

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRANS YAĞ ASİDİ İÇERMEZ BEYANI BULUNAN
BAZI ENDÜSTRİYEL GIDALARIN
YAĞ ASİDİ PROFİLLERİ

Bekir Alper DEMİR

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN : Doç. Dr. Murat TAŞAN

TEKİRDAĞ-2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

TRANS YAĞ ASİDİ İÇERMEZ BEYANI BULUNAN BAZI ENDÜSTRİYEL GIDALARIN YAĞ ASİDİ PROFİLLERİ

Bekir Alper DEMİR

Namık Kemal Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Murat TAŞAN

Bu araştırmada, etiketlerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan bazı gıda gruplarındaki *trans* yağ asit oranlarının Türk Gıda Kodeksi’nin gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğine göre uygunluğu incelenmiştir. Günümüz insan beslenmesinde önemi giderek artan *trans* izomerlerin yapısı, özellikleri, oluşumuna neden olan etkenler ve *trans* izomer oluşumunu önlemek için uygulanabilecek alternatif metodlar belirtilmiştir. *Trans* yağ asitlerinin ana kaynakları olarak gösterilen margarin grubuna ilave olarak yoğun olarak tüketilen ve içerisinde önemli düzeyde shortening (endüstriyel yağlar) bulunan farklı gıda grupları oluşturulmuştur. Gıda grupları olarak kek (8 adet), bisküvi (8 adet), margarin (8 adet) ve cips (5 adet) olmak üzere 29 farklı markaya ait örnek incelenmiştir. Kapiler gaz-likit kromatografisi metodu ile belirlenen yağ asidi bileşimleri üzerinden değerlendirmeler yapılmıştır. Çalışmada *trans* oleik asit (C18:1), *trans* linoleik asit (C18:2), *trans* linolenik asit (C18:3) ve toplam *trans* yağ asit içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kek, bisküvi, margarin ve cipsteeki toplam *trans* yağ asidi oranı sırasıyla; %0,17-0,92; %0,11-0,46; %0,19-0,79 ve %0,26-1,21 arasında bulunmuştur. İncelenen örneklerden biri hariç diğer örneklerdeki *trans* yağ asidi içeriklerinin ilgili tebliğdeki koşullara uygun olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: *Trans* yağ asitleri, etiketleme, kek, margarin, bisküvi, cips

2011, 64 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

FATTY ACID PROFILES OF SELECTED INDUSTRIAL FOODS WITH ZERO *TRANS* FATTY ACIDS CLAIM

Bekir Alper DEMİR

Namık Kemal University
Graduate School of Natural and Applied Sciences
Department of Food Engineering

Supervisor : Assoc. Professor Murat TAŞAN

In this study, labeled “*trans* fatty acid-free” declaration of *trans* fatty acids in the proportions of certain food groups of the Turkish Food Codex food labeling and nutrition labeling rules in terms of compliance were examined according to communique. There were stated the *trans* isomers structures, specifications, factors to be formed and applicable alternative methods to prevent to come into being *trans* isomers which are getting increasing importance for human nutrition in nowadays. Several food groups which are frequently consuming and existing considerable shortening (industrial fatty) were formed in additional to margarine groups which are shown as main source of *trans* fatty acids. Food groups as the cakes (8 pieces), biscuits (8 pieces), margarines (8 pieces) and chips (5 pieces) of the sample to be analyzed 29 different brands. Capillar gas-liquid chromatography method for the assessment was made of the fatty acid composition. In the study, *trans* oleic acid (C_{18:1}), *trans* linoleic acid (C_{18:2}), *trans* linolenic acid (C_{18:3}) and total *trans* fatty acid content was determined. According to the results, total *trans* fatty acid contents were found in the cakes, biscuits, margarines and chips varies between %0.17 to 0.92; %0.11-0.46; %0.19-0.79 and %0.26-1.21. Except one of the examples in the samples examined, expect for *trans* fatty acid contents were verified to be appropriate in the circumstances notification.

Keywords : *Trans* fatty acids, labeling, cake, margarine, biscuit, chips

2011, 64 pages

TEŐEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim sırasında bana her türlü bilgi ve yardımı sağlayan değerli bölüm hocalarıma, saygıdeğer hocam Bölüm Başkanımız Prof. Dr. Mehmet Demirci'ye, araştırma konusunun seçiminden çalışmanın sonuna kadar yardımları ve hoşgörüsüyle her türlü desteği sağlayan danışmanım Sayın Doç. Dr. Murat Taşan'a ve çalışmamın gerçekleşmesinde emeği geçen herkese teşekkürlerimi sunarım. Çalışmalarım süresince sabır ve hoşgörüsüyle beni motive eden eşim Dilek Demir başta olmak üzere manevi desteklerini esirgemeyen ailemin tüm fertlerine ve mesai arkadaşlarıma sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Bekir Alper DEMİR

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT	ii
ÖNSÖZ	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3.TRANS İZOMERLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ.....	19
4.TRANS İZOMERLERİN OLUŞUMUNA NEDEN OLAN BAŞLICA ETKENLER VE UYGULANABİLECEK ALTERNATİF METOTLAR	23
4.1. Hidrojenasyon İşlemi.....	23
4.2. Biyohidrojenasyon Süreci.....	25
4.3. Deodorizasyon İşlemi	26
4.4. Diğer Proseslerin Etkileri	27
4.5. Gıda Ürünlerinde <i>Trans</i> Yağ Asidi Oluşumunu Önlemek İçin Uygulanabilecek Alternatif Metotlar	27
5. GIDA ÜRÜNLERİNDEKİ TRANS YAĞ ASİTLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ.....	31
6. MATERYAL VE YÖNTEM.....	35
6.1. Materyal.....	35
6.2.Yöntem.....	35
6.2.1. Seçilen gıda maddelerinden yağların ekstraksiyonu.....	35
6.2.2.Yağ asidi metil esterlerinin hazırlanması ile kapiller gaz-likit kromatografisine enjeksiyonu.....	36
7. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA.....	37
7.1. Kek Grubuna Ait Sonuçlar.....	37
7.2. Bisküvi Grubuna Ait Sonuçlar.....	41
7.3. Margarin Grubuna Ait Sonuçlar	45
7.4. Cips Grubuna Ait Sonuçlar.....	49
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53
9.KAYNAKLAR.....	56
ÖZGEÇMİŞ.....	64

