T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE MARKETLERDEKİ CİPSLERDEKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Şakir YİĞİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI
KONYA, 2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE MARKETLERDEKİ CİPSLERDEKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Şakir YİĞİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

KONYA

2007

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE' DE MARKETLERDEKİ CİPSLERDEKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Şakir YİĞİT

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

Bu tez 16.11.2007 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

TÜRKİYE' DE MARKETLERDEKİ CİPSLERDEKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN BELİRLENMESİ

Şakir YİĞİT

Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü

Biyoloji Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2007, 34 Sayfa

Jüri: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

Yrd. Doç. Dr. Leyla KALYONCU

Yrd. Doç. Dr. Atilla ARSLAN

Bu çalışma ile Türkiye'deki marketlerde satılan cipslerin trans yağ asidi bileşimi ve yağ asidi kompozisyonu belirlenmiştir. Patates cipsi (35 adet) ve mısır cipsi (22 adet) olmak üzere 57 adet cipsin analizi gaz kromatografik teknikle yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda cipslerde 19 farklı yağ asidi bulunmuştur. Hem patates hem de mısır cipsi numunelerinde major yağ asidi olarak C18:1, oleik asit (%35.29–46.83) tespit edilmiştir. Oleik asitten sonra yüksek yüzdelerde bulunan yağ asitlerinin ise C16:0, palmitik asit (%24.03–40.12) ve C18:2n6, linoleik asit (%9.13–34.94) olduğu gözlenmiştir. Doymuş yağ asitleri (SFA), tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve aşırı doymamış yağ asitleri (PUFA) sırasıyla %27.98–46.57, %35.73–47.57 ve %9.86–35.90 olarak belirlenmiştir. Trans yağ asitlerinden C16:1t, palmitelaidik asit, C18:1t, elaidik asit, C18:2tt, linolelaidik asit ve C18:2tc, trans9-cis 12 oktadekadienoik asit, sırasıyla, %0.01–0.07, %0.06–0.93, %0.05–0.33 ve %0.04–

0.21 olarak tespit edilmiştir. Cipslerdeki toplam trans yağ asitlerinin (TFA) %0.02–1.35 arasında olduğu görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Trans yağ asitleri**,** Cips, Türkiye

ABSTRACT

MS Thesis

DETERMINATION OF TRANS FATTY ACIDS OF CHIPS IN MARKETS IN TURKEY

Şakir YİĞİT

Selçuk University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Biology

Supervisor: Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK

2007, **34 Page**

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

In this study, trans fatty acid and fatty acid composition of chips sold in markets in Turkey were determined. Potato chips (35 samples) and corn chips (22 samples) were analyzed by using GC. After analysis, 19 different fatty acids were determined in chips. C18:1, oleic acid (35.29-46-83%) was major fatty acid in all samples. Other predominant fatty acids were C 16:0, palmitic acid (24.03-40.12%) and C 18:2n6, linoleic acid (9.13-34.94%). The percentages of saturated fatty acids (SFAs), monounsaturated fatty acids (MUFAs) and polyunsaturated fatty acids (PUFAs) ranged between 27.98-46.57%, 35.73-47.57% and 9.86-35.90%, respectively. In trans fatty acids, C16:1t, palmitelaidic acid, C18:1t, elaidic acid, C18:2tt, linolelaidic acid and C18:2tc, trans9-cis12 octadecadienoic acid, were ranged between 0.01-0.07%, 0.06-0.93%, 0.05-0.33% and 0.04-0.21%, respectively. Total trans fatty acid in chips were determinated 0.02-1.35%.

Key Words: Trans fatty acids, Chips, Turkey

ÖNSÖZ

Selçuk Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Hayvan Fizyolojisi-Biyokimya Araştırma Laboratuarında yürütülmüş olan bu yüksek lisans tez çalışmasında Türkiye'de marketlerde satılan cipslerdeki trans yağ asidi miktarları araştırılmıştır.

Bu çalışma konusunu veren ve çalışmanın oluşmasındaki desteklerinden dolayı başta danışman Hocam Prof. Dr. Abdurrahman AKTÜMSEK' e teşekkür ederim. Ayrıca laboratuarda numunelerin ekstraksiyon çalışmalarında ve sonuçların değerlendirilmesi aşamasında yardımını gördüğüm Arş. Gör. Gökalp Özmen GÜLER' e ve Yavuz S. ÇAKMAK' a ayrıca çalışmalarım süresince maddi manevi her türlü destek olan aileme içtenlikle teşekkür ederim.

Şakir YİĞİT

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ……1

2. KAYNAK ARAŞTIRILMASI……4

2.1. Trans Yağ Asitlerinin Ve İzomerlerinin Özellikleri……...4

2.2. Trans İzomerlerinin Oluşumu……..5

2.2.1. Hidrojenasyon.....6

2.2.2. Biyohidrojenasyon…….....6

2.2.3. Deodorizasyon……7

2.3. Trans Yağ Asitlerinin Kaynakları……...7

2.3.1. Kısmen hidrojenize edilmiş yağlar ve işlenmiş gıdalar.....8

2.3.2. Et ve süt ürünleri……9

2.3.3. Bitkisel ürünler……...10

2.4. Trans Yağ Asitlerinin Olumsuz Etkileri.....11

3. MATERYAL ve METOT.....13

3.1. Yağ Örnekleri.....13

3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler.....13

3.3. Kullanılan Kimyasallar ve Ayıraçlar.....14

3.4. Homejenleştirme.....14

3.5. Ekstraksiyon.....14

3.6. Sabunlaştırma……....15

3.7. Metilleştirme.....15

3.8. Değerlendirme……16

4. SONUÇLAR.....17

5. TARTIŞMA……...26

6. KAYNAKLAR……..30

1.GİRİŞ

Karbohidrat, yağ ve proteinler, canlıların varlığını sürdürebilmesi için, en önemli yapıtaşı ve enerji kaynaklarıdır. Çünkü canlıların gereksinim duyduğu enerji, hücrelerde depolanmış olan gıda maddelerinin yakılması ile sağlanmaktadır. Nitekim bu besin öğelerinden yağlar insan ve hayvanların beslenmesinde önemli bir yer tutmaktadır. Vücutta enerji kaynağı olarak kullanılmalarının yanı sıra, yağlar yağda eriyen vitaminlerin emilmesi, esansiyel yağ asitleri kaynağı olması, hücre membranlarının yapısında yer alması ve eikosanoid sentezinde de ön madde olarak fonksiyon göstermesi bakımından önemlidir (Mayes ve ark., 1993).

Bitkisel sıvı yağlardan katı margarin üretilirken çift bağlar açılarak nikel katalizörlerde hidrojenle doyurulmaktadır. İşte trans yağ asitlerinin oluşumuna neden olan süreçler bu sırada gerçekleşmektedir. Oluşan trans yağ asitlerinin büyük bir bölümünü de trans C18:1, elaidik asit oluşturmaktadır. Tabii olarak meydana gelmiş yağlar genellikle cis formunda doymamış yağ asitleri ihtiva ederler. Yağların rafinasyonu ve hidrojenasyonu esnasında cis doymamış yağ asitlerinin trans yağ asitlerine dönüştüğü bilinmektedir. Yağları işlevsellik ve oksidasyona dayanıklılık açısından geliştirmek için hidrojenasyon haricinde interesterifikasyon, fraksiyonizasyon ve çeşitli kombinasyonlar gibi farklı modifikasyon teknikleri uygulanmaktadır. Trans yağ asitleri pek çok bitkisel ve hayvansal yağın bileşiminde değişik miktarlarda da olsa, doğal olarak bulunmaktadır. Özellikle geviş getiren hayvanlarla keseli hayvanların depo ve organ yağlarında olduğu gibi, doğal olarak bulunan trans yağ asitlerinin kısmen işkembe suyu ya da sindirim ekstraktında yer alan mikroorganizmalar tarafından ve polienik yağ asitlerinin mikrobiyel yolla kısmi hidrojenasyonu sırasında oluşturuldukları iddia edilmektedir (Kayahan, 2002).

Trans yağ asitlerinin metabolizma üzerine inhibe edici bir etkisi olmamakla birlikte, doymuş yağ asitleri gibi vücuttaki esas yağ asitleri gereksinimini

artırmaktadır. Çünkü trans izomer formların konsantrasyonunun yükselmesi, C18:2n6, linoleik asidin organizmada zincir uzamasına uğrayarak biyolojik aktif maddelere dönüşmesini engellemektedir. Bilindiği üzere trans yağ asitleri hem kötü kolestrol (LDL Kolestrol) düzeylerini artırmakta hem de iyi kolestrolü (HDL kolestrol) azaltmakta, bunun sonucunda da kalp damarlarının erken yaşlarda tıkanması, inme gibi öldürücü hastalıkların riskleri artmaktadır. Tüketilen yağlarda trans yağ asitlerinin bulunması kalp ve damar sağlığı açısından tek bir koşulla sakınca oluşturmamaktadır. Bu koşul, yüksek biyolojik aktivitedeki maddelerin sentezi için kullanılan temel yağ asitlerinin, tüketilen günlük yağ diyetinde mutlaka yer almasıdır (Kayahan, 2002).

Toplum sağlığının önemini kavrayan ülkelerde, trans yağ asidi içermeyen veya çok düşük düzeylerde içeren margarin ve şortening formülasyonları geliştirilmekte, bu tip ürünlerin üretim ve tüketimi her geçen gün yaygınlaşmaktadır (Gürcan, 2002). Trans yağ asidi alım kaynağı sadece margarinler değildir. Kısmi hidrojenize yağlar kek, bisküvi, kurabiye, mayonez, cips, milföy hamuru, pizza, gofret ve benzeri birçok ürünün üretiminde ve derin yağda kızartılmış fast-food tipi gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Özellikle kısmi hidrojenasyon tekniği ile kullanılarak elde edilmiş yağları önemli miktarlarda içeren snack (tatlı, çerez, meyve vb.) ve fast food ürünleri (cips, hamburger, pizza vb.), çikolata ve benzer diğer ürünler çocuklar ve gençler tarafından yüksek oranlarda tüketilmektedir (Enig ve ark., 1995).

