde trans yağ asitlerinin kullanımı yasaklanmış ya da sınırlandırılmıştır. Bu şekilde insanların farkında olmadan alımı engellenmeye çalışılmaktadır. Ancak yinede bu tür hazır gıdalarda trans yağ asitlerinin

miktarlarının araştırılması, günlük trans yağ asidi alımının belirlenmesi ve azaltılması açısından önemlidir. Yapılan araştırmalara göre genel olarak günlük alınan trans yağ asidinin %2-8 oranında süt ve süt ürünlerinden, %80-90 oranındaki kısmı ise hidrojenize yağlar ve onların endüstriyel ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca süt ürünlerindeki trans yağ asidi oranı mevsime, bölgeye ve beslenme şekline bağlı olarak %2-7 oranları arasındadır. Aynı araştırmada yapılan bir anketin verilerine göre diyetle alınan trans yağ asitleri miktarı toplam yağ asitlerinin Amerika Birleşik Devletleri'nde %6-8'i, İngiltere'de %4-6'sı, Almanya'da %2-4'ü ve İspanya'da %1,7'si civarındadır. Bu verilere bağlı olarak trans yağ asitleri genelde endüstrileşmiş ülkelerde daha fazla tüketilmekte olup 2-8 g/gün arasında değişmektedir (Larque ve ark., 2001).

2.4. Trans Yağ Asitlerinin Sağlığa Etkileri

Metabolik çalışmalar trans yağların kan lipid seviyesi üzerinde yan etkilere sahip olduğunu göstermiştir. Trans yağlar LDL (kötü) kolesterolü artırırken HDL (iyi) kolesterolü düşürmektedir. Kandaki kolesterolün fazlalığı problem çıkarır. 1960-70'lerde bilim adamları yüksek kan kolesterolü düzeyiyle kalp hastalığı arasındaki bağlantıyı belirlediler. Atardamarların içinde kolesterol birikintileri oluşabilir. Plak denilen bu birikintiler, kan akışını yavaşlatacak, hatta tamamen durduracak ölçülerde damarı daraltabilir. Ateroskleroz denilen bu daralma süreci genellikle kalbi besleyen atardamarlarda (koroner arterler) sıkça ortaya çıkmaktadır. Kalbin bazı bölümleri kan ve dolayısıyla oksijen ve diğer besinleri alamayınca *anjina pectoris* denilen göğüs ağrıları ortaya çıkmaktadır. Bu plaklar parçalanarak pıhtı halinde dolaşmaya başlayabilir. Pıhtı, kalp krizine veya inmeye ve ani ölümlere yol açabilmektedir (Hu ve ark., 2001).

Trans yağlar, doymuş yağlarla aynı derecede LDL' yi artırmasına karşın HDL kolesterolü de düşürmektedir (Mensink ve Katan, 1990). Oysa doymuş yağlar HDL kolesterolünde neredeyse hiçbir değişiklik oluşturmamaktadır. Sonuç olarak trans

yağın LDL/HDL kolesterol oranına etkisi doymuş yağın yaklaşık iki katıdır. Trans yağların LDL kolesterol ve lipoprotein (a) seviyelerini yükselttiği, HDL kolesterol seviyesini düşürdüğü, bunun sonucunda da koroner kalp hastalığı riskinin yükseldiği belirtilmiştir (Zock ve Katan, 1997).

Pedersen ve ark.(1998)'nın çalışmalarında da, Norveç'te 1958 yılında 15g/gün olan trans yağ asidi tüketiminin 30 yılda 4g/gün'e düştüğü belirtilirken, en az bunun kadar önemli ve çok daha fazla miktarlarda tüketilen doymuş yağlara da kalp hastalığı açısından dikkat edilmesi gerektiği vurgulanmaktadır. Hollanda'da geçtiğimiz 10 yılda trans yağ asidi tüketiminin %80 oranında azaltıldığı, bunun da koroner kalp hastalığı riskini yaklaşık %40'lara varan oranda düşürdüğü görülmüştür.

Bazı ülkelerde gıda ambalajlarının üzerinde ürünün içerdiği trans yağ asidi miktarının açık olarak belirtilmesi zorunluluğu 2006 yılı başına uygulamaya geçmiştir. Ülkemizde de bu yönde çalışmaların yapılması gerekmektedir. Sağlıklı bir beslenme planında doymuş yağ asitleri ile trans yağ asitlerinin toplamı günlük kalori tüketiminin %10'unu kesinlikle aşmamalıdır.

Gıda ürünlerinde hangi maddelerin bulunduğunu etiketlerinde belirtilmesi önemli olmakla birlikte tek başına yeterli değildir. Bunun yasalarla sıkı bir şekilde denetlenmesi ve bazı bileşenlerin belli limitlerin altında tutulmasının sağlanması gerekmektedir. Ayrıca fast food gibi gıdalarda etiket koyma mecburiyeti yoktur. Bazı ürünlerde ise kolesterolsüz ya da bitkisel yağla hazırlanmış gibi aldatıcı etiketler taşıyabilmektedir. Restoranlar ise bu şekilde pişirmek daha düşük maliyetli olduğundan trans yağ asitlerini kullanmaya eğilimlidirler çünkü katı yağlar kullanım kolaylığı ve yüksek derecede birçok maddenin kızartılması için uygun olması nedeniyle tercih edilmektedir. Hazır gıdalarda da raf ömrünü uzatılabilmesi için trans yağ asidi içeriği yüksek yağlar daha fazla kullanılmaktadır. Avrupalı üreticiler geliştirilen margarinlerde trans yağ asidi içeriğini düşürerek trans yağ asitlerinin ters etkilerine süratli bir şekilde tepki göstermişlerdir. Son yıllarda elde edilen verilere göre, trans yağ asidi alım miktarında azalmalar gözlenmektedir (Willett ve ark., 1993). Ayrıca margarin ve şortening üretiminde geliştirilen yeni metotların kullanılması da trans yağ asidi içeriğini azaltmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Yağ Örnekleri

Çalışmada kullanılan çikolata numuneleri Konya'daki marketlerden toplanmıştır. Her biri değişik firmaya ait çikolata numunelerinden üçer adet satın alınmıştır. Türkiye'de satılmakta olan 12 markaya ait 35 adet çikolata ve 27 adet çikolatalı gofret olmak üzere toplam 62 farklı ürün analizlendiğinden elde edilen sonuçlar tüm Türkiye için geçerli olabilecek özelliktedir.

3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

- Sıcak su banyosu
- Ultratorax
- Rotary evaporatör
- Vakum pompası
- Gaz kromatografisi (GC), HP Agilent 6890
- 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.

- Kloroform/metanol (2/1, v/v), Merck

- Kloroform /hekzan (1/4,v/v), Merck
- BF_3-metanol kompleksi (%14'lük)
- H_2SO_4 (8 N)
- Metanolde % 6' lık KOH çözeltisi
- Doymuş NaCl

Numunelerin yağ asiti ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nın metodlarından yararlanılmıştır. Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizleri için metilleştirilmeleri Moss ve ark. (1974)'nın metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asitlerinin metilleştirilmesinde BF3-metanol (bortriflorür-metanol) kompleksi kullanılmıştır.

3.4. Homojenleştirme

Çikolata numuneleri kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesi ultratoraxda ile 24000 dev./ dak. 5 dakika homojenleştirilmiş ve homojenat whatman filtre kâğıdından süzülmüştür.

3.5. Ekstraksiyon

Süzüntü rotary evoporatör kabına aktarılmış ve 65 ºC' de çözücü uçurulmuştur. Rotary evoporatör kabı içindeki maddeler kloroform/metanol (2/1, v/v) ilavesiyle çözülerek 30 ml' lik sabunlaştırma şişelerine alınmıştır.

3.6. Sabunlaştırma

Şişedeki çözücü N_2 altında uçurulmuştur. Şişede kalan yağ üzerine 10 ml. Metanolde % 6' lık KOH çözeltisi konulup, karıştırılarak 95 ºC' de 1 saat

sabunlaştırılmıştır. Şişe çalkalanarak köpürtülmüştür. Şişe saf su ile çalkalanarak ayırma hunisine boşaltılmıştır (3 kez). Üzerine 10 ml Kloroform /hekzan (1/4, v/v) karışımı ilave edilerek karışım sıkıca kapatılmış ve 100 kez çalkalanmıştır (3 kez). Faz oluştuktan sonra huninin kapağı çıkarılmış ve alttaki faz, ikinci bir ayırma hunisine alınmıştır. Alttaki sulu fazın pH' ı ölçülmüş, pH = 2 oluncaya kadar H_2SO_4 (8 N) damla damla ilave edilmiştir. 10 ml Kloroform/hekzan (1/4, v/v) ilave edilip 100 kez çalkalanmıştır. Alttaki sulu faz atılmıştır (3kez). Üstteki yağ asidi ve çözücü tabakası rotary evoperatör balonuna alınmıştır. Çözücü 72 ºC' de uçurulmuştur.