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa No

Şekil 3.1. Geometrik izomeri kesitleri.....	19
Şekil 3.2. Doymuş yağ asidi kesiti.....	21
Şekil 3.3. <i>Trans</i> yağ asidi kesiti.....	21
Şekil 3.4. <i>Cis</i> yağ asidi kesiti.....	21
Şekil 7.1.1. Keklerin toplam <i>trans</i> yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	38
Şekil 7.1.2. Keklerin <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	38
Şekil 7.1.3. Keklerin <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	39
Şekil 7.1.4. Keklerin <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3}) asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	40
Şekil 7.2.1. Bisküvilerin toplam <i>trans</i> yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	42
Şekil 7.2.2. Bisküvilerin <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	43
Şekil 7.2.3. Bisküvilerin <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	43
Şekil 7.2.4. Bisküvilerin <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	44
Şekil 7.3.1. Margarinlerin toplam <i>trans</i> yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	46
Şekil 7.3.2. Margarinlerin <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	46
Şekil 7.3.3. Margarinlerin <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	47
Şekil 7.3.4. Margarinlerin <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	48
Şekil 7.4.1. Cipslerin toplam <i>trans</i> yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	50
Şekil 7.4.2. Cipslerin <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	50
Şekil 7.4.3. Cipslerin <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri.....	51
Şekil 7.4.4. Cipslerin <i>trans</i> linolenik asit miktarlarının markalara göre değişimleri.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 3.1. Yağların yapısında doğal olarak yer alan doymamış yağ asitleri, <i>trans</i> konfigürasyonları ile bunların oluşturdukları trigliseritlerin ergime ya da donma noktaları.....	20
Çizelge 7.1. Kek grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asidi bileşimleri ve <i>trans</i> yağ asidi içerikleri.....	37
Çizelge 7.2. Bisküvi grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asidi bileşimleri ve <i>trans</i> yağ asidi içerikleri	41
Çizelge 7.3. Margarin (paket) grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asidi bileşimleri ve <i>trans</i> yağ asidi içerikleri.....	45
Çizelge 7.4. Cips grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asidi bileşimleri ve <i>trans</i> yağ asidi içerikleri	49

1.GİRİŞ

Canlılığın devamı için en önemli yapıtaşı ve enerji kaynakları karbonhidrat, yağ ve proteinlerdir. Zira yaşayan organizmanın 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, yağda eriyen vitaminlerin emilmesini sağlaması, hücre membranlarının yapısında yer alması ve eikosanoid sentezinde de ön madde olarak fonksiyon göstermesi bakımından önemlidir (Mayes ve ark. 1993, Yiğit 2007). İnsan vücudunun biyolojik gereksinimleri için diyetle alınması zorunlu olan besin öğelerinden yağlar, yaşamsal etkinliklerin gerektirdiği enerjiyi büyük ölçüde sağlamalarının yanı sıra, özellikle temel yağ asitlerini de içermeleri nedeniyle, diyetimizin vazgeçilmez unsurudur (Karaali 1997).

Fizyolojik olarak çok önemli olan yağların bütün bu fonksiyonlar yanında fazla alımı veya bazı yağ asitlerinin metabolizma üzerine olumsuz etkilere sahip olması nedeniyle alımının sınırlı düzeyde tutulması gerekmektedir. Yağların aşırı miktarlarda alımı obezite gibi hastalıklara neden olurken, özellikle *trans* yağ asitlerinin yüksek düzeylerde alınması koroner kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır. Tüketilen yağların doymuş ve doymamış yağ asidi içerikleriyle bunların kandaki kolesterol düzeyi üzerine etkileri bilinmektedir. Buna göre doymuş yağ asitleri kanda kolesterol düzeyinin yükselmesine neden olurken, doymamış yağ asitlerinin bu riski azalttığı belirlenmiştir. Son yapılan çalışmalara göre *trans* yağ asitleri de doymuş yağ asitlerinde olduğu gibi kolesterol düzeyini artırıcı etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ayrıca *trans* yağ asitlerinin LDL kolesterol düzeyini artırmanın yanında HDL kolesterol düzeyini düşürdüğü ve LDL/HDL oranını da yükselttiğinden kardiyovasküler kalp hastalıkları riskini ciddi bir oranda artırmaktadır (Kayahan 2003). Aynı zamanda, *trans* yağ asitlerinin Δ -6-desaturaz enzimini inhibe ederek, esansiyel yağ asitleri metabolizmasını etkilediği de belirtilmektedir. İlave olarak, *trans* yağ asitleri alımı ile bazı kanser türleri oluşum dereceleri arasında önemli ilişkiler bulunduğu da bildirilmektedir (Innis ve ark. 1999). *Trans* yağ asitlerinin bazı araştırmalarda tip 2 diyabetlerini ilerlettiğine dair bir ilişki olduğu savunulmakta, çocuklarda ise alerji ve astım oluşumuna etkisi olduğu öne sürülse de henüz yeterli bilgi bulunmamaktadır (Taşan ve ark. 2007).