Ülkemizdeki marketlerde satılan cipsler de ne yazık ki yetişkin ve çocuklar tarafından çok fazla tüketilmektedir. Cipslerin üzerinde hangi oranda doymuş ve trans yağ kullanıldığı belirtilmediğinden dolayı, bu tür çalışmalarla ülkemizde üretilen ve tüketilen cipslerdeki trans yağ asidi miktarlarının belirlenmesi oldukça önemlidir. Her ne kadar ülkemizde Dağlıoğlu ve ark. (2002) tarafından yapılan bir çalışmada süpermarketlerde satılan mısır cipsinin de dahil olduğu tahıl bazlı besinlerin yağ asidi ve trans yağ asidi kompozisyonları incelenmiş olmasına rağmen marketlerde satılan tüm cipslerin yağ asidi ve trans yağ asidi kompozisyonları ile

ilgili kapsamlı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu tez çalışmasında ise Türkiye'de marketlerde satılan tüm markalara ait 57 farklı cips numunesi satın alınmış ve bu cipsler patates ve mısır cipsi olmak üzere yağ asidi ve trans yağ asidi kompozisyonları bakımından araştırılmıştır. Bu çalışma ile ülkemizde satılan tüm cipslerin yağ asidi ve trans yağ asidi kompozisyonları belirlenerek sağlık açısından bir sakıncası bulunup bulunmadığını ortaya çıkarmak ve bu sayede günlük trans yağ asidi alımı hakkında ülkemizdeki insanların bilgilendirilmesi amaçlanmaktadır.

2. KAYNAK ARAŞTIRILMASI

2.1. Trans Yağ Asitlerinin Ve İzomerlerinin Özellikleri

Hidrojenasyon veya biyohidrojenasyon sırasında, sıvı yağlardaki bazı doymamış yağ asitlerinin yapısal değişikliğe uğraması sonucu ortaya çıkan yağ asitlerine trans yağ asidi, bunları içeren yağlara da trans yağ denir.

Trans yağ asitleri, trans konfigürasyonunda bir veya birden fazla çift bağ bulunan tekli ve çoklu doymamış yağ asitleridir. Doğal olarak meydana gelmiş yağlarda, çift bağlar hemen hemen her zaman cis konfigürasyonundadır. Düşük aktivasyon enerjisinden dolayı trans yağ asitleri yüksek sıcaklıklarda oldukça kolay oluşur. Trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerine denk bir yapıya sahiptir. Sonuç olarak, tekabül eden cis izomerlerinden daha yüksek bir erime noktasına sahiptirler.

Trans izomer yapısı yüksek sıcaklık veya bitkisel yağların hidrojenasyonu süresince meydana geldiği için termodinamik olarak bir trans çift bağı bir cis çift bağından daha kararlıdır. Dolayısıyla trans izomerleri eşit sayıda cis izomerlerinden daha az kimyasal reaksiyon verirler.

Organik bileşiklere özgü olan izomeri, kısaca “aynı kapalı formüllü bileşiklerin düzlemde veya üçlü boyutta farklı molekül yapılarına sahip olması”dır. Yağ asitlerinde de, fiziksel ve kimyasal özellik farklılıklarına neden olan tüm izomeri şekilleri söz konusudur. Doymamış yağ asitlerinde belirlenen önemli izomeri çeşitleri yerel (pozisyon) ve uzay (geometrik) olarak iki grupta incelenebilir (Kayahan, 2002). Geometrik izomeri, çift bağlar ucundaki karbon atomlarına bağlı hidrojen atomlarının konfigürasyonuna göre şekillenir; cis ve trans olarak iki izomer oluşur. Hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında ise cis, aksi yönlerde ise

trans izomerler ortaya çıkar. Pozisyon izomerisi ise, molekül içinde çift bağların yer değiştirmesidir (Mensink ve Katan, 1990).

Trans konfigürasyonu "t" harfiyle belirtilir. Bu harf, yağ asidinin karboksil ucundan itibaren sayılmak üzere çift bağın moleküldeki pozisyonunu belirtir. Cis izomeri ise "c" harfiyle gösterilir. Buna göre, 18:1 9t, elaidik aside (trans-Δ-9-oktadekanoik asit) karşılık gelmektedir. 18:1 9c ise, oleik asidi (cis-Δ-9-oktadekanoik asit) göstermektedir (Larque ve ark., 2001). Cis formu molekülde bükülmeye yol açarken, trans formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir.

Trans yağ asitlerinin çift bağ açısı daha küçük, açil zinciri daha doğrusaldır. Böylece aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan iki izomer farklı üç boyutlu yapılara sahip olmaktadır. Bu durum, farklı fiziksel özelliklere sahip (örneğin erime noktası ve termodinamik stabilitesi daha yüksek) daha sert bir molekül oluşumuna yol açmaktadır (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 asitin erime noktası 13^{o}C, elaidik asitin 44^{o}C ve C18 serisinden doymuş bir yağ asidi olan stearik asitin (C18:0) erime noktası ise 70^{o}C'dir. Bu oldukça yüksek erime noktası, trans izomerlerini yarı-katı yağlar ve margarin/şortening üretimi için cazip hale getirmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu, 2005).

2.2. Trans İzomerlerinin Oluşumu

Trans izomerlerinin oluşumu 3 şekilde gerçekleşmektedir.

- Hidrojenasyon
- Biyohidrojenasyon
- Deodorizasyon

2.2.1. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon işlemi o yağın kimyasal, fiziksel ve duyusal özelliklerini değiştirerek çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılmaya elverişli hale getirmektedir. Hidrojenasyon koşullarına (sıcaklık, karıştırma hızı, hidrojenasyon basıncı, katalist ve konsantrasyonu) bağlı olarak üç tip reaksiyon meydana gelebilmektedir.

- Hidrojen, cis-karbon-karbon çift bağına ilave edilip hidrojen ile doymuş hale getirilebilir. Örneğin; linoleik (cis,cis-C18:2n-6) veya α-linolenik (cis,cis,cis-C18:3n-3) asitlerin tam hidrojenasyonu stearik asiti (C18:0) vermektedir. Böylece hiç çift bağ kalmamaktadır.
- Alternatif olarak, cis formu hidrojen almadan trans formuna izomerize olabilir.
- İlave olarak, çift bağın yağ asiti molekülü boyunca hareketiyle pozisyon (yerel) izomerleri oluşabilir.

Bu son iki işlem hidrojenasyon değil izomerizasyon olarak isimlendirilmelidir. Sıvı yağ daha katı bir ürüne dönüşmüş olsa da yağ asiti molekülüne hiç hidrojen katılmamaktadır. Bu nedenle, bitkisel yağ endüstrisinde geniş bir kullanım alanı olan bitkisel yağların kısmi hidrojenasyonu ile yağ asitlerinin kompleks bir karışımı elde edilir.

2.2.2. Biyohidrojenasyon

Çoklu doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu inek, koyun ve diğer ruminantların rumenlerinde de gerçekleşmektedir.

Ruminant hayvanlar tarafından tüketilen yağlardaki ester bağları mikrobiyal lipazlar tarafından katalizlenen reaksiyon ile hidroliz edilir. Rumende doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonundan çoğunlukla bakteriler sorumludur. Oksijensiz

ortamda, bakteriler yağ asitlerinin çift bağlarını metabolizma sırasında üretilen hidrojen için akseptör olarak kullanır. Bu işlem, doymamış yağ asitlerinin doymasına ve trans yağ asitlerinin oluşumuna yol açmaktadır (Sanders, 1988).

2.2.3. Deodorizasyon

Yağ rafinasyonlarında sıkça kullanılan yüksek sıcaklık ve düşük basınçlı (vakum altında) bir buharlı destilasyon metodudur. Deodorizasyon işlemi serbest yağ asitlerinin, koku ve lezzeti bozan uçucu maddelerin ve oksidasyon ürünlerinin uzaklaştırılması amacıyla uygulanmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bitkisel sıvı yağların rafinasyonu sırasında deodorizasyon aşaması sonrasında trans yağ asiti oluşumu belirlenmiştir. Bazı araştırmacılar, deodorizasyon aşamalarının yüksek sıcaklık uygulamalarından dolayı yağ asiti bileşimlerine etkili olduğunu ve doymamış yağ asitlerinde geometrik izomerizm olayının söz konusu olduğunu belirlemişlerdir (Wolff, 1993b; Kellens, 1997; Hénon ve ark., 1997; Medina ve ark., 2000; Kemény ve ark., 2001; Taşan ve Demirci, 2003).

2.3. Trans Yağ Asitlerinin Kaynakları

Genel olarak, Trans yağ asitlerinin 3 farklı gıda kaynağından bahsedilir. Bunlar;

- Kısmen Hidrojenize Edilmiş Yağlar Ve İşlenmiş Gıdalar
- Et ve Süt Ürünleri
- Bitkisel Ürünler

2.3.1. Kısmen Hidrojenize Edilmiş Yağlar ve İşlenmiş Gıdalar

Trans yağ asiti tüketiminin %80-90 gibi büyük bir kısmını kısmi hidrojenasyon işlemleri ile oluşan trans yağ asitleri oluşturmaktadır.