3.7. Metilleştirme

Rotary evoporatördeki kalan yağ asitleri kloroform/hekzan ilavesi ile çözülerek şişeye alınmıştır (3 kere). Şişedeki çözücü N_2 altında uçurulmuştur. 3 ml BF_3-Metanol ilave edilerek ve karıştırılmıştır. Sıcak su banyosunda 95 ºC' da 15 dakika beklettikten sonra şişe soğutulmuş ve içindeki yağ ayırma hunisine konulmuştur. Şişeye 5 ml Doymuş NaCl ilave edilmiştir. Şişeye 5 ml kloroform/hekzan konulup karıştırılmıştır. Huni 100 kez çalkalanarak dinlendirilmiştir. Alttaki NaCl bulunan kısım atılmıştır. Üstte kalan çözücüdeki metilleşmiş yağ asitleri huninin üst kısmından temiz bir deney tüpüne alınmıştır. Tüpteki çözücü (2-3 ml kalacak şekilde) N_2 altında uçurulmuştur. Numune mili viale alınarak gaz kromatografide analizleneceği ana kadar derin dondurucuda saklanmıştır.

3.8. Değerlendirme

Yağ asiti metil esterleri standartları Nu-Check Prep. Inc. 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 asitleri belirlenmiştir. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin yüzde alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak tablolar halinde verilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu araştırmada Konya'daki marketlerde bulunan tüm çikolata markalarına ait 13 adet sütlü, 4 adet bitter, 8 adet fındıklı, 3 adet antepfıstıklı, 2 adet bademli çikolata, 14 adet çikolatalı gofret, 13 adet fındıklı çikolatalı gofret ve bu grupların dışında kalan ve diğer çikolatalar olarak adlandırılan 5 adet çikolata numunesi toplanmıştır. Araştırmada 12 farklı markaya ait 35 adedi çikolata, 27 adedi çikolatalı gofret olmak üzere toplam 62 adet numune incelenmiştir. Tüm ürünlerden 3 adet alınarak laboratuarda homojenleştirme, ekstraksiyon ve metilleştirme işlemleri yapıldıktan sonra gaz kromatografisinde her numunenin analizi 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) ve trans yağ asitleri (trans fatty acids=TFAs) yüzdeleri belirlenmiştir.

Toplanan çikolata numunelerinin yağ asidi bileşiminde 8-20 arasında karbon sayılarına sahip yağ asitleri bulunmaktadır. Ayrıca çikolata numunelerinde genel kompozisyonunda 25 değişik yağ asidi belirlenmiştir (Tablo 1).

Çikolatalarda değişik markalar arasında ∑ SFA, ∑ MUFA ve ∑ PUFA yüzdeleri arasında farklar gözlenmiştir. Sütlü çikolatalarda ∑SFA %51.32-62.81, ∑ MUFA %32.16-41.10, ∑ PUFA %4.25-7.04 olduğu belirlenmiştir. Sütlü çikolatalarda SFA'lardan C 18:0 (stearik asit) ve MUFA'lardan 18:1 (oleik asit) en yüksek düzeyde ve birbirlerine yakın oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Bunlardan sonra C 16:0 (palmitik asit) yüksek oranlarda bulunmuştur (Tablo 2).

Bitter çikolatalarda ∑ SFA %57.75-62.54, ∑ MUFA %32.70-37.70, ∑ PUFA ise % 4.09-4.98 arasında olduğu görülmüştür. Bu grupta bulunan çikolatalarda sütlü çikolatalara benzer olarak C 18:0 (stearik asit) ve C 18:1 (oleik asit) major yağ asitleri olarak ve benzer oranlarda belirlenmiştir. C 16:0 (palmitik asit) ise aynı şekilde bunları takip etmiştir (Tablo 3).

Fındıklı çikolatalarda ∑ SFA %38.46-57.96, ∑ MUFA %35.25-53.87, ∑ PUFA %5.35-9.51 oranlarında tespit edilmiştir. C 18:1 (oleik asit) major yağ asidi

olarak bulunmuştur. Bunu bir numune hariç sırasıyla C 18:0 (stearik asit) ve C 16:0 (palmitik asit) izlemektedir (Tablo 4).

Antepfıstıklı çikolatalarda ∑ SFA %43.99-62.14, ∑ MUFA %32.50-43.74, ∑ PUFA %4.55-13.60 arasında bulunmuştur. Bu grupta bulunan numunelerin total yağ asidi kompozisyonları arasında belirgin bir fark gözlenmiş olup diğer gruplara benzer olarak total yağ asidi içeriğinin büyük bir kısmını C 16:0 (palmitik asit), C 18:0 (stearik asit) ve C 18:1 (oleik asit) oluşturmaktadır (Tablo 5).

Bademli çikolatalarda ∑ SFA %52.33-54.78, ∑ MUFA %38.12-40.00, ∑ PUFA %6.26-6.83 oranlarında tespit edilmiştir. C 18:1 (oleik asit) major yağ asidi olarak belirlenmiştir. Daha sonra sırasıyla C 18:0 (stearik asit) ve C 16:0 (palmitik asit) yüksek oranlarda bulunan diğer yağ asitleridir (Tablo 6).

Çikolatalı gofretlerde markalar arasında ve diğer çikolatalar arasında genel yağ asidi kompozisyonu açısından belirgin şekilde farklar gözlenmiştir. Buna göre ∑ SFA %45.09-83.68, ∑ MUFA %8.45-44.58, ∑ PUFA %4.34-13.61 arasında bulunmuştur. Genel yağ asidi kompozisyonlarına bakıldığında diğer gruplardakine benzer olarak bir numune hariç total yağ asitlerinin büyük bir kısmını C 16:0 (palmitik asit), C 18:0 (stearik asit) ve C 18:1 (oleik asit) oluşturmaktadır. Ancak bu yağ asitlerinin dağılımında farklı numuneler arasında büyük farklar görülmektedir. Diğer numunelerden farklı olarak bir numunede major yağ asidi olarak C 12:0 (laurik asit) tespit edilmiştir. Daha sonra sırasıyla C 14:0 (miristik asit) ve C 16:0 (palmitik asit) gelmektedir (Tablo 7).

Fındıklı çikolatalı gofretlerde de markalar arasında genel yağ asidi kompozisyonları farklılık göstermektedir. ∑ SFA %34.75-87.18, ∑ MUFA %7.62-53.01, ∑ PUFA % 4.32-20.52 oranlarında bulunmuştur. Çikolatalı gofretlere benzer olarak numunelerin total yağ asidi bileşimlerinin büyük bir kısmını C 16:0 (palmitik asit), C 18:0 (stearik asit) ve C 18:1 (oleik asit) oluşturmaktadır (Tablo 8).

Bu gruplardan herhangi birine uymayan ve diğer olarak adlandırdığımız grupta da ∑ SFA ve ∑ MUFA ve ∑ PUFA oranları arasında faklılıklar gözlenmiştir. Buna göre ∑ SFA %50.04-59.73, ∑ MUFA 28.06-35.18, ∑ PUFA %4.96-15.24 değerlerinde tespit edilmiştir. Bu gruptaki tüm numunelerde C 18:1 (oleik asit) major yağ asidi olarak bulunmuştur. Daha sonra numuneler arasında değişmekle birlikte C

16:0 (palmitik asit) ve C 18:0 (stearik asit) yüksek oranda görülen diğer yağ asitleridir (Tablo 9).

İncelenen 62 adet çikolata numunesinde ∑ TFA %0.01-7.92 arasında dağılım göstermektedir. Sütlü çikolatalarda ∑ TFA %0.01-0.53 oranları arasında tespit edilmiştir. Bu grupta en yüksek oranda bulunan trans yağ asidinin %0.40 ile C 18:1 t9 (elaidik asit) olduğu görülmektedir (Tablo 2).

Bitter çikolatalarda TFA içeriği çok düşük olup sadece bir numunede % 0.01 ile C 18:2 t9t12 (linolelaidik asit)'te gözlenmiştir. Bu grupta trans yağ asitleri sadece bir numunede görülmüştür. Gruptaki diğer numunelerde trans yağ asitlerine rastlanmamıştır. Bu sonuçlara göre bitter çikolatalar trans yağ asitleri en düşük seviyede içeren çikolata grubunu oluşturmaktadır (Tablo 3).

Fındıklı çikolatalarda ∑ TFA %0.08-6.23 arasında değişmektedir. Bu grupta en yüksek oran %4.77 ile C 18:1 t9 (elaidik asit)'e aittir. C 18:2 t9 t12 (linolelaidik asit) %1.23 oranıyla bu grubun diğer yüksek düzeydeki trans yağ asidini oluşturmaktadır (Tablo 4).