İnsan sağlığına olumsuz etkileri bilinen bir gerçek olarak karşımıza çıkan *trans* yağ asitleri, insan beslenmesinde her zaman yer almıştır. Ruminant hayvanların rumenlerinde, doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu sonucu doğal olarak az miktarlarda oluşmakta ve bu nedenle süt ve süt ürünleri ile diğer hayvansal yağlarda bulunmaktadır (Tavella ve ark. 2000, Martin ve ark. 2005). Diğer taraftan, bitkisel sıvı yağların rafinasyonunda, deodorizasyon aşamasının özellikle sıcaklık ve süresine bağlı olarak, yağ asiti bileşimi etkilenmekte ve bu yağlarda az miktarlarda *trans* yağ asitleri oluşabilmektedir (Taşan ve Demirci 2003, Taşan ve Geçgel 2008). Buna karşılık, *trans* yağ asiti içeriği yüksek yağların büyük çaplı ticari üretimleri, gelişen margarin endüstrisiyle başlamıştır. Çünkü margarin ve şortening formülasyonlarında yer alan kısmi hidrojenize yağların üretimi süresince, doymamış yağ asitlerinin *trans* izomerleri meydana gelmektedir. Dolayısıyla, *trans* yağ asitleri günümüz insan beslenmesinde geniş çaplı yer alır hale gelmiştir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Yapısında margarin ya da hidrojenize bitkisel yağlar bulunan hazır gıdalar çeşitli toplumlarda fazlaca tketelebilmektedir. 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 kullanılarak elde edilmiş yağları önemli miktarlarda içeren snack (tatlı, çerez vb.) ve fast food ürünleri (cips, hamburger, pizza vb.) benzer diğer ürünler çocuklar ve gençler tarafından yüksek oranlarda tketylmektedir (Enig ve ark. 1995). Bu nedenle endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asidi alımının tamamen engellenmesi ve/veya belirli düzeyler altında tutulması gerekmektedir. Bu amacın sağlanabilmesi ancak alınan gıdalardaki *trans* yağ asidi düzeylerinin belirlenmesi ile mümkün olabilmektedir (Zock ve Katan 1997).

Gıda-Tarım rgt (FAO) ve Dünya Sağlık rgt (WHO) tarafından gıda proseslerinin *trans* yağ asidi oluşumunu azaltacak yönde uygulanması konusunda tavsiyeler yapılmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri, Gıda ve İlaç Kurumu (FDA), bütün gıda maddeleri etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulmasıyla ilgili kriterleri açıklamıştır. Bu yeni kriterler, etiket içeriğinde *trans* yağ asiti miktarının belirtilmesi zorunluluğu 1 Ocak 2006'dan itibaren yasal olarak getirmiştir. Buna göre, ürünün porsiyonunda *trans* yağ asidi içeriğinin 0,5 g değerini aşması halinde ürün etiketinde ifade edilmesi zorunludur. 0,5 gramın altında

olması halinde “*trans* yağ asidi içermemektedir” terimi kullanılabilir. Bunlara ek olarak, ürünün porsiyonunda *trans* yağ asidi ile birlikte doymuş yağ asidi miktarları 4 gramdan fazla olduğu takdirde sağlıkla ilgili (sodyum, kalsiyum, hipertansiyon vb.) bilgiler etikette verilemeyecektir. Endüstriyel olarak ve rumen hidrojenasyonu neticesinde oluşan *trans* yağ asidi arasında herhangi bir ayırım yapılmamaktadır (Taşan ve Geçgel 2008). Ayrıca *trans* yağ asidi miktarının mümkün olduğunca düşük olmasının gerektiğini tüketicilere tavsiye etmektedir. Bu nedenle, pek çok gıda sanayii kuruluşu da *trans* yağ asidi miktarı düşürülmüş gıdaları üretmeye yönelik yeni alternatif seçenekler üzerinde çalışmaktadırlar (Bensadoun 2003).

Gıdalarda *trans* yağ asitleri miktarlarının azaltılması veya tamamen kaldırılması yönündeki baskılar neticesinde gıda üreticileri gıda etiketlerinde “hidrojenize yağ” terimini kullanmaktan dahi çekinmektedir. Gıda üreticileri sadece besinsel talepleri karşılama değil, aynı zamanda *trans* içermeyen ürünlerin fonksiyonel performanslarının (fiziksel, kimyasal ve tekstürel vb. özellikler) korunması zorluklarıyla karşı karşıya kalmaktadır (Wassell ve Young 2007).

Ülkemizde içeriğinde *trans* yağ asitleri bulunan gıda ürünleri ile ilgili olarak, Türk Gıda Kodeksi “gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde 2007 yılında yapılan değişiklikle (Tebliğ No: 40)” bir takım düzenlemelere gidilmiş ve besin öğeleri ile ilgili beyan tablosunda “*trans* yağ asidi içermez” ifadesinin yer alabilmesi için *trans* yağ asidinin üründeki toplam yağın 100g’ında 1g’den az olması koşulu getirilmiştir (Anonim 2007a). Ayrıca tebliğde doğal yapıları nedeniyle et, süt ve bunların ürünlerini içeren gıdalardaki *trans* yağ asidi miktarının hesaplanmasında konjuge çoklu doymamış yağ asitlerinin hesaba dâhil edilmeyeceği de ifade edilmiştir. Birçok firma bu konuda etiket bilgilerinde düzenlemeye gitmekle birlikte ürünün toplam yağındaki *trans* yağ asidi oranını %1’in altına indirdiklerini de etiketlerinde beyan etmektedirler.

Bu çalışmada, etiketlerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan bazı endüstriyel gıda gruplarındaki *trans* yağ asidi içeriklerinin Türk Gıda Kodeksi’nin “Gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde değişiklik yapılması hakkında tebliğ, No. 40” göre uygunluğu incelenmiştir. Ülkemizde gıda maddelerindeki *trans*

yağ asidi içeriklerinin beyan zorunluluğu ulusal gıda endüstrisine ve özellikle de bitkisel yağ sektörüne etkili olmaktadır. Aynı zamanda tüketicilerin bilgilendirilmeleri veya bilinçlenmeleri de gıda endüstrisinde yeni dönüşümleri gerekli kılmaktadır. Gıda endüstrisi *trans* yağ asitlerinin başlıca kaynağı olan hidrojenizasyon tekniğinden hızla uzaklaşmakta veya bu tekniğin parametrelerini değiştirmektedir. Bunun yanında, alternatif teknikler veya yeni yağ kaynakları sektörde değerlendirilmektedir. Bu çalışma, son yasal düzenlemelerin gıda endüstrisine etkilerinin anlaşılmasında bir kesit sunmayı da amaçlamaktadır.