Kısmen hidrojenize edilmiş yağlarda trans yağ asitlerinin önemli bir gıda kaynağı olarak bilinmektedir. Çift bağların tamamen hidrojen ile doyurulmasından başka, kısmi hidrojenasyon prosesi, çift bağların konum ve geometrik izomerizasyonu ile de karakterize olur ve bu izomerizasyon büyük miktarlarda trans 18:1 izomerle sonuçlanır.

Kısmi hidrojenasyonda kullanılan yağların yağ asiti bileşimleri ve yağa uygulanan hidrojenasyon koşulları kısmi hidrojenize ürünün nihai kompozisyonunu belirlemektedir. Kısmi hidrojenize bitkisel yağlarda trans-C18:1, elaidik asit en fazla bulunan yağ asididir. Buna rağmen oleik asit (cis-C18:1n-9)'in pozisyonel cis izomerleri de oluşur. Herhangi bir doymamış yağ asidinin verebileceği cis ve trans izomeri form adedi, asidin içerdiği çift bağ sayısına bağlı olarak artış göstermektedir. Örneğin bir yağ asidindeki çift bağ sayısı (n) ve bu asidin oluşturacağı toplam izomer sayısı (N) ise, oluşacak trans ve cis izomer toplamı $N=2^n$ eşitliğinden yararlanılarak hesaplanabilir. Bu durumda oleik asit bir adet çift bağ içermesinden dolayı trans ve cis form olarak, yalnızca iki izomer verirken, iki çift bağ içeren linoleik asit, toplam 4 adet izomer form oluşturur (Kayahan, 2003).

Kısmi hidrojenize yağlardan üretilen erime noktası yüksek olan sert tip margarinler ve şorteninglerin trans yağ asidi içerikleri oldukça yüksektir. Sert tip margarinlerdeki trans yağ asiti miktarları yaklaşık olarak %10-35 arasında değişmektedir (Mansour ve Sinclair, 1993; Kafatos ve ark., 1994; Emken, 1995; Henninger ve Ulberth, 1996). Ülkemizde üretilen sert tip margarinlerde trans yağ asiti bu değerlere yakındır (Arıcı ve ark.,2002; Tekin ve ark., 2002). Diğer taraftan ülkemize ait yumuşak tip margarinlerin trans yağ asiti içerikleri %0.8-8.9 arasında değişmektedir (Arıcı ve ark., 2002).

Birçok Avrupa ülkesi için margarin kaynaklı trans yağ asiti alım miktarı günlük kişi başına 1.0–1.3 g'dır. Danimarka'da düşük miktarda trans yağ asiti içeriğine rağmen yüksek oranda margarin tüketimi sebebiyle trans yağ asiti alımı 1.8 g'dır. İspanya'da ise margarin tüketiminin az olması nedeniyle bu değer (0.3-0.5 g) çok düşük kalmaktadır (Greyt ve ark., 1996). Genellikle trans yağ asitleri endüstrileşmiş ülkelerde daha fazla tüketilmekte olup 2-8 g/gün arasında değişmektedir (Larque ve ark., 2001).

2.3.2. Et ve Süt Ürünleri

Trans yağ asitleri yalnızca geviş getiren hayvanların rumenlerinde bulunan flora aracılığı ile oluşmakta ve dolayısıyla bu hayvanların yağlarının bileşimlerinde doğal olarak düşük miktarlarda bulunmaktadır (Smith ve ark., 1978). Ruminant hayvanların etlerinde trans yağ asiti oranı %1-11 arasında değişmektedir (Steinhart ve Pfalzgraf, 1994).

Trans yağ asiti tüketiminin %2-8 'i süt ürünlerinden kaynaklanmaktadır. Keçi, koyun ve inek sütlerinden üretilmiş tereyağlarında 0.11-0.26 arasında değişen oranlarda trans yağ asiti belirlenmiştir (Sağdıç ve ark., 2004). Süt yağlarında trans yağ asiti varlığını tespit ederken, yüksek sıcaklık uygulamalarının trans yağ asiti miktarlarında artışlara neden olduğunu bildirilmektedir (Precht ve ark., 1999).

Anne sütündeki trans yağ asitleri ise 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. Genelde anne sütündeki trans yağ asidi içeriği toplam yağ asitlerinin yaklaşık olarak %2-5'ini oluşturmaktadır.

Hayvansal yağlarda bulunan trans izomerlerin miktarları ve çeşitleri endüstriyel olarak kısmi hidrojenize edilmiş yağlar kadar farklılıklar göstermemektedir (Steinhart ve Pfalzgraf, 1994).

2.3.3. Bitkisel Ürünler

Bitkisel yağlarda sınırlı miktarda trans yağ asiti bulunur ve deodorizasyon sırasında esas olarak trans C18:2, linolelaidik asit ve C18:3, linolenik asit izomerleri oluşur (Greyt ve ark.,1998).

Yemeklik yağ olarak kullanılmayan bitki tohumlarının bazılarının yağlarında yüksek miktarlarda trans yağ asiti bulunmasına karşın insan beslenmesinde hemen hemen hiç yer almadıklarından dolayı önemli bir etkileri söz konusu değildir.

Bitkisel yağ kaynaklarından (yağlı tohum ve yağlı meyveler) elde edilen ve yemeklik bitkisel yağ olarak kullanılan yağların yağ asiti bileşimlerinde yer alan yağ asitlerinin hemen hemen tamamı cis formdadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalarda, bitkisel ham sıvı yağlarda ihmal edilebilir miktarlarda trans yağ asitlerinin bulunduğu ve bu yağların rafinasyonu sırasında özellikle de deodorizasyon aşaması sonrasında trans yağ asiti miktarlarında artışlar olduğu belirlenmiştir. Bu konudaki ilk çalışma 1970'li yılların başlarında Ackman ve ark. (1974) tarafından yapılmış olup endüstriyel rafinasyon şartlarında deodorizasyon aşamasında linoleik ve linolenik asitlerin geometrik izomerlerinin oluştuğu belirlenmiştir. Bu alanda çok sayıda çalışma 1990'lı yıllarda özellikle Wolff (1992, 1993a, 1993b, 1993c, 1994) tarafından yapılmıştır.

Trans izomerlerin teşekkülünün deodorizasyon aşamasındaki sıcaklık ve süresine bağlı olduğunu bildiren Wolff (1993a), yüksek sıcaklıkta ve uzun sürede gerçekleştirilen deodorizasyon işlemleri sonucu elde edilen sıvı yağlarda %3.5'ten fazla toplam trans izomerleri olduğunu bildirmektedir. Fiziksel rafinasyon tekniğinde deodorizasyon aşamasında kimyasal rafinasyon tekniğine göre daha yüksek sıcaklık uygulanmasından dolayı fiziksel rafinasyon ürünü ayçiçeği yağlarında trans yağ asiti içeriği yüksektir (Taşan ve Demirci, 2003).

2.5. Trans Yağ Asitlerinin Olumsuz Etkileri

Trans yağ asitlerinin beslenmedeki olumsuz etkileri birçok araştırma ile ortaya çıkarılmıştır. Bu olumsuzlukların en başında trans yağ asitlerinin LDL kolesterol ve lipoprotein(a) seviyelerini yükselttiği, HDL kolesterol seviyesini ise düşürdüğü, bunun sonucunda da koroner kalp hastalığı riskinin yükseldiği belirtilmektedir (Zock ve Katan, 1997).

Trans yağ asitlerinden alınan enerjinin (%2) doymamış yağ ile replase edilmesi, koroner hastalık riskinin %53 oranında azaltmaktadır. Aynı şekilde, doymuş yağlardan alınan enerjinin (%5) doymamış yağlarla replase edilmesi de, koroner hastalık riskini %42 oranında azaltmakta (Hu ve ark., 1997).

Trans yağ asiti tüketiminin ABD'de yılda 30.000 erken ölüm vakası ile ilişkilendirilebileceği ileri sürülmektedir. Bu rakamın epidemiyolojik çalışma sonuçları ile uyumlu olduğunu vurgulayan araştırmacılar, beslenme açısından bilinen herhangi bir yararı olmayan trans yağ asitleri tüketiminin resmi politikalar ile kısıtlanması gerektiğini belirtilmektedir (Ascherio ve Willett, 1997). Araştırmacıların vurguladığı bir diğer önemli konu da hazır gıdaların etiketlerinde trans yağ asiti içeriğinin de belirtilmesi gerekmektedir. Amerika'daki Gıda ve İlâç İdaresi (Food

and Drug Administration, FDA) ise, 2004 yılında aldığı bir kararla, 1 Ocak 2006'dan itibaren bütün gıda etiketlerinde trans yağ asidi içerik bilgilerinin bulundurulmasını mecburî hâle getirmiştir.

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Yağ Örnekleri

Çalışmada kullanılan cips numuneleri Konya'daki marketlerden toplanmıştır. Her biri değişik firmaya ait cips numunelerinden üçer adet satın alınmıştır. Türkiye'de marketlerde satılmakta olan tüm ürünler analizlendiğinden ve yerel üretim olmadığı için elde edilen sonuçlar tüm Türkiye için geçerli olarak kabul edilebilir durumdadır.

3.2. Kullanılan Araç ve Gereçler

- Ultratorax (24000 devir/dakika)
- Sıcak su banyosu
- Rotary evaporatör
- Vakum pompası
- Gaz kromatografisi (GC), 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.

- Kloroform / metanol (2/1, v/v), Merck
- Kloroform / hekzan karışımı (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 asidi ekstraksiyonlarında Folch ve ark. (1957)'nın metotlarından yararlanılmıştır. Yağ asitlerinin gaz kromatografik analizler için metilleştirilmeleri Moss ve ark. (1974)'nın metodundan yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Yağ asitlerinin metilleştirilmesinde BF_3-metanol (bortriflorür-metanol) kompleksi kullanılmıştır.