Antepfıstıklı çikolatalarda ise ∑ TFA %0.13-0.48 olarak bulunmuştur. Major TFA %0.34 oranındaki C 18:1 t9 (elaidik asit)'tir. Bunun ardından C 18:2 t9 t12 (linolelaidik asit) %0.13 oranıyla ikinci sırada yer almaktadır. C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) ise iki numunede C 18:1 t9 (elaidik asit)'ten sonra en yüksek orandaki trans yağ asididir (Tablo 5).

Bademli çikolatalarda ∑ TFA %0.48 oranındadır. C 18:1 t9 (elaidik asit) bu gruptaki her iki numunede de %0.33'lük bir yüzdeyle bu değere en büyük katkıyı yapan trans yağ asididir. C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) ise yine iki numunede de %0.10'la bunu takip etmektedir (Tablo 6).

Çikolatalı gofretlerde ise ∑ TFA %0.03-2.90 arasında olduğu belirlenmiştir. Bu gruptaki dokuz numunede C 18:1 t9 (elaidik asit) major trans yağ asidi olduğu görülmüştür. Bu numunelerden ikisinde başka trans yağ asidi çeşidi tespit edilmemiştir. Gruptaki üç numunede C 18:2 t9 t12 (linolelaidik asit) bir numunede ise C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) en yüksek oranda bulunan trans yağ asididir. Bir numunede ise trans yağ asidi belirlenmemiştir (Tablo 7).

Fındıklı çikolatalı gofretlerde ∑ TFA %0.04-7.92 oranları arasında bulunmuştur. Gruptaki numunelerin sekiz adedinde C 18:1 t9 (elaidik asit), iki adedinde C 18:2 t9 t12 (linolelaidik asit), bir adedinde C 16:1 t9 (palmitelaidik asit) yüksek oranlarda bulunan trans yağ asitlerini oluşturmaktadır. İki adet numunede ise trans yağ asidi tespit edilmemiştir (Tablo 8).

Diğer çikolatalar grubunda ∑ TFA %0.07-0.35 arasında olduğu görülmüştür. Grupta üç numunede C 18:2 t9 t12 (linolelaidik asit), bir numunede ise C 18:1 t9 (elaidik asit) en yüksek yüzdede bulunan trans yağ asitleridir. Bir numunede de trans yağ asidi bulunmamıştır (Tablo 9).

Tablolarda diğer yağ asitleri olarak gösterilen yağ asitleri standartlara karşılık gelmeyen ve bu nedenle tanımlanamayan yağ asitlerinin toplamını oluşturmaktadır. Diğer yağ asitleri sütlü çikolatalarda %0.06-0.47 (Tablo 2), bitter çikolatalarda %0.03-0.48 (Tablo 3), fındıklı çikolatalarda %0.05-0.57 (Tablo 4), antepfıstıklı çikolatalarda %0.33-0.38 (Tablo 5), bademli çikolatalarda %0.35-0.36 (Tablo 6), çikolatalı gofretlerde %0.09-0.66 (Tablo 7), fındıklı çikolatalı gofretlerde %0.01-0.51 (Tablo 8) ve diğer çikolatalarda %0.25-0.47 oranları arasında değişmektedir.

Tablo 1. Çikolataların yağ bileşiminde bulunan yağ asitleri

Karbon Sayısı	**Yaygın ve Sistematik Adı**
C 8:0	Kaprilik asit (Oktanoik asit)
C 10:0	Kaprik asit (Dekanoik asit)
C 11:0	Andesilik asit (Andekanoik asit)
C 12:0	Laurik asit (Dodekanoik asit)
C 13:0	Tridesilik asit (Tridekanoik asit)
C 14:0	Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C 14:1 ω5	Miristoleik asit (cis-9-Tetradekanoik asit)
C 15:0	Pentadesilik asit (Pentadekanoik asit)
C 15:1 ω6	Pentadekanoik asit (cis-9-Pentadekanoik asit)
C 16:0	Palmitik asit (Hekzadekanoik asit)
C 16:1 t9	Palmitelaidik asit (trans-9-Hexadekanoik 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 t9	Elaidik asit (trans-9-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	(trans9-cis12-Oktadekadienoik asit)
C 18 2 ω6	Linoleik asit (LA) (cis-9-12-Oktadekadienoik asit)
C 18:3 ω6	Linolenik asit (α-linoleik asit.ALA)(cis-9-12-15- Oktadekatrienoik asit)
C 18:3 ω3	γ Linolenik 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)

Tablo 2. Sütlü çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C 8:0	0.12±0.01**	0.10±0.01	-	0.45±0.24	0.08±0.01	0.14±0.01	-	-	-	-	0.12±0.01	0.62±0.01	-
C 10:0	0.37±0.01	0.36±0.01	0.32±0.01	0.24±0.01	0.42±0.01	0.57±0.01	0.48±0.12	0.62±0.01	0.10±0.01	2.10±0.04	0.33±0.01	0.36±0.02	0.22±0.01
C 11:0	0.06±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.08±0.01	0.11±0.08	0.09±0.01	-	0.30±0.03	-	0.04±0.01	0.01±0.01
C 12:0	0.61±0.01	0.53±0.01	0.66±0.02	0.41±0.01	0.38±0.01	0.76±0.01	0.31±0.01	0.44±0.01	0.32±0.01	0.47±0.01	1.42±0.18	0.43±0.06	0.52±0.01
C 13:0	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.04±0.01	0.06±0.03	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	-	-	0.01±0.01	0.01±0.01
C 14:0	2.02±0.01	1.93±0.01	1.91±0.01	0.94±0.01	1.34±0.01	2.03±0.01	1.34±0.01	1.68±0.01	1.49±0.01	1.70±0.01	2.15±0.01	1.78±0.01	1.87±0.01
C 15:0	0.22±0.01	0.21±0.01	0.22±0.02	0.10±0.01	0.17±0.01	0.22±0.01	-	0.01±0.01	-	-	0.21±0.01	0.22±0.01	0.17±0.01
C 16:0	26.45±0.09	25.95±0.01	25.96±0.04	24.54±0.03	25.86±0.01	25.01±0.06	21.87±0.11	25.90±0.03	24.50±0.02	26.50±0.02	26.20±0.02	25.38±0.01	29.98±0.09
C 17:0	0.32±0.01	0.30±0.01	0.31±0.02	0.24±0.02	0.30±0.01	0.29±0.01	0.22±0.01	0.29±0.01	0.27±0.01	0.24±0.01	0.35±0.03	0.35±0.02	0.27±0.01
C 18:0	32.11±0.08	31.65±0.03	32.56±0.20	31.26±0.16	33.49±0.02	29.97±0.05	26.97±0.10	32.68±0.05	33.33±0.03	31.50±0.03	30.32±0.02	32.14±0.09	26.28±0.05
C 20:0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.30±0.01	-	0.04±0.03
Σ SFA*	62.30±0.11	61.10±0.03	61.99±0.12	58.22±0.33	62.13±0.03	59.13±0.16	51.32±0.02	61.73±0.02	60.03±0.04	62.81±0.04	61.40±0.17	61.33±0.06	59.37±0.09
C 14:1	0.27±0.01	0.23±0.01	0.26±0.01	0.11±0.01	0.20±0.01	0.26±0.01	0.16±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01	0.18±0.01	0.24±0.01	0.22±0.01	0.20±0.01
C 15:1	0.05±0.01	0.07±0.01	0.06±0.02	0.04±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.04±0.01	0.07±0.01	0.05±0.01	0.04±0.02	0.07±0.01	0.07±0.01	0.11±0.04
C 16:1	0.69±0.05	0.71±0.01	0.71±0.01	0.43±0.01	0.58±0.01	0.73±0.01	0.58±0.03	0.59±0.01	0.52±0.01	0.56±0.03	0.74±0.03	0.59±0.02	0.66±0.04
C 17:1	0.11±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	0.04±0.01	0.07±0.01	0.09±0.01	0.07±0.01	0.08±0.01	0.07±0.01	0.06±0.01	0.13±0.03	0.10±0.01	0.07±0.01
C 18:1	31.56±0.06	32.65±0.01	31.83±0.24	36.53±0.26	31.91±0.01	33.68±0.06	40.03±0.12	31.65±0.01	33.29±0.03	31.23±0.03	31.29±0.10	32.16±0.02	33.28±0.09
C 20:1	0.19±0.04	0.15±0.01	0.20±0.01	0.14±0.01	0.15±0.01	0.24±0.01	0.22±0.05	0.16±0.01	0.16±0.03	0.09±0.01	0.20±0.01	0.25±0.01	0.10±0.01
Σ MUFA*	32.87±0.06	33.89±0.01	33.14±0.25	37.29±0.24	32.97±0.01	35.07±0.06	41.10±0.07	32.73±0.01	34.26±0.03	32.16±0.02	32.67±0.16	33.38±0.01	34.42±0.05
C 18:2	3.30±0.02	3.72±0.01	3.51±0.03	3.06±0.10	3.18±0.01	4.13±0.03	6.03±0.04	3.37±0.01	3.59±0.03	3.39±0.02	4.87±0.03	3.48±0.02	4.89±0.11
C 18:3n6	0.83±0.01	0.82±0.01	0.86±0.04	0.85±0.01	0.95±0.01	0.79±0.01	0.75±0.04	0.93±0.01	0.99±0.03	0.75±0.04	0.01±0.01	0.01±0.01	0.42±0.04
C 18:3n3	0.37±0.01	0.38±0.01	0.36±0.03	0.32±0.01	0.35±0.01	0.41±0.01	0.26±0.01	0.26±0.01	0.26±0.02	0.24±0.01	0.90±0.01	1.19±0.01	0.61±0.02
C 20:4	-	0.01±0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.20±0.01	0.11±0.02
Σ PUFA*	4.50±0.01	4.93±0.02	4.73±0.04	4.25±0.13	4.48±0.01	5.33±0.02	7.04±0.05	4.56±0.01	4.84±0.02	4.38±0.03	5.78±0.04	4.88±0.01	6.03±0.06
C 16:1 t	0.09±0.01	-	-	-	-	-	0.06±0.01	0.10±0.01	0.09±0.01	0.07±0.01	-	-	-
C 18:1 t	-	-	-	-	-	-	0.29±0.01	0.38±0.02	0.40±0.01	0.31±0.01	-	-	-
C 18:2 t9t12	0.09±0.01	0.02±0.01	-	0.04±0.03	0.01±0.01	0.08±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.04±0.03	-	0.07±0.03	0.08±0.01	-
C 18:2 t9c12	0.04±0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02±0.01	-	-
Σ Trans	0.22±0.01	0.02±0.01	-	0.04±0.03	0.01±0.01	0.08±0.01	0.37±0.01	0.51±0.02	0.53±0.02	0.38±0.02	0.09±0.02	0.08±0.01	-
Diğer	0.11	0.06	0.14	0.22	0.41	0.39	0.17	0.47	0.34	0.27	0.06	0.32	0.18