2. KAYNAK ÖZETLERİ

Gıda endüstrisi tarafından üretilen gıdaların etiketlerinin üzerinde *trans* yağ asitlerine ait miktarların belirtilme zorunluluğu tüketicilerin *trans* yağ asidi düşük gıdaları tercih etmesine neden olacaktır. Toplum bilinçlendiği zaman da firmalar, *trans* yağ asidi içermeyen gıdaları üretmeye başlayacaktır (Norris 2005). Bu durum özellikle Kuzey Avrupa ülkelerinde (Danimarka, İsveç vb.) günümüze değin yaşanan bir sürece sahiptir.

Etiketlerde *trans* yağ asitlerinin belirtilmesinin gerektiği üzerinde duran ilk ülkelerden birisi olan Kanada'da, gıda konusunda yasal düzenlemelerden sorumlu Kanada Sağlık Kurumu, Kanada Kalp ve Kriz Kuruluşu ile diğer sivil toplum kuruluşlarının da katılımıyla 1 Ocak 2003 yılından itibaren "Beslenme Gerçekleri Tablosu" adı altında tüm gıdalarda etiket üzerinde 13 adet anahtar besin ögesine ait miktarları içermesini zorunlu kılan çalışmaları başlatmıştır. Bu çalışmaların amacı, Kanada'da endüstriyel olarak satın alınan gıdalarda bulunan *trans* yağ asidi miktarını mümkün olduğunca düşürebilmektir. Üreticiler bu düzenlemelere 31 Aralık 2005'ten itibaren uymak zorundadır (Norris 2005, Stender ve Dyerberg 2003). Bu düzenlemelere göre büyük üreticiler için 2005 yılı, küçük üreticiler için 2007 yılı itibariyle, toplam yağ, doymuş yağ asidi ve *trans* yağ asidi oranlarını bildirme zorunluluğu getirmiştir. Buna göre, Kanada'da *trans* yağ asidi içeriği 0,2 g/porsiyon değerini aşması halinde ürün etiketinde ifade edilmesi gerekmektedir. (Anonim 2003, Taşan ve Geçgel 2008).

Danimarka'da ise *trans* yağ asitlerine ait ilk çalışmalar, Willet ve ark. (1993)'nın Lancet'te yayımladıkları bir makalede *trans* yağ asitleri alımı ile koroner kalp hastalıkları (CHD) riski arasındaki ilişkiyi göstermeleriyle başlamıştır. Danimarka Beslenme Konseyi (DNC) bu makaleden sonra acil olarak bir toplantı düzenlemiş ve bu toplantı medyada "Margarinlerdeki Tehlikeler Üzerine Acil Toplantı" başlığında haber yapılmıştır. Toplantıda *trans* yağ asitlerinin sağlığa olan etkilerini araştırmak üzere bir çalışma grubu oluşturulması kararlaştırılmıştır. Bunun sonucunda, Danimarka Beslenme Konseyi, gıda etiketlerinde toplam *trans* yağ asidi miktarının verilmesi yönündeki sıkı yasal düzenlemeleri 2003 yılından

itibaren hayata geçirmiştir. Buna göre, 100g'ı içerisinde 2g'dan daha çok *trans* yağ asidi içeren yağların (veya yağ gıda ingrediyesi olarak kullanıldığında en çok 5g *trans* yağ asidi/100g) kullanımı yasaklanmıştır (Stender ve ark. 2006, Wijesundera ve ark. 2007). Ancak bu sınırlama doğal olarak bünyesinde *trans* yağ asidi bulunduran hayvansal yağlara uygulanmamaktadır. Danimarka Beslenme Konseyi, endüstriyel olarak ortaya çıkan *trans* yağ asidi içeren yağların gıdalarda kullanılmaması ve bu yağ asitlerinin bir an önce ortadan kaldırılması önerisine, Avrupa Birliği'ne üye ülkelerde bu konu hakkında farklı görüşler ortaya çıkmıştır. Bazı üye ülkelerde mümkün olabildiği kadar çok kısıtlamaya gidilmesi, diğer bazı üye ülkelerde ise sağlık problemlerine sebep olan bu yağ asitlerinin beslenmedeki varlığı hakkında bir görüş bulunmamaktadır. Çeşitli üye ülkelerde Avrupa Birliği düzeyinde bu konunun tartışılması gerektiği de düşünülmektedir (Anonim 2007b, Taşan ve Geçgel 2008).

Stender ve ark. (2006) çalışmalarında, Danimarka'daki gıdalarda endüstriyel işlemler neticesinde ortaya çıkan *trans* yağ asitlerine getirilen yasal düzenlemelerle *trans* yağ asidi alımının düşürüldüğünü bildirmişlerdir. WHO dâhil olmak üzere çeşitli kamusal sağlık kuruluşları endüstriyel olarak ortaya çıkan *trans* yağ asit tüketimini azaltmaya yönelik tavsiyelerde bulunmuştur. Yapılan bu tavsiyeler, *trans* yağ asidinin etikette belirtme zorunluluğu ve sosyal baskılar birçok ülkede *trans* yağ asit alımını azaltmıştır. Buna karşın, Danimarka'da 2003 yılında başlayan sıkı yasal düzenlemenin Avrupa Birliği bünyesindeki ticari işlemlerde çeşitli sorunlara neden olması sebebiyle, Avrupa Birliği Komisyonu 2005 yılında, mevcut uygulamadan vazgeçilmesi önerisine Danimarka'dan olumsuz yanıt gelmiştir. 2007 yılında ise, bu düzenleme komisyon tarafından da onaylanmıştır. Buna rağmen günümüzde Norveç ve İsveç'i kapsayan birkaç ülkede endüstriyel olarak ortaya çıkan *trans* yağ asit alımı yüksek konsantrasyonlarda bulunmaya devam etmektedir.