3.4. Homojenleştirme

Cips numuneleri kloroform / metanol (2/1, v/v) karışımında 24000 dev./dak. 5 dakika homojenleştirilip, homojenat whatman filtre kâğıdından süzülmüştür.

3.5. Ekstraksiyon

Rotary evoperatör hazırlanmıştır. Süzüntü rotary evoperatör kabına aktarılıp 65 ºC' de çözücü uçurulmuştur. Rotary evoperatör kabı içindeki maddeler kloroform / metanol (2/1, v/v) ilavesi ile 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 köpürtülmüş. N_2 altında uçurulmuştur. Kalan kısım ayırma hunisine konulup. Şişe saf su ile çalkalanarak ayırma hunisine boşaltılmıştır (3 kez). Üzerine 10 ml Kloroform / hekzan (1/4, v/v) karışımı ilave edilerek karışım sıkıca kapatılmıştır ve 100 kez çalkalanmıştır (3 kez). Faz oluştuktan sonra huninin kapağı çıkartılmıştır. Alttaki faz, ikinci bir ayırma hunisine alınmıştır. Alttaki sulu fazın pH' ı ölçülüp. pH = 2 oluncaya kadar H_2SO_4 (8 N) damla damla ilave edilmiştir. 10 ml Kloroform / hekzan ilave edilip 100 kez çalkalanmıştır. Alttaki sulu faz atılmıştır (3 kez). 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 BF3-Metanol ilave edilirek karıştırılmıştır. Sıcak su banyosunda 95 ºC' da 15 dakika bekletilip alınan şişe soğutulup ayırma hunisine konmuştur. Şişeye 5 ml doymuş NaCl ilave edilmiştir. Şişeye 5 ml kloroform / hekzan konulup karıştırılmıştır. Huni 100 kez çalkalanarak dinlendirilmiştir. Alttaki NaCl bir ayırma hunisine alınmıştır. Üstte kalan çözücü 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 aktarılarak gaz kromatografide analizleneceği ana kadar deep-freez' de saklanmıştır.

3.8. Değerlendirme

Yağ asidi 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 asitlerinin ne oldukları ortaya çıkarılmıştır. Üç tekrarlı olarak elde edilen kromatogramlardaki piklerin % alanlarının aritmetik ortalamaları ve standart sapmaları hesaplanarak tablolar halinde verilmiştir.

4. SONUÇLAR

Bu araştırmada Konya'daki marketlerde bulunan tüm markalara ait farklı 35 adet patates cipsi ve 22 adet mısır cipsi toplanmıştır. Her çeşitten 3 adet alınarak laboratuar ortamında homojenleştirme, ekstraksiyon ve metilleştirme işlemlerinden sonra gaz kromatoğrafisi cihazından 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.

Marketlerden toplanan patates ve mısır cipslerinin total yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitlerinin karbon sayılarının 10–20 arasında değiştiği görülmüştür. Toplam 19 değişik yağ asidi patates ve mısır cipslerinin total yağ asidi bileşimini oluşturmuştur (Tablo 1).

Cipslerin total yağ asidi bileşimindeki SFA, MUFA ve PUFA yüzdelerinin toplamı cips çeşitlerine göre farklılık gösterdiği belirlenmiştir. SFA'ların yüzdeleri toplamının %27.98–46.57, MUFA'ların yüzdeleri toplamının %35.73–47.57, PUFA'ların yüzdeleri toplamının %9.86–35.90 arasında olduğu görülmüştür (Tablo 2 ve 3).

Genel olarak C16:0, palmitik asit, C18:1, oleik asit, C18:2n6, linoleik asit yüzdelerinin cipslerin total yağ asidi bileşiminde yüksek yüzdelerde bulunduğu görülmüştür. SFA'lardan C16:0, palmitik asit %24.03–40.12, MUFA'lardan C18:1, oleik asit %35.29–46.83, PUFA'lardan C18:2n6, linoleik asit %9.13–34.94 arasında değişiklik göstermiştir (Tablo 2 ve 3).

45 numunede Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA'dan yüksek bulunmuşken, 12 numunede Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA'dan düşük bulunmuştur. Bazı numunelerde C16:0, palmitik asit ve C18:1, oleik asit yüzdesinin düşüşü, C18:2n6, linoleik asit yüzdesini artırmıştır. 57 numunede Σ TFA %0.02–1.35 arasında dağılım göstermiştir (Tablo 2 ve 3).

Patates cipslerinin (35 adet) Σ TFA ortalaması %0.37, mısır cipslerinin (22 adet) Σ TFA ortalaması ise %0.54 olarak belirlenmiştir (Tablo 4).

Patates cipslerinin (35 adet) ve mısır cipslerinin (22 adet) yağ asitleri ortalama yüzdelerine bakıldığında patates cipslerinde total yağ asidi bileşiminde major yağ asidi olarak C18:1, oleik asit %41.46 tespit edilmiş bunu C16:0, palmitik asit, %36.41 ve C18:2n6, linoleik asit %14.72 takip etmiştir (Tablo 4). Mısır cipslerinde de major yağ asidi olarak C18:1 %42.18 oranında belirlenmiş ve bunu C16:0 %36.46 ve C18:2n6 %13.34 olarak takip etmiştir. Patates ve mısır cipslerinin major yağ asitlerinin genel ortalama yüzdeleri ise sırasıyla C18:1 %41.82, C16:0 %36.44, C18:2n6 %14.03 olarak bulunmuştur.

Araştırılan 35 adet patates cipsindeki ortalama yağ asidi kompozisyonuna bakıldığında Σ SFA %42.29, Σ MUFA %41.86, Σ PUFA %15.45 ve Σ Trans %0.37 olarak belirlenmişken, 22 adet mısır cipsinde ise Σ SFA %42.66, Σ MUFA %42.61, Σ PUFA %14.05 ve Σ Trans %0.54 olarak belirlenmiştir (Tablo 4). Patates ve mısır cipslerinin (57 adet) yağ asidi kompozisyonunun genel ortalama yüzdelerinde ise Σ SFA %42.48, Σ MUFA %42.24, Σ PUFA %14.75 ve Σ TFA %0.46 olarak belirlenmiştir.

Diğer yağ asitleri olarak belirtilenler ise standartlara karşılık gelmediği için tanımlanamayan yağ asitlerinin toplamından oluşmaktadır. Patates cipslerinde (35 adet) diğer yağ asitleri %0.05–0.29 arasında, mısır cipslerinde (22 adet) ise %0.01–1.31 arasında olduğu tespit edilmiştir (Tablo 2 ve 3).

Tablo 1. Patates ve mısır cipslerinin yağ asidi bileşiminde bulunan yağ asitleri

Karbon Sayısı	**Yaygın ve Sistematik Adı**
C 10:0	Kaprik asit (Dekanoik asit)
C 12:0	Laurik asit (Dodekanoik asit)
C 14:0	Miristik asit (Tetradekanoik asit)
C 14:1 ω5	Miristoleik asit (cis-9-Tetradekanoik 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 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-Oktadekadienoik 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	γ Linolenik asit
C 18:3 ω3	Linolenik asit (α-linoleik asit.ALA)(cis-9-12-15- Oktadekatrienoik asit)
C 20:0	Arakidik asit (Eikosanoik asit)
C 20:1 ω9	Gadoleik asit (cis -11 Eikosenoik asit)