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.

**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 3. Bitter çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4
C 8:0	-	-	0.01±0.01	0.07±0.01
C 10:0	0.09±0.05**	0.24±0.05	0.03±0.01	0.33±0.01
C 11:0	-	-	-	0.06±0.01
C 12:0	0.23±0.01	0.11±0.01	0.12±0.01	1.01±0.02
C 13:0	-	-	-	0.01±0.01
C 14:0	0.35±0.01	0.30±0.02	0.22±0.01	1.07±0.01
C 15:0	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.09±0.01
C 16:0	25.40±0.01	25.13±0.11	25.53±0.04	24.37±0.03
C 17:0	0.23±0.01	0.22±0.01	0.22±0.01	0.23±0.01
C 18:0	35.90±0.31	36.51±0.18	35.73±0.11	30.51±0.08
C 20:0	-	-	-	-
Σ SFA*	62.24±0.34	62.54±0.10	61.89±0.08	57.75±0.08
C 14:1	0.02±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.09±0.01
C 15:1	0.01±0.01	-	-	0.04±0.01
C 16:1	0.31±0.01	0.30±0.01	0.22±0.01	0.39±0.01
C 17:1	0.03±0.01	0.03±0.01	-	0.04±0.01
C 18:1	32.27±0.14	32.35±0.07	33.56±0.29	37.02±0.18
C 20:1	0.05±0.04	-	-	0.12±0.01
Σ MUFA*	32.70±0.18	32.70±0.07	33.79±0.28	37.70±0.18
C 18:2	3.67±0.03	3.52±0.03	3.19±0.01	2.95±0.01
C 18:3n6	0.96±0.02	0.92±0.01	0.34±0.05	0.84±0.01
C 18:3n3	0.35±0.02	0.31±0.01	0.77±0.17	0.30±0.01
C 20:4	-	-	-	-
Σ PUFA*	4.98±0.06	4.75±0.03	4.30±0.22	4.09±0.01
C 16:1 t	-	-	-	-
C 18:1 t	-	-	-	-
C 18:2 t9t12	0.01±0.01	-	-	-
C 18:2 t9c12	-	-	-	-
Σ Trans	0.01±0.01	-	-	-
Diğer	0.07	-	0.03	0.48

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.
**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 4. Fındıklı çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8
C 8:0	-	-	-	-	0.10±0.01	-	-	-
C 10:0	0.42±0.01**	0.26±0.02	0.33±0.03	0.38±0.01	0.11±0.01	0.04±0.02	0.74±0.06	0.16±0.02
C 11:0	0.05±0.01	0.04±0.01	0.05±0.03	0.09±0.01	0.03±0.02	-	0.11±0.01	0.01±0.01
C 12:0	0.60±0.01	0.17±0.01	0.40±0.01	0.37±0.01	0.26±0.03	0.17±0.01	0.60±0.01	0.34±0.01
C 13:0	0.03±0.01	0.01±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.02±0.01	0.03±0.02	0.03±0.01	-
C 14:0	1.23±0.01	0.68±0.01	1.40±0.01	1.46±0.01	1.16±0.01	0.97±0.03	1.75±0.02	1.27±0.08
C 15:0	-	-	0.01±0.01	0.01±0.01	0.09±0.01	0.03±0.02	0.01±0.01	-
C 16:0	20.76±0.02	16.97±0.03	19.78±0.04	21.04±0.01	19.92±0.02	20.30±0.21	24.87±0.03	19.47±0.19
C 17:0	0.16±0.01	0.17±0.01	0.24±0.03	0.22±0.04	0.19±0.01	0.25±0.03	0.25±0.02	0.20±0.01
C 18:0	17.27±0.04	20.16±0.03	24.26±0.04	25.91±0.06	25.24±0.06	32.81±0.13	29.60±0.05	25.63±0.08
C 20:0	-	-	0.22±0.01	0.25±0.01	-	-	-	-
Σ SFA*	40.51±0.02	38.46±0.09	46.72±0.08	49.75±0.01	47.11±0.02	54.61±0.15	57.96±0.06	47.08±0.16
C 14:1	0.11±0.01	0.08±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.11±0.01	0.22±0.03	0.19±0.01	0.14±0.01
C 15:1	0.03±0.01	0.03±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.01±0.01	0.12±0.05	0.06±0.01	0.03±0.01
C 16:1	0.37±0.03	0.34±0.01	0.48±0.03	0.48±0.06	0.41±0.02	0.12±0.10	0.53±0.02	0.62±0.03
C 17:1	0.07±0.01	0.07±0.01	0.10±0.01	0.08±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.08±0.01	0.10±0.01
C 18:1	42.50±0.25	53.34±0.06	45.33±0.14	42.37±0.11	45.97±0.04	38.51±0.22	34.21±0.13	44.38±0.11
C 20:1	0.15±0.01	-	-	-	-	0.19±0.01	0.18±0.01	0.13±0.04
Σ MUFA*	43.23±0.23	53.87±0.05	46.14±0.09	43.14±0.09	46.56±0.03	39.22±0.22	35.25±0.10	45.40±0.07
C 18:2	8.75±0.03	6.47±0.01	5.61±0.02	5.72±0.02	5.55±0.01	3.96±0.02	4.47±0.01	6.04±0.02
C 18:3n6	0.55±0.01	0.61±0.02	0.73±0.01	0.75±0.01	0.45±0.02	1.17±0.03	0.86±0.01	0.63±0.10
C 18:3n3	0.22±0.01	0.14±0.01	0.19±0.01	0.16±0.01	0.29±0.02	0.22±0.01	0.27±0.01	0.24±0.03
C 20:4	-	-	-	-	-	-	-	-
Σ PUFA*	9.51±0.03	7.22±0.02	6.53±0.03	6.62±0.02	6.28±0.02	5.35±0.04	5.60±0.02	6.90±0.14
C 16:1 t	0.04±0.02	0.05±0.01	0.08±0.01	0.06±0.02	-	0.05±0.02	0.09±0.01	0.07±0.01
C 18:1 t	4.77±0.20	-	-	0.06±0.11	-	0.10±0.09	0.62±0.03	0.23±0.11
C 18:2 t9t12	1.23±0.01	0.02±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	-	0.05±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01
C 18:2 t9c12	0.19±0.06	0.01±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	-	0.05±0.02	0.05±0.01	0.02±0.01
Σ Trans	6.23±0.24	0.08±0.01	0.16±0.12	0.21±0.09	-	0.25±0.15	0.83±0.05	0.38±0.10
Diğer	0.52	0.38	0.46	0.27	0.05	0.57	0.37	0.22

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.