Leth ve ark. (2006) çalışmalarında, Danimarka'daki gıdaların *trans* yağ asidi içeriklerindeki düzenlemelerin etkisi üzerine yaptığı araştırmada, son 30 yıldan beri Danimarka'da gıdalarda *trans* yağ asidi içeriklerinin takip edildiğini belirtmişlerdir. Danimarka'da gerçekleştirilen düzenlemelerin etkisini; 2003 yılında 253 örnek, 2005 yılında ise 148 örnek üzerinde geniş bir aralıkta incelemişler ve araştırma sonuçlarına göre gıdalardaki *trans* yağ asidi içeriğinin düşürüldüğü belirlenmiştir. Danimarka Beslenme Kurumu, gıda üretimlerinde endüstriyel

kaynaklı *trans* yağ asitlerini içeren yağların kullanılmamasını ve bu yağ asitlerini içeren gıdalardaki oranlarını kademe kademe düşürülmesini önermektedir (Stender ve Dyreberg 2003).

Avrupa Birliği'nde doymuş yağ asidi tüketimi Kanada'dakinden daha fazla miktarda olsa da, *trans* yağ asidi tüketimi belirgin bir şekilde Kanada'dakinden daha azdır. Hollanda'da toplumun *trans* yağ asitlerinin sağlığa olan zararları hakkında bilinçli olmasından dolayı *trans* yağ asidi alım miktarı kendiliğinden düşmüştür. Bu ülkede sofraya tipi sert margarinde bulunan *trans* yağ asidi miktarı 1980'lerde %50'den fazla iken şu an %2'den bile daha azdır (Norris 2005).

Avustralya Kalp Kurumu, *trans* yağ asidi ve doymuş yağ asidi toplam miktarlarının toplam enerji alımına %8'den daha çok katkı sağlamaması gerektiği önerisinde bulunurken, bu ülkede *trans* yağ asitleri ile ilgili bir düzenleme bulunmamaktadır (Wijesundera ve ark. 2007).

FDA, gıda maddeleri etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulmasıyla ilgili kriterleri belirleyerek *trans* yağ asidi miktarının belirtilmesi zorunluluğunu 1 Ocak 2006 yılından itibaren yasal olarak getirmiştir. Buna göre, ürünün porsiyonunda *trans* yağ asidi içeriği 0,5 g değerini aşması halinde ürün etiketinde ifade edilmesi zorunludur. Ayrıca bu değer porsiyonda 0,5 g'ın altında olması halinde "*trans* yağ içermemektedir" terimi kullanılabilir. Bunlara ek olarak, ürünün porsiyonunda *trans* yağ asidi ile birlikte doymuş yağ asidi miktarı 4 g'dan fazla olduğu takdirde sağlıkla ilgili (sodyum, kalsiyum, hipertansiyon vb.) bilgiler etikette verilmeyecektir. Endüstriyel olarak *trans* yağ asidi arasında herhangi bir ayırım yapılmamıştır (Anonim 2007b, Taşan ve Geçgel 2008).

2006 yılında Amerikan Kalp Örgütü *trans* yağ tüketim miktarı olarak günlük alınan kalori miktarının %1'den az olacak şekilde sınırlama getirmiştir. Günde 1800 kcal alan bir insan için 18 kcal *trans* yağ sınırlaması ortaya çıkmaktadır. Bu miktar 2 g *trans* yağa eşit olmaktadır. Gıda ve İlaç Kurumu bu miktarı doğru bir şekilde belirlemek amacıyla bilinçli bir tüketici olarak ürün etiketlerinin incelenmesi tavsiyesinde bulunmaktadır. Ürünün 0,5 g ın üzerinde *trans* yağ asidi içermesi durumunda etikette bu bilgi belirtilmelidir. Böylece kısmi hidrojenize

yağ içeren ürünlerin çok azında "*trans* yağ içermez" ifadesinin bulunduğu görülür. Bilinçli etiket okuma ve uygun tüketim miktarı ile *trans* yağ alımı en az seviyede tutulabilir (Marcason 2006).

Beninca ve ark. (2009) Brezilya'da yaptıkları bir araştırmada, marketlerde satışı sunulan margarinlerdeki *trans* yağ asidi içeriği, etiketleme düzenlemeleri ve bununla ilgili tüketici bilgilerini incelemiştir. 8 farklı şirketin ürettiği 46 farklı markada yapılan incelemede; üreticilerin %50'sinde ürünlerin ise %13'ünde Brezilya'daki etiketleme düzenlemelerinin ihlal edildiği tespit edilmiştir. Yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi dikkate alınarak katagorize edilmiş olan 200 müşterinin *trans* yağ asidi ve beslenme beyanı konusundaki bilgilerine göre değerlendirme yapılmıştır. Tüketicilerin yaklaşık %33'ünün *trans* yağ asidinin insan sağlığına zararlı etkisi konusunda bilgisinin olmadığı ve eğitim düzeyi yüksek kişilerin ise *trans* yağ asidi alımının koroner kalp hastalıklarına neden olduğu için beslenme beyanlarını okudukları anlaşılmıştır.

Gagliardi ve ark. (2009), sıfır *trans* yağ asidi içerikli olduğu ifade edilen gıdalar üzerine bir araştırma yapmışlardır. Brezilya'da satılan bu gıdaların yağ asidi kompozisyonunu değerlendirmişler ve *trans* yağ asidi düşürüldükten sonra doymuş yağ tüketimi karşılamışlardır. Endüstriyel gıdalardan; margarin, bisküvi, patates kızartması ile ticari noktalardan satın alınan ve içinde *trans* yağ içermediği beyan edilen burgerler gaz kromatografisi ile analiz edilmiştir. *Trans* yağ asidi içeriğinin düşürülmesine rağmen analiz edilen gıdaların geniş konsantrasyonda doymuş yağ, çoğunlukla palmitik asit içerdiği tespit edilmiştir. Sağlığa zararlı olabileceği düşünülen gıdaların sınırsız bir şekilde tüketilmesi doğru olmadığı ve etiketlerinde *trans* yağ yoktur beyanının o gıdaların sınırsız tüketileceği anlamını taşımadığı belirtilmiştir.