Tablo 2. Patates cipslerinin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C 10:0	-	-	-	-	-	-	0.01± 0.01	-	0.12± 0.21	0.48± 0.02	0.52± 0.05	-	-	-	-
C 12:0	0.18±0.01**	0.50± 0.01	0.09±0.01	0.18±0.01	0.37±0.01	0.30±0.01	0.54±0.01	0.28± 0.01	0.26± 0.01	0.35± 0.01	0.36± 0.01	0.34±0.01	0.24±0.01	0.18± 0.01	0.19±0.01
C 14:0	0.95±0.01	1.05±0.01	0.67± 0.01	0.73± 0.01	0.96±0.01	0.96±0.01	1.13±0.01	1.01±0.01	1.00± 0.01	1.03±0.01	1.03± 0.01	1.02± 0.01	0.94±0.01	0.82±0.01	0.89± 0.01
C 16:0	39.16±0.06	39.02± 0.03	38.07± 0.01	37.88± 0.05	39.27± 0.01	39.24± 0.03	39.21± 0.02	38.88± 0.01	38.60± 0.08	38.32± 0.03	38.88± 0.03	39.11± 0.03	38.42± 0.01	37.95± 0.02	38.37± 0.01
C 17:0	0.10±0.01	-	0.10± 0.01	0.10±0.01	0.09± 0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.10±0.01	0.09±0.01	0.10±0.01	0.10± 0.01
C 18:0	4.61±0.02	4.67± 0.06	5.69± 0.01	5.81± 0.01	4.74± 0.01	4.78± 0.02	4.49± 0.01	4.53± 0.02	4.43± 0.01	4.41± 0.02	4.47±0.01	4.62± 0.03	4.65± 0.01	5.08± 0.04	4.72± 0.01
C 20:0	0.07±0.01	-	0.04± 0.03	0.06± 0.01	0.07±0.01	0.06± 0.01	0.06± 0.01	0.06± 0.01	0.06± 0.01	-	-	0.07±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.06±0.01
Σ SFA*	45.06±0.08	45.23± 0.09	44.66± 0.07	44.76± 0.07	45.51± 0.03	45.43± 0.05	45.53± 0.03	44.86± 0.03	44.56± 0.11	44.68± 0.05	45.36± 0.04	45.26± 0.07	44.40± 0.02	44.19± 0.06	44.32± 0.03
C 14:1	0.04±0.01	-	0.04±0.01	-	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	-	-	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01
C 16:1	0.20±0.01	0.21±0.01	0.16± 0.01	0.15± 0.01	0.18±0.01	0.18±0.01	0.20±0.01	0.20± 0.01	0.19±0.01	0.20± 0.01	0.19± 0.01	0.21± 0.01	0.19± 0.02	0.17± 0.01	0.18±0.01
C 17:1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01± 0.01	0.02±0.01	-	-
C 18:1	42.90±0.09	43.03± 0.02	44.66± 0.09	44.15± 0.03	42.72± 0.01	42.55± 0.06	41.92± 0.02	41.67± 0.01	41.94± 0.09	41.82± 0.03	41.80± 0.02	42.21± 0.03	42.30± 0.01	43.09± 0.02	42.38± 0.02
C 20:1	0.16±0.01	-	0.21± 0.01	0.21± 0.01	0.17± 0.01	0.17± 0.01	0.16± 0.01	0.16±0.01	0.16± 0.01	0.13± 0.01	0.14±0.01	0.16± 0.01	0.18± 0.01	0.18±0.01	0.17± 0.01
Σ MUFA*	43.30±0.09	43.24±0.02	45.07±0.10	44.51±0.04	43.11±0.01	42.93±0.06	42.31±0.03	42.07±0.02	42.32±0.10	42.15±0.05	42.13±0.02	42.63±0.06	42.73±0.03	43.49±0.02	42.77±0.02
C 18:2n6	10.52±0.04	10.27± 0.01	9.13± 0.04	9.36± 0.01	10.14±0.01	10.65±0.01	11.06± 0.01	12.12±0.01	12.19± 0.03	12.19± 0.01	11.49± 0.01	11.22± 0.04	11.95± 0.01	11.37± 0.01	11.95± 0.01
C 18:3n6	0.39±0.01	0.37± 0.01	0.56± 0.04	0.57±0.01	0.41±0.01	0.40±0.01	0.37± 0.01	0.39± 0.01	0.37±0.01	0.36± 0.01	0.37±0.01	0.38± 0.01	0.40±0.01	0.45±0.01	0.40± 0.01
C 18:3n3	0.22±0.01	0.20± 0.01	0.17± 0.01	0.20±0.01	0.24±0.01	0.28± 0.1	0.31±0.01	0.42±0.01	0.41±0.01	0.29± 0.01	0.29± 0.01	0.25±0.01	0.40±0.01	0.37±0.01	0.42± 0.01
Σ PUFA*	11.13±0.04	10.83± 0.02	9.86± 0.09	10.13± 0.01	10.79±0.01	11.33± 0.01	11.75± 0.01	12.93± 0.01	12.97± 0.03	12.84± 0.02	12.16± 0.01	11.85± 0.05	12.75± 0.01	12.18± 0.01	12.76± 0.02
C 16:1 t	-	-	0.01± 0.01	-	0.02± 0.01	0.02±0.01	-	0.03±0.01	0.03±0.01	-	-	0.02± 0.01	0.01± 0.01	0.02±0.01	0.02±0.01
C 18:1 t	0.19±0.01	0.38± 0.01	0.17± 0.01	0.36±0.01	0.26± 0.01	0.12± 0.01	0.16±0.01	-	-	0.12± 0.01	0.15±0.01	-	-	-	-
C 18:2 t9t12	0.17±0.01	0.13±0.01	0.11± 0.01	0.11± 0.02	0.15± 0.01	0.13± 0.02	0.13± 0.01	0.12±0.01	0.12±0.01	0.11±0.01	0.10± 0.01	0.15± 0.03	0.12±0.01	0.13± 0.01	0.13± 0.01
C 18:2 t9c12	0.15±0.01	0.19± 0.01	0.11± 0.04	0.12± 0.01	0.16± 0.01	0.10± 0.02	0.13±0.01	-	-	0.10± 0.01	0.10±0.01	0.09±0.01	-	-	-
Σ Trans	0.51±0.01	0.70± 0.02	0.41± 0.21	0.59± 0.02	0.59± 0.04	0.37± 0.01	0.42± 0.01	0.15±0.01	0.15±0.01	0.33± 0.01	0.35± 0.01	0.26± 0.05	0.13± 0.01	0.15± 0.01	0.15± 0.01
Diğer	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

Tablo 2'in devamı

YAĞ ASİTLERİ	16	17	18	19	20	21	22.	23	24	25	26	27	28	29	30
C 10:0	-	-	-	-	-	-	-	-	0.55± 0.09	-	-	0.15± 0.04	-	-	-
C 12:0	0.72±0.01**	0.06± 0.01	0.13±0.08	0.06±0.01	0.07± 0.01	0.06±0.01	0.07± 0.02	0.26±0.01	0.16± 0.02	0.16±0.01	0.18± 0.01	0.25±0.01	0.18±0.01	0.22± 0.02	0.21±0.01
C 14:0	1.17± 0.01	0.43±0.01	0.50±0.01	0.46± 0.01	0.45± 0.01	0.46± 0.01	0.45±0.01	0.92±0.01	0.87±0.01	0.86±0.01	0.94± 0.01	0.91±0.01	0.89±0.01	0.97± 0.02	0.87± 0.01
C 16:0	39.08± 0.02	24.03± 0.01	24.90±0.08	24.79± 0.05	24.63± 0.02	25.19± 0.03	25.18± 0.01	40.06± 0.04	39.85± 0.03	39.96± 0.01	40.12± 0.01	38.96± 0.01	39.85±0.01	39.73± 0.01	38.17± 0.02
C 17:0	0.09±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	0.08±0.01	0.08± 0.01	0.09± 0.01	0.10±0.01	0.10±0.01	0.10±0.01	0.10±0.01	0.10± 0.01	0.11±0.01	0.09± 0.01	0.09±0.01
C 18:0	4.76± 0.02	3.29± 0.02	3.54±.0.02	3.26±0.01	3.33± 0.01	3.35± 0.01	3.44± 0.01	5.00± 0.01	4.94± 0.02	5.25± 0.02	5.23± 0.01	4.70± 0.01	4.74±0.01	4.57± 0.01	4.72±0.01
C 20:0	0.06± 0.01	0.09± 0.01	-	0.05± 0.01	0.06±0.01	0.06±0.01	0.04± 0.03	0.05±0.01	-	-	-	-	0.05±0.01	-	0.07±0.01
Σ SFA	45.88± 0.05	27.98± 0.04	29.16±0.01	28.70± 0.06	28.61± 0.03	29.21± 0.04	29.27± 0.07	46.40± 0.05	46.47± 0.06	46.33± 0.03	46.57± 0.03	45.08± 0.03	45.82±0.01	45.58± 0.05	44.13± 0.02
C 14:1	0.04±0.01	0.01± 0.01	-	0.01± 0.01	0.02±0.01	0.01± 0.01	0.01± 0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	-	0.05±0.01	0.05±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01
C 16:1	0.20± 0.01	0.15±0.01	0.13±0.01	0.13±0.01	0.15± 0.02	0.13± 0.01	0.13±0.01	0.16±0.01	0.17± 0.01	0.15± 0.01	0.17± 0.01	0.17±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01	0.21± 0.01
C 17:1	-	0.02± 0.01	-	0.02± 0.01	0.03± 0.01	0.02± 0.01	0.02± 0.01	-	-	-	-	-	0.03±0.01	-	0.03± 0.01
C 18:1	42.40± 0.01	35.29± 0.02	36.73±0.16	36.33± 0.02	36.76± 0.01	36.50± 0.04	36.53± 0.03	42.33± 0.05	42.00± 0.05	42.26± 0.02	41.81± 0.03	43.55± 0.04	43.16±0.02	42.23± 0.01	43.11± 0.01
C 20:1	0.16±0.01	0.25± 0.01	0.27±0.02	0.28± 0.01	0.31±0.01	0.29± 0.01	0.29±0.01	0.18± 0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.18± 0.01	0.19±0.01	0.19±0.01	0.16± 0.01	0.18±0.01
Σ MUFA	42.80±0.02	35.73±0.05	37.13±0.13	36.78±0.06	37.27±0.03	36.97±0.08	36.99±0.05	42.71±0.05	42.37±0.05	42.59±0.02	42.21±0.04	43.96±0.04	43.61±0.01	42.60±0.02	43.56±0.02
C 18:2n6	10.49± 0.03	34.94± 0.06	31.98±0.12	33.29± 0.14	33.03± 0.01	32.58± 0.13	32.27± 0.03	9.98± 0.01	10.12± 0.01	10.04± 0.01	9.70±0.01	9.96± 0.01	9.73±0.01	10.83± 0.01	11.29± 0.01
C 18:3n6	0.37± 0.01	0.42± 0.01	0.48±0.01	0.47±0.01	0.50±0.01	0.49± 0.01	0.35± 0.25	0.44± 0.01	0.43± 0.01	0.46± 0.01	0.44± 0.01	0.44± 0.01	0.44±0.01	0.41± 0.01	0.41±0.01
C 18:3n3	0.25±0.01	0.54±0.01	0.50±0.01	0.51±0.01	0.50±0.01	0.49±0.01	0.48±0.01	0.16±0.01	0.18±0.01	0.18±0.01	0.18±0.01	0.25± 0.01	0.23±0.01	0.24±0.01	0.23±0.01
Σ PUFA	11.11± 0.04	35.90± 0.06	32.95±0.11	34.27± 0.14	34.03± 0.01	33.56± 0.14	33.09± 0.28	10.58± 0.02	10.73± 0.02	10.69± 0.01	10.32± 0.01	10.65± 0.02	10.40±0.01	11.47± 0.01	11.93± 0.01
C 16:1 t	0.03±0.01	0.03±0.01	-	0.03±0.01	0.02± 0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	-	-	-	-	-	-	-
C 18:1 t	-	-	0.36±0.01	-	-	-	-	-	0.12±0.01	0.14± 0.01	0.60± 0.01	0.06± 0.05	-	0.10±0.01	-
C 18:2 t9t12	0.13±0.01	0.31±0.01	0.26±0.01	0.18± 0.15	-	0.19± 0.16	0.33± 0.01	0.18± 0.01	0.16±0.01	0.13±0.01	0.16± 0.01	0.14±0.01	0.16±0.01	0.13±0.01	0.25±0.01
C 18:2 t9c12	0.04± 0.03	-	0.15±0.01	-	-	-	-	0.11± 0.01	0.14±0.01	0.11±0.01	0.12±0.01	0.11±0.01	-	0.11± 0.01	-
Σ Trans	0.20± 0.04	0.34±0.01	0.76±0.01	0.21± 0.15	0.02± 0.01	0.22± 0.16	0.36± 0.01	0.32± 0.01	0.42±0.01	0.38± 0.01	0.88± 0.01	0.31± 0.05	0.16±0.01	0.34± 0.01	0.25±0.01
Diğer	-	0.05	-	0.05	0.06	0.05	0.29	-	-	-	-	-	-	-	0.13