**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 5. Antep fıstıklı çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3
C 8:0	-	-	-
C 10:0	0.89±0.02**	1.04±0.03	-
C 11:0	0.03±0.05	0.12±0.02	-
C 12:0	0.18±0.01	0.45±0.01	0,44±0.01
C 13:0	0.01±0.01	0.04±0.03	-
C 14:0	1.05±0.01	1.44±0.01	1,01±0.01
C 15:0	0.01±0.01	0.01±0.01	0,11±0.01
C 16:0	22.63±0.03	20.79±0.06	25,32±0.09
C 17:0	0.28±0.01	0.23±0.01	0,16±0.01
C 18:0	37.06±0.02	23.29±0.02	16,97±0.13
C 20:0	-	-	-
Σ SFA*	62.14±0.04	47.43±0.05	43,99±0.25
C 14:1	0.15±0.01	0.17±0.01	0,10±0.01
C 15:1	0.05±0.01	0.05±0.01	0,09±0.01
C 16:1	0.46±0.01	0.63±0.01	0,44±0.01
C 17:1	0.07±0.01	0.09±0.01	0,05±0.01
C 18:1	31.58±0.04	42.49±0.09	41,40±0.44
C 20:1	0.20±0.01	0.30±0.02	0,22±0.01
Σ MUFA*	32.50±0.05	43.74±0.08	42,28±0.41
C 18:2	2.99±0.01	7.07±0.03	12,31±0.11
C 18:3n6	1.34±0.01	0.64±0.03	0,31±0.01
C 18:3n3	0.22±0.01	0.26±0.01	0,82±0.02
C 20:4	-	-	0,17±0.01
Σ PUFA*	4.55±0.01	7.97±0.04	13,60±0.14
C 16:1 t	0.09±0.01	0.11±0.02	-
C 18:1 t	0.34±0.01	0.33±0.01	-
C 18:2 t9t12	0.02±0.01	0.02±0.01	0,13±0.01
C 18:2 t9c12	0.03±0.01	0.02±0.01	-
Σ Trans	0.48±0.02	0.48±0.01	0,13±0.01
Diğer	0.33	0.38	-

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.
**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 6. Bademli çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2
C 8:0	-	-
C 10:0	0.96±0.01**	0.99±0.13
C 11:0	0.08±0.01	0.09±0.07
C 12:0	0.32±0.01	0.36±0.01
C 13:0	0.03±0.01	0.03±0.01
C 14:0	1.25±0.02	1.31±0.01
C 15:0	0.01±0.01	0.01±0.01
C 16:0	21.71±0.03	21.41±0.11
C 17:0	0.26±0.01	0.25±0.02
C 18:0	30.18±0.05	27.88±0.04
C 20:0	-	-
Σ SFA*	54.78±0.02	52.33±0.07
C 14:1	0.16±0.01	0.17±0.02
C 15:1	0.05±0.01	0.05±0.01
C 16:1	0.55±0.01	0.57±0.03
C 17:1	0.08±0.01	0.09±0.01
C 18:1	37.04±0.12	38.85±0.05
C 20:1	0.25±0.01	0.27±0.01
Σ MUFA*	38.12±0.10	40.00±0.06
C 18:2	5.03±0.04	5.71±0.01
C 18:3n6	0.99±0.01	0.87±0.05
C 18:3n3	0.24±0.01	0.25±0.04
C 20:4	-	-
Σ PUFA*	6.26±0.04	6.83±0.08
C 16:1 t	0.10±0.01	0.10±0.02
C 18:1 t	0.33±0.01	0.33±0.03
C 18:2 t9t12	0.02±0.02	0.02±0.01
C 18:2 t9c12	0.03±0.02	0.02±0.02
Σ Trans	0.48±0.07	0.48±0.07
Diğer	0.35	0.36

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.
**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 7. Çikolatalı gofretlerin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
C 8:0	0.15±0.05**	0.36±0.01	0.52±0.01	1.17±0.01	-	-	-	-	0.27±0.01	-	-	-	-	0,27±0.05
C 10:0	0.46±0.10	0.68±0.02	1.00±0.05	2.07±0.02	0.20±0.04	0.11±0.01	0.12±0.03	0.36±0.07	0.49±0.02	-	0.84±0.09	0.19±0.01	0.41±0.08	0,22±0.03
C 11:0	0.05±0.03	0.04±0.01	0.05±0.02	0.04±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	-	0.07±0.01	-	0.09±0.01	0.01±0.01	0.03±0.02	-
C 12:0	1.03±0.02	4.42±0.01	8.15±0.02	38.76±0.32	1.67±0.02	0.78±0.02	0.34±0.01	1.22±0.01	4.82±0.20	0.68±0.01	4.97±0.02	0.33±0.01	3.92±0.05	0,44±0.02
C 13:0	0.03±0.03	0.02±0.01	0.05±0.03	0.05±0.01	0.02±0.02	0.04±0.03	-	-	-	0.01±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.01±0.01	-
C 14:0	1.81±0.01	3.26±0.01	4.51±0.02	15.95±0.05	1.40±0.02	1.06±0.04	1.14±0.01	0.97±0.01	2.93±0.08	0.87±0.01	3.15±0.02	1.36±0.03	2.26±0.03	0,91±0.05
C 15:0	0.17±0.01	0.21±0.01	0.21±0.01	0.02±0.01	-	-	-	-	0.12±0.01	-	-	0.02±0.01	-	0,10±0.01
C 16:0	25.28±0.12	25.66±0.03	24.14±0.02	14.10±0.12	27.02±0.07	28.53±0.12	35.02±0.04	30.14±0.12	30.48±0.05	20.82±0.02	30.12±0.08	21.25±0.02	30.55±0.17	28,18±0.15
C 17:0	0.25±0.04	0.29±0.01	0.25±0.03	0.04±0.01	0.15±0.01	0.21±0.01	0.17±0.01	0.14±0.01	0.15±0.01	0.17±0.01	0.19±0.02	0.24±0.01	0.17±0.01	0,17±0.01
C 18:0	29.41±0.18	28.63±0.03	27.76±0.05	11.48±0.15	14.56±0.08	27.18±0.06	15.92±0.03	17.64±0.03	19.53±0.13	22.83±0.03	19.96±0.03	25.85±0.06	18.49±0.09	16,12±0.11
C 20:0	-	-	0.16±0.06	-	0.05±0.01	-	-	0.02±0.02	-	-	-	0.28±0.01	-	-
Σ SFA*	58.64±0.19	63.59±0.05	66.81±0.16	83.68±0.17	45.09±0.12	57.92±0.18	52.73±0.06	50.49±0.22	58.83±0.37	45.38±0.03	59.35±0.06	49.56±0.07	55.83±0.22	46,41±0.23
C 14:1	0.21±0.03	0.27±0.01	0.26±0.01	0.01±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.04±0.01	0.11±0.01	0.10±0.01	0.14±0.01	0.20±0.02	0.06±0.01	0,07±0.01
C 15:1	0.06±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	-	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	-	0.04±0.01	-	0.04±0.01	0.10±0.03	0.02±0.01	0,07±0.01
C 16:1	0.56±0.11	0.68±0.01	0.54±0.08	0.04±0.01	0.30±0.02	0.36±0.01	0.31±0.01	0.21±0.02	0.32±0.01	0.25±0.01	0.41±0.03	0.55±0.02	0.28±0.01	0,40±0.02
C 17:1	0.07±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	0.01±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	-	0.05±0.01	0.06±0.01	0.09±0.01	0.03±0.01	0,05±0.01
C 18:1	33.83±0.13	29.89±0.04	27.21±0.14	8.40±0.02	42.64±0.31	32.80±0.12	36.76±0.10	34.50±0.31	30.35±0.11	44.01±0.03	29.69±0.01	39.60±0.08	33.02±0.09	39,11±0.47
C 20:1	0.15±0.02	0.20±0.01	0.16±0.01	-	0.16±0.01	0.11±0.01	0.13±0.01	0.08±0.01	-	0.16±0.01	0.14±0.01	0.01±0.01	0.11±0.01	0,08±0.01
Σ MUFA*	34.88±0.04	31.21±0.04	28.33±0.08	8.45±0.02	43.24±0.29	33.43±0.10	37.36±0.10	34.86±0.29	30.86±0.11	44.58±0.02	30.48±0.05	40.55±0.01	33.51±0.08	39,79±0.45
C 18:2	4.75±0.01	3.89±0.06	3.48±0.01	5.43±0.01	10.17±0.08	6.54±0.02	8.23±0.02	10.71±0.06	9.42±0.15	6.86±0.03	8.37±0.01	8.39±0.05	9.14±0.06	12,34±0.21
C 18:3n6	0.76±0.03	0.74±0.01	0.56±0.07	0.22±0.01	0.54±0.03	0.86±0.02	0.49±0.03	0.57±0.06	0.07±0.01	0.70±0.01	0.67±0.01	0.78±0.01	0.72±0.01	0,01±0.01
C 18:3n3	0.35±0.03	0.33±0.01	0.31±0.01	0.34±0.01	0.48±0.01	0.28±0.01	0.26±0.01	0.37±0.02	0.27±0.01	0.25±0.01	0.29±0.01	0.21±0.01	0.30±0.01	1,18±0.03
C 20:4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,09±0.08
Σ PUFA*	5.85±0.05	4.96±0.05	4.34±0.07	5.99±0.01	11.19±0.11	7.68±0.04	8.98±0.05	11.65±0.14	9.75±0.16	7.81±0.04	9.33±0.01	9.38±0.06	10.16±0.07	13,61±0.25
C 16:1 t	-	-	0.03±0.01	-	0.03±0.02	0.04±0.01	0.04±0.01	0.07±0.04	-	0.01±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.03±0.01	-
C 18:1 t	0.18±0.03	-	0.07±0.06	1.59±0.09	-	0.51±0.07	0.05±0.02	2.66±0.11	0.06±0.01	2.08±0.03	0.38±0.01	-	0.20±0.17	-
C 18:2 t9t12	-	0.03±0.02	0.01±0.01	0.05±0.01	0.06±0.02	0.03±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	-	0.05±0.01	0.04±0.01	-	0.01±0.01	-
C 18:2 t9c12	-	-	-	-	-	0.06±0.01	0.09±0.01	0.10±0.02	-	-	0.08±0.02	0.05±0.02	0.05±0.01	-
Σ Trans	0.18±0.03	0.03±0.02	0.11±0.09	1.64±0.11	0.09±0.04	0.64±0.06	0.27±0.02	2.90±0.15	0.06±0.01	2.14±0.03	0.55±0.04	0.12±0.01	0.29±0.17	-
Diğer	0.45	0.21	0.40	0.24	0.39	0.32	0.66	0.09	0.55	0.10	0.28	0.39	0.20	0.20