Castro ve ark. (2009) tarafından Brezilya'nın Sao Paulo şehrinde yapılan bir araştırmada, bireylerin 24 saat içinde almış oldukları gıdalar, yaş ve cinsiyetlerine göre değerlendirilmiştir. En yüksek *trans* yağ asidi alımının 7,4 g/gün seviyesi ile gençlerin olduğu belirlenmiştir. Yetişkin ve yaşlı kadınlar arasındaki ortalama *trans* yağ asidi alımı aynı yaş grubundaki erkeklerden daha yüksek çıkmıştır. Genel olarak ortalama *trans* yağ asidi alımı 5 g/gün çıkan

değerin WHO'nun tavsiye ettiği değer üzerinde olduğu belirlenmiştir.

Martin ve ark. (2005) Brezilya'daki çalışmalarında, kremalı bisküvilerdeki toplam *trans* yağ asidi içeriğinin %12,2–31,2 arasında olduğunu tespit etmiştir. Sonuçlar *trans* C_{18:1}, %8,8–28,3; *trans* C_{18:2} %0,0–0,15; *trans* C_{18:3} %0,0–0,75 arasındadır. Bu sonuçlar Brezilya'daki kremalı bisküvilerin yüksek *trans* yağ asidine sahip olduğunu göstermektedir.

Triantafillou ve ark. (2003), Yunanistan menşeyli margarinlerde *trans* yağ asitlerini inceledikleri çalışmalarında, doymuş, *cis* mono doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri sırasıyla; %24-53,3; %15,5-50,3 ve *trans* yağ asitleri miktarı da %0,1-19 arasında olduğu belirlenmiştir.

Vicaria ve ark. (2003) İspanya kaynaklı kek ve fırıncılık ürünlerindeki yağ asitlerinin belirlenmesi üzerine yaptıkları araştırmada, 39 farklı marka kek ve fırıncılık ürünü incelemiş ve %49,43 doymamış yağ asidi, %32,87 tekli doymamış yağ asidi, %12,48 çoklu doymamış yağ asidi, %5,20 toplam *trans* yağ asidi belirlenmiştir. Çalışmada başka *trans* izomer olarak *trans* C_{18:1} bulunmuştur (ortalama %4,04). Sonuçlara göre sadece birkaç örnekte esas yağ kaynağı olarak kısmi hidrojene yağ kullanıldığı anlaşılmıştır.

Par Cerisa ve ark. (1999) çalışmalarında, İspanya'da en çok satılan endüstriyel fırıncılık ürünlerinde %5,7 *trans* C_{18:1} yağ asidini belirlemişlerdir. İspanya kaynaklı başka bir çalışmada (Fernandez 2000) hazır yiyeceklerdeki (fast food ve snack food) toplam *trans* yağ asidi miktarının %0,1 ile %46 arasında değiştiği, kısmi hidrojene yağlarla hazırlanmış bazı gıdalarda belirlenen *trans* yağ asidinin elaidik asit olduğudur. Bu sonucun kızartma ya da pişirme prosesinden değil de hidrojenasyon kaynaklı *trans* oluşumu olduğu ifade edilmiştir.

Huang ve ark. (2006), Afrika ve Amerika toplumundaki çeşitli gıdalardaki *trans* yağ asidi miktarları üzerine yaptıkları araştırma sonucunda margarinlerin %19,13 gibi yüksek düzeyde *trans* yağ asidi içerdiği anlaşılmıştır. Kraker, kek, tereyağı, tavuk, köfte ve bisküvilerde %0,51-%1,77 aralığında *trans* yağ asidi belirlenmiştir. Tüm kızartılmış gıdalar ve fırınlanmış gıdalarda ise %2,07-10,30 olarak belirlenmiştir. En önemli *trans* yağ asidi olarak *trans* oleik

asit (C_{18:1}) tespit edilmiş ve diğer *trans* yağ asidi çeşidi olarak *trans* linoleik asit (C_{18:2}), *trans* (19:1) ve *trans* palmitoleik asit (16:1) bulunmuştur.

Tavella ve ark. (2000) tarafından Arjantin’de yapılan çalışmada bisküvi, kraker, margarin, tereyağı, dilimlenmiş ekmeğe, mayonez ve patates cipsleri incelenmiştir. Mayonez ve bitkisel sıvı yağla hazırlanmış patates cipsleri hariç tüm gıdaların *trans* yağ asidi içerdikleri belirlenmiştir. Toplam katı yağ miktarı ağırlık yüzdesi ve elaidik asit seviyesi bu gıdalarda; dilimlenmiş ekmekte %2,8 ve %8,2; bisküvide ve krakerlerde %12,3 ve %10,5; margarinde %71,0 ve %27,5, tereyağında %85,0 ve %4,63; mayonezde %32,0 ve %0; patates cipsinde %35 ve %0; cips ve peynir aromalı çubuklarda %38 ve %6,0 belirlenmiştir. *Trans* yağ asidi içerikleri ise dilimlenmiş ekmeğe, kraker ve çerezlerde sırasıyla %2,35-27,7; %2,85-28,95 ve %0-10,58 arasında olduğu ifade edilmiştir.

Zagarska ve Barejza (2001)’nın Polonya’da kaynaklı çalışmasında; cipsler, pastalar ve dondurma için yağ asidi bileşimlerini incelemiştir. On çeşit cipsin altısının %10’den daha fazla (%10,3–17,3), diğer dördünün ise %0,5’ten daha az *trans* C_{18:1} içerdiği saptanmıştır. Keklerin ise %1,49–41,44 arasında değişim gösterdiği (dört marka kek %5,0’dan daha az) *trans* C_{18:1} içerdiği; dondurmaların altı çeşitinin içermediği, iki tipin %4,0; geri kalanının ise %11,3 ve %19,4 *trans* C_{18:1} içerdiği ifade edilmiştir.