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

Tablo 2'in devamı

YAĞ ASİTLERİ	31	32	33	34	35
C 10:0	0.59±0.08**	0.85±0.04	0.24± 0.01	0.70± 0.21	0.29±0.03
C 12:0	0.26± 0.01	0.21±0.01	0.25±0.01	0.28± 0.01	0.20±0.01
C 14:0	1.01±0.01	1.02±0.01	1.02± 0.01	1.00±0.01	0.94±0.01
C 16:0	37.87± 0.03	37.31±0.01	38.25± 0.07	37.70±0.09	38.32±0.02
C 17:0	0.09±0.01	0.10±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01
C 18:0	4.29± 0.01	4.88±0.01	4.46± 0.02	4.31± 0.01	4.57±0.01
C 20:0	-	-	0.05±0.01	-	-
Σ SFA	44.10±0.05	44.36±0.01	44.36±0.09	44.08±0.11	44.41±0.05
C 14:1	0.03± 0.02	0.06±0.01	0.04±0.01	-	0.04±0.01
C 16:1	0.18±0.01	0.21±0.01	0.19±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01
C 17:1	-	-	-	-	-
C 18:1	42.17±0.03	43.06±0.01	41.97±0.07	41.59±0.06	42.32±0.02
C 20:1	0.17±0.01	0.20±0.01	0.18±0.01	0.17±0.01	0.19±0.01
Σ MUFA	42.55±0.05	43.52±0.01	42.38±0.07	41.94±0.06	42.71±0.03
C 18:2n6	12.35± 0.02	10.12±0.01	12.43± 0.02	12.79± 0.03	11.81±0.01
C 18:3n6	0.39±0.01	0.39±0.01	0.40±0.01	0.39± 0.01	0.43±0.01
C 18:3n3	0.27±0.01	0.20±0.01	0.27±0.01	0.29±0.01	0.39±0.01
Σ PUFA	13.01±0.02	10.71±0.01	13.10±0.02	13.47±0.04	12.63±0.01
C 16:1 t	-	0.04±0.01	0.03±0.01	-	0.03±0.01
C 18:1 t	0.12±0.01	0.93±0.01	-	0.12±0.01	-
C 18:2 t9t12	0.13± 0.01	0.21±0.01	0.13±0.01	0.12±0.01	0.10±0.01
C 18:2 t9c12	0.09± 0.01	0.17±0.01	-	0.10± 0.01	0.07±0.01
Σ Trans	0.34± 0.02	1.35±0.01	0.16±0.01	0.34± 0.01	0.20±0.01
Diğer	-	0.06	-	0.16	0.06

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

Tablo 3. Mısır cipslerinin yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarları

YAĞ ASİTLERİ	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
C 10:0	0.21±0.01**	0.04±0.01	0.35±0.29	0.10±0.05	0.16± 0.11	0.12±0.04	0.27± 0.02	0.15± 0.03	0.13± 0.02	0.30±0.03	0.46± 0.07	0.09±0.01	0.40± 0.03	0.90± 0.25	0.72± 0.15
C 12:0	0.19±0.01	0.34±0.01	0.34±0.02	0.49±0.01	0.36± 0.02	0.25±0.06	0.16±0.01	0.19±0.01	0.50±0.01	0.16±0.01	0.37± 0.03	0.32± 0.01	0.48± 0.01	0.26± 0.02	0.25± 0.03
C 14:0	0.94± 0.01	1.05±0.01	1.04±0.01	1.07±0.01	0.83±0.01	0.99±0.01	0.88±0.01	0.84±0.01	1.40± 0.01	0.88±0.01	0.99±0.01	0.72±0.01	1.13±0.01	1.10± 0.01	0.99±0.01
C 16:0	38.00±0.01	38.56±0.01	38.72±0.10	38.46±0.03	34.92±0.08	38.35±0.03	36.50±0.02	35.70±0.03	35.94± 0.03	36.17±0.06	37.90±0.02	29.12±0.01	38.60±0.02	38.16± 0.14	38.50±0.06
C 17:0	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.10±0.01	0.11±0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	0.08±0.01	0.09±0.01	0.10±0.01	0.09± 0.01
C 18:0	4.49± 0.01	4.55±0.01	4.52±0.16	4.71±0.02	3.86± 0.01	4.52±0.01	4.38±0.01	4.46±0.01	4.68± 0.01	4.37±0.01	4.41± 0.01	4.24± 0.01	4.52± 0.01	4.62± 0.01	4.60± 0.01
C 20:0	0.06±0.01	-	0.06±0.01	0.06±0.01	0.05±0.01	0.06±0.01	-	0.04±0.01	-	0.04±0.01	-	-	0.04±0.01	-	-
Σ SFA	43.97±0.01	44.63±0.01	45.13±0.23	44.98±0.04	40.26±0.21	44.39±0.03	42.28±0.04	41.47±0.06	42.75±0.06	42.02±0.05	44.21±0.13	34.56±0.04	45.26±0.06	45.13±0.41	45.16±0.25
C 14:1	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.03±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	0.10±0.01	0.04±0.01	0.04±0.01	-	0.04±0.01	0.05±0.01	0.04±0.01
C 16:1	0.18±0.01	0.18± 0.01	0.20±0.03	0.17±0.01	0.16±0.01	0.15±0.02	0.16±0.01	0.17± 0.01	0.24± 0.02	0.16±0.01	0.17±0.01	0.13±0.01	0.18± 0.01	0.19± 0.01	0.17±0.01
C 17:1	-	-	-	-	-	-	-	0.03±0.01	-	-	-	-	-	-	-
C 18:1	43.07±0.01	42.29±0.01	42.05±0.14	42.48±0.02	42.14±0.04	42.18±0.28	41.33±0.02	41.11±0.04	40.92±0.02	41.39±0.05	42.53±0.07	45.72±0.01	42.15±0.02	41.08±0.10	41.67±0.08
C 20:1	0.18±0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.18±0.01	0.51±0.01	0.13±0.09	0.18±0.01	0.20± 0.01	0.26± 0.01	0.20±0.01	0.18± 0.01	0.50±0.01	0.18± 0.01	0.18±0.01	0.17± 0.01
Σ MUFA	43.47±0.01	42.69±0.02	42.47±0.18	42.87±0.02	42.84±0.04	42.50±0.18	41.71±0.02	41.55±0.05	41.52±0.04	41.82±0.05	42.92±0.08	46.35±0.01	42.55±0.03	41.50±0.11	42.05±0.08
C 18:2n6	11.60± 0.06	11.40± 0.01	11.26±0.02	11.21±0.06	15.62± 0.04	11.91±0.02	14.43± 0.01	15.63±0.01	14.29±0.01	15.06±0.01	11.75±0.01	16.51± 0.02	11.22±0.01	11.70± 0.05	11.27±0.03
C 18:3n6	0.40± 0.01	0.41± 0.01	0.40±0.01	0.43±0.01	0.44± 0.01	0.42±0.01	0.43± 0.01	0.46±0.01	0.41± 0.01	0.44±0.01	0.42± 0.01	0.74± 0.01	0.43±0.01	0.44±0.01	0.44± 0.01
C 18:3n3	0.25±0.01	0.25± 0.01	0.23±0.01	0.26±0.02	0.24±0.01	0.19±0.14	0.27±0.01	0.33±0.01	0.29± 0.01	0.30±0.01	0.24±0.01	0.19±0.01	0.22± 0.01	0.23± 0.01	0.20±0.01
Σ PUFA	12.25±0.06	12.06± 0.02	11.90±0.03	11.90±0.05	16.29±0.04	12.53±0.15	15.13±0.02	16.42±0.01	15.00± 0.02	15.80±0.01	12.42±0.02	17.44±0.03	11.86± 0.01	12.37± 005	11.91±0.03
C 16:1 t	0.03±0.01	-	0.02±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	0.03±0.01	-	0.04±0.01	0.07±0.01	0.03±0.01	-	-	0.03± 0.01	-	-
C 18:1 t	-	0.31±0.01	0.18±0.01	-	-	0.24±0.01	0.57±0.01	-	0.33± 0.01	-	0.15±0.02	0.42±0.01	-	0.62±0.02	0.53±0.01
C 18:2 t9t12	0.20±0.01	0.16± 0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.15±0.01	0.17±0.01	0.17±0.01	0.05±0.02	0.17±0.01	0.17±0.01	0.16±0.01	0.16±0.01	0.17±0.01	0.19± 0.01	0.19±0.01
C 18:2 t9c12	0.07± 0.06	0.14± 0.01	0.13±0.01	0.06±0.05	-	0.14±0.01	0.14± 0.01	0.21±0.01	0.16±0.01	0.09±0.01	0.13± 0.01	0.12±0.01	0.12± 0.01	0.18± 0.01	0.16±0.01
Σ Trans	0.30± 0.06	0.62± 0.02	0.50±0.02	0.25±0.06	0.18±0.01	0.59±0.01	0.87± 0.02	0.30± 0.02	0.73± 0.01	0.30±0.01	0.44± 0.02	0.70± 0.01	0.33± 0.01	1.00± 0.03	0.88±0.01
Diğer	-	-	-	-	0.42	-	-	0.25	-	0.07	-	0.94	-	-	-