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.

**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 8. Fındıklı çikolatalı gofretlerin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C 8:0	1.84±0.01**	0.09±0.01	0.30±0.01	0.06±0.01	0.04±0.01	0.36±0.03	-	-	-	-	-	-	-
C 10:0	2.35±0.01	0.27±0.03	0.38±0.01	0.13±0.01	0.12±0.01	0.17±0.03	-	0.65±0.03	1.29±0.06	-	-	0.08±0.01	0.03±0.01
C 11:0	0.03±0.01	0.02±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	-	-	-	-	-	0.01±0.01	-
C 12:0	31.90±0.08	0.65±0.01	4.36±0.04	0.56±0.01	1.13±0.01	0.28±0.01	0.22±0.01	4.98±0.01	5.11±0.03	0.42±0.01	2.16±0.01	1.07±0.01	1.22±0.01
C 13:0	0.05±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	0.01±0.01	-	-	-	0.01±0.01	0.01±0.01	-	-	0.01±.0.01	-
C 14:0	10.90±0.01	1.19±0.02	2.31±0.01	0.89±0.01	1.34±0.01	1.18±0.01	0.63±0.01	2.32±0.01	2.60±0.01	0.77±0.01	1.55±0.01	1.13±0.01	1.15±0.01
C 15:0	0.03±0.01	0.11±0.01	0.05±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	-	-	-	0.08±0.01	0.06±0.01	0.07±0.01	0.08±0.01	0.07±0.02
C 16:0	15.38±0.02	26.70±0.15	29.27±0.08	19.91±0.12	27.05±0.11	36.28±0.13	30.09±0.03	27.12±0.02	21.19±0.06	21.68±0.01	22.29±0.01	21.88±0.08	21.95±0.01
C 17:0	0.05±0.01	0.24±0.02	0.13±0.01	0.16±0.02	0.16±0.03	0.15±0.02	0.17±0.01	0.13±0.01	0.16±0.01	0.14±0.01	0.13±0.01	0.13±0.01	0.13±0.02
C 18:0	24.50±0.02	28.18±0.13	14.83±0.04	12.95±0.12	15.01±0.23	14.19±0.07	21.72±0.01	16.20±0.01	22.24±0.02	14.51±0.07	19.21±0.04	13.45±0.06	15.72±0.02
C 20:0	0.17±0.01	-	0.07±0.01	-	-	-	-	-	0.42±0.01	0.32±0.01	0.32±0.01	-	0.21±0.01
Σ SFA*	87.18±0.06	57.46±0.09	51.71±0.08	34.75±0.27	44.93±0.31	52.63±0.20	52.82±0.05	51.41±0.01	53.10±0.15	37.90±0.08	45.72±0.02	37.84±0.11	40.49±0.03
C 14:1	0.01±0.01	0.13±0.01	0.03±0.01	0.08±0.01	0.06±0.01	0.09±0.01	0.07±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01
C 15:1	-	0.05±0.01	-	0.03±0.02	0.00±0.01	-	-	-	0.12±0.08	-	-	0.01±0.01	0.00±0.01
C 16:1	0.05±0.01	0.45±0.02	0.22±0.01	0.33±0.04	0.35±0.03	-	0.23±0.04	0.19±0.01	0.30±0.01	0.26±0.01	0.25±0.02	0.29±0.01	0.26±0.02
C 17:1	-	0.05±0.01	0.02±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	-	0.03±0.01	0.03±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	0.06±0.02	0.05±0.01	0.05±0.01
C 18:1	7.57±0.02	36.42±0.17	33.95±0.02	46.42±0.12	43.60±0.17	39.07±0.14	33.76±0.04	28.19±0.09	32.22±0.01	40.79±0.07	36.46±0.08	52.50±0.11	43.25±0.02
C 20:1	-	0.14±0.01	0.07±0.01	0.61±0.04	-	0.12±0.03	0.12±0.02	0.09±0.02	0.09±0.01	0.15±0.01	0.07±0.01	0.09±0.04	0.10±0.01
Σ MUFA*	7.62±0.01	37.25±0.18	34.28±0.02	47.51±0.13	44.05±0.18	39.28±0.10	34.21±0.04	28.55±0.10	32.84±0.06	41.31±0.08	36.88±0.06	53.01±0.16	43.73±0.03
C 18:2	4.03±0.01	4.03±0.12	9.18±0.06	16.27±0.10	9.79±0.15	6.33±0.03	8.25±0.04	11.23±0.01	12.94±0.04	18.96±0.01	16.33±0.02	8.23±0.08	14.51±0.02
C 18:3n6	0.13±0.01	0.81±0.01	0.21±0.02	0.38±0.07	0.19±0.01	0.43±0.13	0.78±0.01	0.46±0.01	0.02±0.01	0.03±0.01	0.02±0.01	0.25±0.01	0.10±0.01
C 18:3n3	0.16±0.01	0.32±0.01	0.31±0.06	0.56±0.31	0.61±0.02	0.24±0.02	0.33±0.01	0.22±0.01	0.78±0.02	1.53±0.01	0.83±0.01	0.52±0.02	0.96±0.01
C 20:4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12±0.01	-	0.04±0.01
Σ PUFA*	4.32±0.01	5.16±0.13	9.70±0.02	17.20±0.27	10.58±0.15	7.00±0.18	9.36±0.05	11.92±0.01	13.74±0.05	20.52±0.03	17.29±0.04	9.00±0.07	15.60±0.03
C 16:1 t	-	-	0.01±0.01	0.04±0.01	-	0.27±0.06	0.02±0.01	0.01±0.01	-	-	0.01±0.01	-	-
C 18:1 t	0.84±0.05	-	3.92±0.28	-	0.43±0.03	0.52±0.02	2.99±0.05	6.64±0.08	-	0.18±0.04	-	-	0.06±0.01
C 18:2 t9t12	0.03±0.01	-	0.31±0.11	-	-	0.09±0.01	0.12±0.01	0.94±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.08±0.02	-	0.04±0.01
C 18:2 t9c12	-	-	-	-	-	0.11±0.04	0.14±0.01	0.33±0.01	-	-	-	-	-
Σ Trans	0.87±0.05	-	4.24±0.15	0.04±0.01	0.43±0.03	0.99±0.07	3.28±0.03	7.92±0.09	0.05±0.01	0.23±0.04	0.08±0.03	-	0.10±0.01
Diğer	0.02	0.13	0.09	0.51	0.01	0.10	0.33	0.21	0.27	0.05	0.04	0.15	0.08

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.