Sharp (2001), 20 farklı markalı endüstriyel bisküvide içerdikleri yağ orjinlerini incelediği çalışmasında, sadece bir markanın üretiminde hidrojene yağlar kullanıldığı ve bunun sonucu olarak %6,5 *trans* oleik asit içerdiği bulunmuştur. Kandhro ve ark. (2008) Pakistan’daki bisküvilerin *trans* yağ asitlerini % 9,3-34,9 arasında olmak üzere yüksek miktarda bulmuşlardır.

Laloux ve ark. (2007) Fransa’da *trans* yağ asidi alım seviyeleri ve gıdalardaki *trans* yağ asidi içeriği üzerine yaptığı bir araştırmada; kadınlarda 2,76g/gün, erkeklerde 3,36 g/gün arasında bulunmuştur. Çıkan bu sonucun önceden tahmin edilen seviyenin üzerinde olduğu görülmüştür.

Avustralya’daki gıdalarda bulunan endüstriyel kaynaklı *trans* yağlar üzerine yapılan bir

araştırmada, satış noktalarından örnekler seçilmiş ve incelemeler sonucunda en yüksek değer 6,3 g/100g ev tipi şorteninglerin olduğu bulunmuştur. Süpermarketlerden alınan kızartılmış patates cipsleri ve dondurulmuş patates kızartmalarındaki *trans* yağ asidi değerinin daha düşük olduğu (yaklaşık 0,1-0,2 g/100g) tespit edilmiştir (Wijesundera ve ark 2007).

Aro ve ark. (1998a) günlük yağ alım miktarını %95'ini karşılayan gıda maddelerinde *trans* yağ asidi miktarlarının belirlenmesine dair 14 Avrupa ülkesinde bir çalışma yürütmüştür. Fast food tarzı toplu tüketim yerlerindeki kızarmış patates gibi ürünler toplam *trans* yağ içeriği %12-35, bitkisel sıvı yağlarda kızartılan ürünler için % 0,5-7; kroketler için %27-34 bulunmuştur.

Matsuzaki ve ark. (2002) tarafından 11 ülkedeki (Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Macaristan, Japonya, Norveç, Polonya, İsveç, ABD) margarinlerin içerdii *trans* yağ asidi üzerine yapılan bir araştırmada; drink tipi margarinler için Avusturya, Finlandiya, Macaristan, İsveç'teki margarinlerde *trans* yağ asidinin %3'ten az olduğu bildirilmiştir. Çek Cumhuriyeti ve Danimarka iki grup şeklinde sınıflandırılmış; 1.grup %2'den az iken diğerleri Japonya, Norveç, Polonya ve ABD nin içinde yer aldığı 2. grubun % 20'den fazla *trans* yağ asidi içerdii belirtilmiştir. Tüp margarinlerde ise; Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Macaristan ve İsveç' te %3'ün üstünde Japonya, Norveç, Polonya ve ABD'de %13-16 aralığında yüksek değerde bulunmuştur.

Stender ve ark. (2006)'nın ruminant kaynaklı ve endüstriyel işlemler sonucu oluşan *trans* yağ asidinin sağlıkla ilgili yönleri üzerine yaptıkları araştırmalarında, gıdalardaki *trans* konfirigasyonunun iki şekilde oluştuğunu bildirmişlerdir. Bunlar endüstriyel işlemler sonucu oluşan *trans* yağ asitleri (kızartılmış yağ, margarin, spread ve unlu mamuller vb) ile ruminant kaynaklı *trans* yağ asitleri (et ve süt ürünleri) dir. Batı Avrupa'da ve İskandinav ülkelerinde, endüstriyel işlemler sonucu oluşan *trans* yağ asidi alımının son on yılda getirilen yasal düzenlemeler ve sosyal baskılar sonucu düştüğü ancak ruminant kaynaklı *trans* yağ asidi alımının aynı seviyede olduğu ifade edilir.

Dionisi ve ark. (2002)' nin süt ve ürünleri için yaptığı çalışmalarda sütte doğal olarak bulunan

trans yağ asitlerinin bebek maması formülasyonlarında da yer aldığını bu nedenle sütlerde de *trans* yağ asidi miktarına dikkat edilmesi gerektiğini vurgulamıştır.

Wagner ve ark. (2000), toplam *trans* yağ asidi içeriğinin hazır yiyeceklerde ortalama %5,9; sürülebilir çikolatalarda %4,9 ve cipslerde %2,9 olduğunu belirlenmiştir. Steinhart ve Pfalzgraf (1994), *trans* yağ asidi miktarlarını şortening, kek, cips, kızartılmış patateslerde sırasıyla %0,1–31,8; %0,0–15,5; %0,1–20,2; %5,8–32,8 olduğunu bildirmektedir.

Ovesen ve ark. (1996) çalışmalarında, hidrojene bitkisel ve deniz ürünleri yağlarına ait *trans* yağların hem kolesterolü hem de kalp damar sağlığını bozucu etkilere sahip olduğunu belirtmiştir. Danimarka’ daki *trans* C_{18:1} miktarlarının sert margarinlerde ortalama %4,2, şorteninglerde % 6,8 olduğu belirlenmiştir.

Ülkemizde üretilen cipslerin araştırıldığı çalışmada *trans* yağ asitlerinden C_{16:1t} (palmitelaidik asit), C_{18:1t} (elaidik asit), C_{18:2tt} (linolelaidik asit) ve C_{18:2tc} (*trans* 9-*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 %0,02–1,35 arasında olduğu görülmüştür (Yiğit 2007).