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

Tablo 3'ün devamı

YAĞ ASİTLERİ	16	17	18	19	20	21	22
C 10:0	0.81±0.12**	0.95± 0.04	0.07±0.01	0.81± 0.13	0.83±0.13	0.62±0.03	-
C 12:0	0.19± 0.02	0.25±0.01	0.47±0.01	0.41± 0.04	0.36± 0.01	0.20±0.01	0.20±0.01
C 14:0	0.80±0.01	0.96±0.01	0.99±0.01	1.02±0.01	0.99± 0.01	0.61±0.01	0.83±0.01
C 16:0	36.76±0.02	36.81±0.01	34.99±0.04	38.19±0.04	38.53± 0.05	26.98±0.04	36.34±0.04
C 17:0	0.10±0.01	0.09± 0.01	0.09±0.01	0.09±0.01	-	0.09±0.01	0.10±0.01
C 18:0	4.55± 0.01	4.54± 0.01	4.21±0.01	4.47± 0.01	4.45±0.01	4.07±0.01	4.54±0.01
C 20:0	-	-	-	-	-	-	-
Σ SFA	43.21±0.16	43.60±0.07	40.83±0.03	45.00±0.21	45.16±0.21	32.57±0.05	42.01±0.05
C 14:1	0.04±0.01	-	0.04±0.01	0.04±0.01	-	-	0.04±0.01
C 16:1	0.16± 0.01	0.17±0.01	0.14±0.02	0.17±0.01	0.17±0.01	0.14±0.01	0.16±0.01
C 17:1	-	-	-	-	-	-	-
C 18:1	41.42±0.12	40.58±0.02	42.41±0.02	41.78±0.10	42.46±0.06	46.83±0.01	40.31±0.04
C 20:1	0.21± 0.01	0.18± 0.01	0.20±0.01	0.17± 0.01	-	0.61±0.01	0.18±0.01
Σ MUFA	41.83± 0.13	40.94± 0.02	42.80±0.02	42.16± 0.11	42.63±0.06	47.57±0.02	40.69±0.04
C 18:2n6	13.79± 0.01	13.78±0.01	14.97±0.02	11.71± 0.02	11.33± 0.02	17.10±0.03	15.89± 0.01
C 18:3n6	0.46± 0.01	0.43± 0.01	0.41±0.01	0.44± 0.01	0.42±0.01	0.91±0.01	0.44± 0.01
C 18:3n3	0.24±0.01	0.26±0.01	0.32±0.01	0.24±0.01	0.21±0.01	0.24±0.01	0.25± 0.01
Σ PUFA	14.48±0.02	14.47±0.01	15.70±0.02	12.39±0.02	11.96±0.02	18.25±0.03	16.57± 0.02
C 16:1 t	-	-	0.04±0.01	-	-	-	-
C 18:1 t	0.26±0.02	0.69±0.01	0.36±0.02	0.17±0.01	-	0.10±0.01	0.44±0.01
C 18:2 t9t12	0.12±0.01	0.16±0.01	0.15±0.01	0.15± 0.01	0.13±0.01	0.11±0.01	0.17± 0.01
C 18:2 t9c12	0.10±0.01	0.14±0.01	0.12±0.01	0.13±0.01	0.12±0.01	0.09±0.01	0.12±0.01
Σ Trans	0.48± 0.02	0.99± 0.01	0.67±0.02	0.45± 0.02	0.25±0.01	0.30±0.01	0.73± 0.02
Diğer	-	-	-	-	-	1.31	-

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

Tablo 4. Patates cipslerinin (35 adet), mısır cipslerinin (22 adet) yağ asidi kompozisyonu ve trans yağ asidi (%) miktarlarının ortalama değerleri

YAĞ ASİTLERİ	Patates Cipsi (%) Ortalama	Mısır Cipsi (%) Ortalama	Genel (%) Ortalama
C 10:0	0.13±0.24**	0.39±0.32**	0.26±0.18**
C 12:0	0.24±0.14	0.31±0.11	0.28±0.05
C 14:0	0.87±0.21	0.96±0.16	0.92±0.06
C 16:0	36.41±5.41	36.46±3.01	36.44±0.04
C 17:0	0.09±0.02	0.09±0.02	0.09±0.01
C 18:0	4.52±0.63	4.44±0.20	4.48±0.06
C 20:0	0.04±0.03	0.02±0.03	0.03±0.01
Σ SFA*	42.29±6.26	42.66±3.33	42.48±0.26
C 14:1	0.03±0.02	0.04±0.02	0.04±0.01
C 16:1	0.18±0.02	0.17±0.02	0.18±0.01
C 17:1	0.01±0.01	-	0.01±0.01
C 18:1	41.46±2.46	42.18±1.51	41.82±0.51
C 20:1	0.18±0.05	0.22±0.14	0.20±0.03
Σ MUFA*	41.86±2.44	42.61±1.58	42.24±0.53
C 18:2n6	14.72±8.50	13.34±2.04	14.03±0.98
C 18:3n6	0.42±0.05	0.46±0.12	0.44±0.03
C 18:3n3	0.31±0.12	0.25±0.04	0.28±0.04
Σ PUFA*	15.45±8.61	14.05±2.13	14.75±0.99
C 16:1 t	0.01±0.01	0.02±0.02	0.02±0.01
C 18:1 t	0.13±0.20	0.24±0.23	0.19±0.08
C 18:2 t9t12	0.15±0.06	0.16±0.03	0.16±0.01
C 18:2 t9c12	0.07±0.06	0.12±0.04	0.10±0.04
Σ Trans	0.37±0.26	0.54±0.25	0.46±0.12
Diğer	0.03	0.14	0.09

*SFA: Doymuş yağ asidi. MUFA: Doymamış yağ asidi. PUFA: Aşırı doymamış yağ asidi.
** Patates cipslerinin (37 adet), mısır cipslerinin (22 adet) ve her ikisinin aritmetik ortalama değerleri ± Standart sapma.

5. TARTIŞMA

Patates cipslerinin (35 adet) ve mısır cipslerinin (22 adet) yağ asidi bileşiminde karbon sayısı ve doymuşlukları farklı olan 19 yağ asidi gözlenmiştir. C18:3, linolenik asitin ω3 ve ω6 olmak üzere ikişer farklı izomeri tespit edilmiştir. Ayrıca C16:1, palmitoleik asit (cis9-Hekzadekanoik asit), C18:1, oleik asit (cis9-Oktadekanoik asit) ile C18:2n6, linoleik asit (cis9-Oktadekadienoik asit)'in trans yağ asitleri de belirlenmiştir.

Dağlıoğlu ve ark. (2002)'nın Türkiye'de tahıl bazlı besinlerin yağ asidi ve trans yağ asidi kompozisyonlarının belirlenmesi isimli çalışmasında mısır cipslerini incelemiş ve bu çalışmada mısır cipsinde en yüksek yüzdede bulunan yağ asidini C18:1, oleik asit (%41.6) olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda da mısır cipslerinde en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi olarak C18:1, oleik asit (%42.18) tespit edilmiştir. Dağlıoğlu ve ark. (2002)'a göre mısır cipslerinde C18:1, oleik asitten sonra en yüksek yüzdede bulunan diğer iki major yağ asitleri de C16:0, palmitik asit (%37.4) ve C18:2n6, linoleik asit (%13.5) olmuştur. Bizim çalışmamızda da C18:1, oleik asit den sonra gelen iki major yağ asitleri C16:0, palmitik asit (%36.46) ve C18:2n6, linoleik asit (%13.34) olarak bulunmuştur. Dağlıoğlu ve ark. (2002), mısır cipslerindeki Σ SFA %43.5, Σ MUFA %42.4, Σ PUFA %14.1 ve Σ TFA %0.7 olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda mısır cipslerindeki Σ SFA %42.66, Σ MUFA % 42.61, Σ PUFA %14.05 ve Σ TFA %0.54 olarak belirlenmiştir. Σ TFA yüzdesinin çalışmamızda daha düşük olduğu görülmektedir. Çalışmamız toplam 57 numunede gerçekleştirildiği için daha sağlıklı sonuç elde edilmiştir.

Zegarska ve ark. (2001)'nın Polonya'da cipsler üzerinde yapmış olduğu çalışmada en yüksek yağ asidi yüzdesi olarak C18:1, oleik asit belirlenmiştir. C18:1, oleik asitten sonra en yüksek yağ asidi yüzdelerinin C16:0, palmitik asit ve C18:2n6, linoleik asitlere ait olduğu ortaya çıkarılmıştır. Bizim çalışmamızda da benzer şekilde

C18:1, oleik asitten sonra gelen diğer iki major yağ asidi de C16:0, palmitik asit, C18:2n6, linoleik asit olarak tespit edilmiştir.