**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

Tablo 9. Diğer çikolataların yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5
C 8:0	-	-	-	-	-
C 10:0	0.31±0.01**	0.11±0.01	-	0.04±0.01	0,21±0.01
C 11:0	-	0.01±0.01	-	0.06±0.01	-
C 12:0	0.61±0.01	3.66±0.01	0.40±0.01	1.00±0.01	2,52±0.01
C 13:0	-	0.01±0.01	-	-	0,01±0.01
C 14:0	1.83±0.02	2.23±0.03	0.98±0.01	1.04±0.06	2,27±0.01
C 15:0	-	0.05±0.01	0.13±0.01	0.14±0.02	0,17±0.02
C 16:0	27.36±0.26	23.07±0.01	28.35±0.01	21.99±0.02	28,22±0.02
C 17:0	0.25±0.01	0.16±0.01	0.34±0.04	0.20±0.04	0,23±0.01
C 18:0	29.38±0.07	26.89±0.08	27.75±0.03	25.10±0.11	24,51±0.03
C 20:0	-	0.54±0.01	-	0.49±0.01	-
Σ SFA*	59.73±0.21	56.72±0.05	57.95±0.03	50.04±0.04	58,13±0.06
C 14:1	0.18±0.01	0.05±0.01	0.08±0.01	0.02±0.01	0,16±0.01
C 15:1	-	-	-	-	0,03±.0.01
C 16:1	0.47±0.01	0.29±0.01	0.48±0.01	0.29±0.04	0,40±0.01
C 17:1	0.04±0.01	0.03±0.01	0.06±0.03	0.06±0.01	0,06±0.01
C 18:1	33.90±0.08	27.61±0.01	34.48±0.03	33.89±0.16	31,67±0.01
C 20:1	0.13±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	0.02±0.01	0,09±0.01
Σ MUFA*	34.71±0.07	28.06±0.01	35.18±0.01	34.27±0.18	32,41±0.01
C 18:2	4.17±0.05	14.05±0.02	5.07±0.04	13.92±0.01	7,82±0.02
C 18:3n6	0.56±0.01	0.03±0.01	-	-	-
C 18:3n3	0.24±0.01	0.89±0.02	1.25±0.01	1.09±0.01	1,16±0.01
C 20:4	-	0.21±0.01	-	0.23±0.05	0,20±0.04
Σ PUFA*	4.96±0.06	15.16±0.06	6.32±0.04	15.24±0.06	9,18±0.05
C 16:1 t	0.06±0.01	-	-	0.02±0.01	-
C 18:1 t	0.29±0.20	-	-	-	-
C 18:2 t9t12	-	0.07±0.01	0.08±0.02	0.10±0.04	-
C 18:2 t9c12	-	-	-	-	-
Σ Trans	0.35±0.20	0.07±0.01	0.08±0.02	0.12±0.05	-
Diğer	0.25	-	0.47	0.35	0.27

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.
**Aritmetik ortalama ± Standard sapma.

5. TARTIŞMA

Çikolata numunelerinin yağ asidi bileşiminde farklı karbon sayısına ve doymuşluk oranına sahip 25 yağ asidi gözlenmiştir. Bu yağ asitleri 8-20 arasında karbon sayılarına sahiptir. Bunlardan C 18:3, linolenik asidin ω6 ve ω3 olmak üzere iki farklı izomeri bulunmuştur. Ayrıca C 16:1, palmitoleik, C 18:1, oleik asidin birer tane cis ve trans izomerleriyle C 18:2, linoleik asidin bir adet cis, iki adette trans izomeri belirlenmiştir.

Avusturya'da Wagner ve ark. (1999) tarafından yapılan bir çalışmada margarinler, bitkisel yağlar, kızartılmış ürünler ve krem çikolatalardan bazılarının trans yağ asidi içerikleri incelenmiştir. Buna göre krem çikolatalarda SFA %11.90-29.40, MUFA %29.0-43.2, PUFA %31.30-41.90 oranları arasında tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise çikolatalarda SFA %38.46-59.73, çikolatalı gofretlerde %34.75-87.18 oranlarında, MUFA çikolatalarda %28.06-53.87, çikolatalı gofretlerde %7.62-53.01 oranlarında, PUFA çikolatalarda %4.25-15.24, çikolatalı gofretlerde %4.32-20.52 oranlarında olduğu bulunmuştur. Yine aynı çalışmada Avusturya'da krem çikolatalarda %0.6-8.9 arasında trans yağ asidi belirlenmiştir. Bizim araştırmamızda trans yağ asitleri çikolatalarda %0.01-6.23 oranlarında, çikolatalı gofretlerde ise %0.03-7.92 oranlarında tespit edilmiştir. Görüldüğü gibi ülkemizdeki çikolatalarda bulunan doymuş yağ asitleri oranı Avusturya'dan daha yüksek düzeylerdeyken çoklu doymamış yağ asitleri oranları daha düşük düzeyde kalmaktadır. Trans yağ asitleri küçük farkla da olsa nispeten düşük seviyelerdedir.

Demmelmair ve ark. (1996)'nın Almanya'da genelde çocuklar tarafından ekmeğe sürülerek tüketilen margarinler, tereyağı, peynirler ve çikolatalar trans yağ asidi içeriği yönünden yaptığı çalışmada sonuç olarak Almanya'da çikolatalarda %0.7-11.1 oranlarında trans yağ asidi bulunmuştur. Ülkemizde çikolatalardaki trans yağ asidi %0.01-6.23 oranlarında, çikolatalı gofretlerde ise %0.03-7.92 iken ortalama trans yağ asidi içeriği çok daha düşük olduğu açıkça görülmektedir.

Mojska ve ark (2006)'nın Polonya'da 12 çikolata numunesinde yaptığı çalışmada çikolatalarda en yüksek trans yağ asidi %7.86 olarak bulunmuştur. Bu sonuç bizim yaptığımız araştırma sonuçlarıyla da benzerlik göstermiştir.

Polonya'da yapılan bir diğer çalışmada ise Tarkowski ve ark. (2007) tarafından sütlü çikolataların total yağ ve yağ asidi bileşimi analizlenmiş ve sonuçta palmitik asit, stearik asit, oleik asit ve linoleik asit bizim sonuçlarımızda da olduğu gibi en yüksek oranlarda görülen yağ asitlerini oluşturduğu gösterilmiştir.

Amerika'da Tarımsal Araştırmalar Servisi'nden Exler ve ark.'nın 1989-1993 yılları arasında seçilen bazı gıda ürünlerinin toplanarak analizlenmesiyle yapılan tarama çalışmasında toplam trans yağ asitleri %4-9.04 oranları arasında bulunmuştur. Buna göre ülkemizdeki çikolatalarla kıyaslandığında Amerika'da çikolataların trans yağ asidi içeriği oldukça yüksek olduğu görülmektedir.

Ding ve ark. (2006)'nın Amerika'da yaptığı bir araştırmada çikolatadaki kakao yağında yüksek oranda bulunan C 18:0, stearik asidin özellikle bitter çikolatalarda fazla oranda kakao yağı kullanılmasına bağlı olarak yükseldiği görülmüştür. Aynı araştırmada bitter çikolatalarda C 18:1, oleik asit ortalama %33, C 16:0, palmitik asit ortalama %25, C 18:0, stearik asit ortalama %33 oranlarında tespit edilmiştir. Bizim araştırmamızda da buna uyumlu olarak bitter çikolatalarda %33.97 C 18:1 (oleik asit), %25.11 oranında 16:0 (palmitik asit), %34.66 oranında da C 18:0 (stearik asit) bulunmuştur. Aynı çalışmada doymuş yağların kardiyo vasküler hastalıklara yakalanma riskini artırmasına rağmen, doymuş bir yağ asidi olan C 18:0 (stearik asid)'in LDL kolesterolü artırmadığı, HDL kolesterolün seviyesini de değiştirmediği, bu nedenle de bitter çikolataların sağlık açısından herhangi bir sakıncası olmadığının düşünüldüğü öne sürülmektedir.

Benzer şekilde Mursu ve ark.'nın 2004 yılında Finlandiya'da yaptığı çalışmada da 45 sigara içmeyen sağlıklı katılımcıya 3 hafta boyunca günde 75 g beyaz çikolata, bitter çikolata ve kakao ile zenginleştirilmiş bitter çikolata yedirilerek serum kolesterol seviyeleri incelenmiştir. Sonuç olarak bitter çikolata ve kakao ile zenginleştirilmiş bitter çikolata grubunda bulunan katılımcılarda LDL kolesterol seviyesinde değişim gözlenmezken, HDL kolesterol seviyesinde bir artış elde edilmiş beyaz çikolata grubunda ise çok küçük bir düşüş görülmüştür. Çalışmada HDL kolesteroldeki bu artışın çikolatada yüksek oranda bulunan stearik asitten kaynaklandığı öne sürülmektedir.

Laloux ve ark. (2007)'nın Fransa'da bazı gıdalarda yaptıkları araştırma sonuçlarına göre incelenen bitter ve sütlü çikolatalarda 100 g yağda sırasıyla 0.03 g ve 0.36 g toplam trans yağ asidi bulunmuştur.

Sonuç olarak ülkemizde üretilen çikolatalardan birkaç tanesi haricinde genel olarak trans yağ asidi içeriğinin nispeten düşük düzeylerde olduğu görülmüştür. Her ne kadar bazı markalara ait bazı çikolata çeşitlerindeki maksimum trans yağ asidi içeriği yüksek olarak belirlenmesine rağmen genelde Türkiye'de üretilen ve geniş halk kitlesi tarafından tüketilen çikolata ve çikolatalı gofretlerdeki trans yağ asidi yüzdeleri oldukça makul seviyelerdedir.