Zegarska ve ark. (2001)'nın Polonya'da 10 cips numunesi üzerine yapmış olduğu çalışmada C18:1t, elaidik asit (trans9- Oktadekanoik asit) %0.31–17.33, C18:2tt, linolelaidik asit (trans9-12-Oktadekadienoik asit) %1.20-1.63, C18:2tc, trans9-cis12-Oktadekadienoik asit %0.31-5.99 arasında olduğunu tespit etmiştir. Bizim yapmış olduğumuz çalışmada patates cipsleri (35 adet) ve mısır cipsleri (22 adet) olmak üzere toplam 57 cips numunesinde C18:1t, elaidik asit %0.19, C18:2tt, linolelaidik asit %0.16, C18:2tc, trans9-cis12-Oktadekadienoik asit %0.10 olarak bulunmuştur. Farklı olarak bizim çalışmamızda trans yağ asiti olarak C16:1t, palmitelaidik asit %0.02 olarak belirlenmiştir.

Çalışmamızdaki 57 numunede doymuş, tekli doymamış ve aşırı doymamış yağ asitlerine bakıldığında, 45 numunede Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA'dan yüksek bulunmuşken, 12 numunede Σ SFA, Σ MUFA ve Σ PUFA'dan düşük bulunmuştur. Bunun sebebi bazı numunelerde C16:0, palmitik asit (hekzadekanoik asit) ve C18:1, oleik asit yüzdesinin düşüşü, C18:2n6, linoleik asit yüzdesinin artmasından dolayıdır. Zegarska ve ark.(2001)'nın Polonya'da yapmış oldukları çalışmada bazı cips numunelerindeki C18:2n6, linoleik asit yüzdesinin azalmasıyla, SFA'ların arttığı gösterilmektedir.

Aro ve ark. (1998)'ın İzlanda'da patates cipsleri üzerine yapmış oldukları çalışmada Σ SFA %37.40, C18:1t, elaidik asit %0.34 ve Σ TFA %0.67 olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızdaki patates cipslerinde Σ SFA %42.29, C18:1t, elaidik asit %0.13 ve Σ TFA %0.37 olarak belirlenmiştir.

Fernandez, (2000)'in İspanya'da patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yüzdeye sahip yağ asidi C18:2n6, linoleik asit olmuştur (%42.1). Bizim çalışmamızda da patates cipslerinde major yağ asidi olarak C18:1, oleik asit tespit edilmiştir (%41.46). Fernandez, (2000)'in patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada PUFA'ların (%45.8), MUFA (%29.2) ve SFA'dan (%24.1)

yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Bizim çalışmamızdaki patates cipslerinin yağ asidi kompozisyonu yüzde değerlerine bakıldığında Σ SFA (%42.29), Σ MUFA (%41.86) ve Σ PUFA' dan (%15.45) yüksek olduğu tespit edilmiştir. Fernandez, (2000), patates cipslerindeki Σ TFA'yı %0.9 olarak belirlemiştir. Bizim çalışmamızda patates cipslerinde Σ TFA %0.37 olarak bulunmuştur. Böylelikle ülkemizde üretilen patates cipslerindeki Σ TFA yüzdelerinin hem İzlanda, hem de İspanya'da üretilen cipslerdekilerden daha düşük olduğu ve sağlık açısından daha güvenilir olduğu ortaya çıkarılmıştır.

Tavella ve ark. (2000)'nın Arjantin'de patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yağ asidi yüzdesi olarak C18:2n6, linoleik asit bulunmuştur (%65.52) ve trans yağ asiti olarak sadece C18:1t, elaidik asit tespit etmiştir (%0.30). Bizim çalışmamızda patates cipslerinde en yüksek yağ asidi yüzdesi C18:1, oleik asit bulunmuştur (%41.46). Trans yağ asiti olarak C16:1t, palmitelaidik asit (%0.01), C18:1t, elaidik asit (%0.13), C18:2tt, linolelaidik asit (%0.15) ve C18:2tc, trans9-cis12 oktadekadienoik asit (%0.07) tespit edilmiştir. Huang ve ark. (2006)'nın Afrika ve Amerika toplumlarında tüketilen patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada en yüksek yüzdede bulunan yağ asidi C18:2n6, linoleik asit olmuştur (%25.53). Diğer major yağ asitleri ise C16:0, palmitik asit (%7.99) ve C18:1, oleik asit (%5.36) olarak tespit etmiştir. Patates cipslerindeki Σ TFA %6.39 olarak belirlenmiştir. Bizim çalışmamızda patates cipslerinde en yüksek yüzdede bulunan yağ asidi C18:1, oleik asit (%41.46) olmuştur. Patates cipslerinin trans yağ asitlerinin toplam yüzdeleri de %0.37 olarak bulunmuştur.

Semma, (2002)'de Japonya'da patates cipsleri üzerine yapmış olduğu çalışmada Σ TFA'yı %11 olarak bulmuştur. Bu trans yağ asidi yüzdesi oldukça yüksektir. Bu sonuç cipslerin yapımında büyük bir oranda margarin kullanıldığını göstermektedir. Benzer bir durum olarak Sandra ve ark. (2002), Kanada'da patates cipslerinde ortalama Σ SFA'nın %27.8, Σ MUFA'nın %27.6, Σ PUFA'nın %35.7 ve Σ TFA'nın %8.9 olduğunu belirlemiştir. Ayrıca Sandra ve ark. (2002), Kanada'da mısır cipslerinde ortalama Σ SFA'yı %31.3, Σ MUFA'yı %30.3, Σ PUFA'yı %28.5

ve Σ TFA'yı %9.9 olarak belirlemiştir. Görüldüğü gibi Japonya ve Kanada'daki patates cipslerinin Σ TFA yüzdeleri çok yüksektir.

Çalışmamızda elde edilen sonuçlara bakıldığında cipslerdeki trans yağ asidi yüzdelerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Bu trans yağ asidi yüzdeleri ülkemizde tüketilen cipslerin sağlık açısından bir tehlike arz etmediği ve güvenle tüketilebileceğini göstermiştir. Yine de cipslerin yüksek oranda yağ ihtiva ettiği göz ardı edilmeden ılımlı miktarda tüketilmesi uygun olacaktır.

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.

Aro, A., Amaral, E., Kesteloot, H., Rimestad, A., Thamm, M., Van Poppel, G., 1998. Trans fatty acids in french fries, soups and snacks from 14 european countries: the transfair study, journal of food composition and analysis 11, 170-179.

Ascherio, A., Rimm, E.B., Giovannucci, E.L., Spiegelman, D., Stamfer, M.J., Willet, W.C.,. 1997. Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. BMJ, 313, 84-90.

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.

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, 1788-1795.

Fernandez, P.M., 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food, journal of food composition and analysis 13, 275-281.

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

Greyt, W. De., Kellens, A., 1998.. Effect of physical refining on selected minor components in vegetable oils. Promotor: Huyghebaert, A. Gent, 218 p.

Greyt, W. De., Radanyi, O., Kellens, M., Huyghebaert, A., 1996. Contribution of trans fatty acids from vegatable oils and margarines to the Belgian diet. Fett/Lipid, 98, 30–33.

Gürcan, T., 2002. Trans yağ asitleri ve kalp damar hastalıkları açısından önemi. Dünya Gıda, 8, 70-71.

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

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

Hu, F.B., Stampfer, M.J., Manson, J.E.,. 1997. Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women. N. Engl J Med., 337, 1491-1499.

Huang, Z., Wang, B., Pace, R.D., Oh., H.J., 2006. Trans fatty acid content of selected foods in an African-American community, journal of food science-vol. 71, Nr. 6, 322-327.

Kafatos, A., D. Chrysafidis, E. Peraki, 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.

Kayahan, M., 2002. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

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

Kellens, M. 1997. Current developments in oil refining technology, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium.

Kemény, Z., Recseg, K., Hénon, 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.

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., Sinclair, A.J., 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.

Mayes, P.A., Murray, R.K., Granner, D.K., Rodwell, V.W., 1993. Harper's Biochemistry, 258-259.

Medina, J.L.A., Gamez, M.N., Ortega, G.J., Noriega, R.J.A., Angulo, G.O., 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. 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.

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

Precht, D., Molketin, 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.

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.

Sandra, L., Elias, M.S.C., Sheila, M., Innis, P.H.D., 2002. Bakery foods are teh major dietary source of trans-fatty acids among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat, journal of American dietetic association, 102, 46-51.

Semma, M., 2002. Trans fatty acids: properties, benefits and risks, journal of health science, 48(1), 7-13.

Smith, L.M., Dunkley, W.L., Franke, A., Dairiki, T., 1978. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids 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.

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.

Tavella, M., Peterson, G., Espeche, M., Cavallero, E., Cipolla, L., Perego, L., Caballero, B., 2000. Trans fatty acid content of a selection of foods in Arjentina, food chemistry 69, 209-213.

Tekin, A., Çizmeci, M., Karabacak H., Kayahan, M., 2002. Trans FA and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. J. Amer. Oil Chem. Soc., 80, 443-445.

Wolff, R.L., 1992. Trans -polyunsaturated fatty acid in french edible rapeseed and soybean oils. J. Amer. Oil Chem. Soc., 69, 106-110.

Wolff, R.L., 1993-a. Heat-induced geometrical isomerization of α-linolenic acid: effect of temperature and heating time on the appearance of individual isomers, J. Amer. Oil Chem. Soc., 70, 425-430.

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

Wolff, R.L., 1993-c. Further studies on artificial geometrical isomers of α-linolenic acid in edible linolenic acid-containing oils. J. Amer. Oil Chem. Soc., 70, 219-224.

Wolff, R.L., 1994. Cis-trans isomerization of octadecatrieonic acids during heating. Study of linolenic (cis-5, cis-9, cis-12 18:3) acid geometrical isomers in heated pine seed oil. J. Amer. Oil Chem. Soc., 71, 1129-1134.

Zegarska, Z., Borejszo, Z., 2001. Trans fatty acid content of some food products in Poland, journal of food lipids 8, 271-279.

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