6. KAYNAKLAR

Ackman, R.G., Hooper, S.N., Hooper, D.L., 1974. Linolenic acid artifacts from the deodorization of oils. J. Amer. Oil Chem. Soc., 51:42-49.

Arıcı, M., Taşan, M., Gecgel, Ü., Özsoy, S., 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish margarines by capillary gas-liquid chromatography. J. Amer. Oil Chem. Soc., 79:439-441.

Chapman, C., Morgan, L. M., Murphy, M. C., 2000. Maternal and early dietary fatty acid intake: Changes in lipid metabolism and liver enzymes in adult rats. Journal of Nutrition, 130, 146-151.

Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B., 2000. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. Eur. Food Res. Technol., 211:41-44.

Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tunçel, B., 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods. Turk. J. Chem., 26:705-710.

Decsi, T., 2003. Nutritional relevance of trans isomeric fatty acids in human milk, Acta Paediatr, 92: 1369-1371.

Demmelmair, H., Festl, B., Wolfram, G., Koletzko, B., 1996. Trans fatty acid contents in spreads and cold cuts usually consumed by children. Zeitschrift fur Ernahrungswissenschaft., 35 (3): 235-240.

Ding, E. L., Hutfless, S. M., Ding, X., Girotta, S., 2006. Chocolate and preention of cardio vascular disease: A systematic. Nutrition & Metabolism, 3:2, 10.1186/1743-7075.

Dönmez, M., Tatar, O., 2001. Fleto ve bütün olarak dondurulmuş gökkuşağı alabalığının (*Oncorhynchus mykiss* W.) muhafazası süresince yağ asitleri bileşimlerindeki değişimlerin araştırılması, E.Ü. Su Ürünleri Dergisi, 18,125-134.

Duchateau, G. S. M. J. E., van Oosten, H.J., Vasconcellos, M.A., 1996. Analysis of cis and trans fatty acid isomers in hydrogenated and refined vegetable oils by capillary gas-liquid chromatography. J. Amer. Oil Chem. Soc.,73:275-282.

Emken, E. A., 1995. Trans fatty acids and coronary heart disease risk: physicochemical properties, intake and metabolism, Amer. J. Clin. Nutr., 62:659-669.

Enig, M.G., Pallansch, L.A., Sampugna, J., Keeney, M., 1995. Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on trans components. J. Amer. Oil Chem. Soc., 60: 17881-1795.

Ertuğay, Z., Elgün, A., Kurt, A., Gökalp, H. Y., 1994. Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fak. Yayın No: 301, Erzurum, 138s.

Exler, J., Lemar, L., Smith, J., 1989-1993. Fat and fatty acid content of selected foods containing trans fatty acids. U.S. Department of agriculture, Agricultural research service. Beltsville, U.S.A., Beltsville Human Nutrition Research Center, Nutrient Data Labotory.

Fernandez, S.J.P.M., 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. J Food Comp Anal., 13, 275 – 281.

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

Glew, R. H., Herbein, J. H., Moya, M. H., Valdez, J. M., Obadofin, M., Wark, W. A., VanderJagt, D. J., 2006. Trans fatty acids and conjugated

linoleic acids in the milk of urban women and nomadic Fulani of northern Nigeria, Clinica Chimica Acta, 367, 48-54.

Gümüşkesen, A. S., 1999.Bitkisel yağ teknolojisi, Bitkisel yağ sanayicileri derneği,Yayın No:5, İzmir, 1-144.

Henninger, M., Ulberth, F., 1996. Trans fatty acid in margarines and shortenings marketed in Austria, Z. Lebens. Unters. Forsch., 203:210-215.

Henon, G., Kemény, Zs., Recseg, K., Zwobada, F., Kővari, K., 1997. Degradation of α-linolenic acid during heating. J. Amer. Oil Chem. Soc., 74:1615:1617.

Hu, F. B., Manson, J. E., Stampfer, M. J., Colditz, G., Liu, S., Solomon, C. G., Willett, W. C., 2001. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. New England Journal of Medicine 345 (11): 790-797.

Innis, S. M., 2006. Trans fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood, Atherosclerosis Supplements, 7, 17–20.

Kafatos, A., Chrysafidis, D., Peraki, E., 1994. Fatty acid composition of Greek margarines. Margarine consumption by the population of Crete and its relationship to adipose tissue analysis. Int. J. Food Sci. Nutr., 45:107-114.

Kayahan, M., 2002. Modifiye yağlar ve üretim teknolojileri, ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 263s.

Kayahan, M., 2003 Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara, 220s.

Kellens, M., 1997. Current Developments in Oil Refining Technology, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium.

Kemeny, Z., Recseg, K., Henon, G., Kövari, K., Zwobada, F., 2001. Deodorization of vegetable oils: Prediction of trans polyunsaturated fatty acid content. J. Amer. Oil Chem. Soc., 78:973-979.

Laloux, L., Chaffaut, L., Razanamahefa, L., Lafay, L., 2007. Trans fatty acid content of foods and intake levels in France. Eur. J. Lipid Sci. Technol., 109: 918-929.

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

Mansour, M.P., A.J. Sinclair,. 1993. The trans fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. Asia Pacific J. Clin. Nutr., 3:155-163.

Medina, J. L. A., Gamez, M. N., Ortega, G. J., Noriega, R. J. A., Angulo, G. O., 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. J. Amer. Oil Chem. Soc., 77:721-724.

Mensink, R. P., Katan, M. B., 1990. Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. N. Eng. J. Med., 323:439-445.

Mojska, H., Gielencinska, I., Balas, J., Pawlicka, M., Szponar, L., 2006. Trans fatty acids in foods in Poland: Monitoring study. Zywienie Czlowieka i Metabolizm., 33 (2): 107-122.

Moss, C. W., Lambert, M. A., Mervin, W. H., 1974. Comparison of rapid methods for analysis of bacterial fatty acids. Appl. Microbiol., 28, 80-85.

Murray, R. K., Mayes, P. A., Granner, D. K., Rodwell, V. W., 1996. Çevirenler: Dikmen, N., Özgünen, T., Harper' ın Biyokimyası, Barış Kitabevi, 937s.

Mursu, J., Voutilainen, S., Nurmi, T., Rissanen, T. H., Virtanen, J. K., Kaikkonen, J., Nyyssönen, K., Salonen, J. T. 2004. Dark chocolate consumption increases HDL cholesterol concentration and chocolate fatty acid may inhibit lipid peroxidation in healty humans. Free Radical Biology & Medicine., 33: 1351-1359.

Nas, S., Gökalp, H. Y., Ünsal, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Yayınları, Denizli, 301s.,

Pedersen, J. I., Johansson, L. and Thelle, D. S. 1998. Trans fatty acids and health. Tidsskr. Nor. Laegeforen, 118: 3474-3480.

Polan, C. E., Mcneill, J. J., Tove, S. B., 1964. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. Journal of Bacteriology, 88 (4), 1056-1064.

Sağdıç, O., Dönmez, M., Demirci, M., 2004. Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butter produced from goats', ewes' or cows' milk. Food Control, 15:485-490.

Sanders, T. A. B., 1988. Essential and trans-fatty acids in nutrition. Nutrition Research Reviews, 1:57-58.

Schwarz, W., 2000. Trans unsaturated fatty acids in European nutrition. Eur J Lipid Sci. Technol., 102, 633 – 635.

Silva, M. H. L., Silva, M. T. C., Branda'o, S. C. C., Gomes, J. C., Peternelli, L. A., Franceschini, G. J. C., 2005. Fatty acid composition of mature breast milk in Brazilian women. Food Chemistry, 93, 297-303.

Smith, L. M., Dunkley, W. L., Franke, A., Dairiki, T., 1978. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acid in butter and margarine. J. Amer. Oil Chem. Soc., 55:257.

Steinhart, H., Pfalzgraf, A., 1994. Trans-fettsauren in lebensmitteln. Fat Sci.Technol., 96:42-44.

Tarkowski, A., Kowalczyk, M., 2007. Fat and fatty acids chosen in chocolates content. Roczniki panstwowego zakladu higieny. 58 (1): 351-356.

Taşan, M., Dağlıoğlu, O., 2005. Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2, 1.

Taşan, M., Demirci, M., 2003. Trans fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. J. Amer. Oil Chem. Soc., 79:825-828.

Wagner, K. H., Auer, E., Elmadfa, I., 1999. Content of trans fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria, Eur. Food Res. Technol., 210: 237-241.

Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Rosner, B. A., Sampson, L. A., Hennekens, C. H., 1993. İntake of trans fatty acids and risk of coronary heart disease among women. Lancet., 341(8845): 581-585.

Wolff, R.L., 1993. Occurence of artificial trans -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. Sci. Aliments, 13:155-163.

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