Çikolata ve çikolatalı gofretlerin incelendiği çalışmada *trans* yağ asitleri ise çikolatalarda %0,01-6,23, çikolatalı gofretlerde de %0,03-7,92 arasında dağılım göstermektedir (Çakmak 2007). Karabulut (2007), Türkiye’de tüketilen gıdalardaki yağ asidi bileşimleri üzerinde yaptıkları araştırmada et ürünleri, çikolatalar, unlu mamuller ve diğerleri olarak sınıflandırma yapılmıştır. Et ürünlerinde genellikle tavuk etinde ruminant aktiviteden kaynaklanan *trans* yağ asidi değerinin ortalama 1,45g/100g olduğu bulunmuştur. Kırmızı et ve tavuk döner kebaplarda konjuge linoleik asit içeriği diğer et ürünlerine göre daha yüksek bulunmuştur. Unlu mamullerde 0,9-17,77 g/100g, dondurma gibi süt bazlı hazır gıdalarda ise ortalama 0,79-1,50 g/100g *trans* yağ asidi olduğu bulunmuştur.

Yılmaz (2004) geleneksel Tekirdağ Köftesi yapımında yağ yerine kullanılan çavdar kepeğinin etkilerini araştırdığında, % 0, %5, %10, %15, % 20 oranında çavdar kepeği katılarak duyuusal

özellikleri de göz önünde bulundurulmuş olan köftelere ait toplam *trans* yağ asidi içerikleri sırasıyla %3,3; 3,2; 3,0; 2,7 ve 2,6'dır.

Yılmam (2005) ham soya yağına ait *trans* C_{18:1}, *trans* C_{18:2}, *trans* C_{18:3} ve toplam *trans* yağ asidi miktarını sırasıyla %0,01; %0,03; %0,06 ve %0,1 olarak tespit etmiştir.

Dağlıoğlu ve ark. (2000a)'nın bisküvi çeşitleri üzerine yaptığı çalışmada, *trans* yağ asidi miktarları, peti bür için, %1,9- 29; susamlı bisküvi için, %15-23,1; bebek bisküvisi için %3-30,5 olduğu görülmüştür. Bisküvi çeşitlerinin birbirinden farklı % yağ içeriğine sahip oldukları ve farklı oranlarda *trans* C_{18:1}, *trans* C_{18:2} ve *trans* C_{18:3} içerdikleri gözlenmiştir. Bu farklılığın bisküvi tipi, firma farklılığı ve en çok da üretimde farklı şorteninglerin kullanılmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır.

Dağlıoğlu ve ark. (2000b), hidrojene yağlar kullanılarak hazırlanan milföy hamurunda, mikrodalga ve klasik pişirme yöntemleriyle oksidasyon stabilitesi ve yağ asidi kompozisyonu üzerine etkilerinin araştırılmıştır. Sonuçlara göre *trans* C_{18:1} yağ asidinin %15,6–16,9 arasında değişim gösterdiği ve *trans* C_{18:2}'nin ise tüm örneklerde %0,9 değerinde olduğu belirlenmiştir.

Dağlıoğlu ve ark. (2002), ülkemize ait bazı gıdaların içerdiği *trans* yağ asidi içeriğine ait yaptıkları bir çalışmada ise, bulgur dışındaki tüm gıdaların %0,1 ile %31 arasında toplam *trans* yağ asidi içerdiği saptanmıştır. Bisküvi çeşitlerinde %1–30,5; gofret, mısır cipsi, kek, kraker, milföy hamuru ürünlerinde sırasıyla %21,8; %0,7; %4,6; %2,1; %2,1; %16,3 olduğu belirtilmiştir.

Çiftçioğlu (1997)'nin yaptığı çalışmada, natürel zeytinyağlarında *trans* C_{18:1} yağ asidi ortalama % 0,012 (% 0,01 ve 0,017) olarak belirlemiştir. Greyt ve ark. (1996), bitkisel yağlar üzerine yaptığı çalışmada, toplam *trans* yağ asit içeriğinin %0- %4,6 (ortalama % 1,1) arasında değiştiğini belirlemiştir.

Taşan ve ark. (2005) çalışmalarında, son yıllarda yapılan çalışmalarda bitkisel ham sıvı yağlarda ihmal edilebilir düzeyde *trans* yağ asitlerinin bulunduğunu, bu yağların rafinasyon

sırasında özellikle, deodorizasyon / buhar distilasyonu aşamasında *trans* yağ asidi miktarlarında artışlar olduğu, *trans* yağ asidi miktarları kimyasal rafinasyon yöntemi uygulanmış olan rafine sıvı yağlara göre fiziksel rafinasyon yöntemi uygulanmış rafine sıvı yağlarda daha fazla olduğu bildirilmiştir.

Trans yağ asidi tüketiminin %2-8'i süt ürünlerinden kaynaklanır. Keçi, koyun ve inek sütlerinden üretilmiş tereyağlarında 0,11-0,26 arasında değişen oranlarda *trans* yağ asidi belirlenmiştir (Sağdıç ve ark. 2004). Süt yağlarında *trans* yağ asidi doğal olarak bulunurken, yüksek sıcaklık uygulamalarının bu asitlerin düzeylerinde artışların olduğu bildirilmektedir (Precht ve ark. 1999).

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 asidi oranı %1-11 arasında değişim gösterir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994).

Trans yağ asitlerinin en önemli alım kaynağı kısmi hidrojenlenmiş yağlar kullanılan gıda ürünleri ve bunlarla hazırlanan fast food ürünlerdir (Aro ve ark. 1998b). Diyetteki *trans* yağ asitlerinin büyük kaynağı margarinler ve şorteninglerdir. Bu ürünlerdeki *trans* yağ asitleri *cis* formdaki doymamış bitki ve balık yağlarının hidrojenasyon sonucu kısmen doyurularak katı yağlar oluşturulması işlemi sırasında oluşmaktadır. Bu işlem, yağın katılığını ve fiziksel dayanıklılığını artırmak amacıyla uygulanmaktadır (Gurr 1996).

Aro ve ark. (1998b) çalışmalarında, yumuşak sürülebilir margarinlerde toplam *trans* yağ içeriğinin %0,1-17 olduğu, paket margarinlerde bu oranın %55'e kadar çıkabildiğini, hidrojenize balık yağında bu oranların %28-42'e kadar çıkabildiğini ifade ederler.

Tüketimde kullanılan yağların başlıca kaynağı margarin, tereyağı ve bitkisel yağlar gibi ürünlerdir. Margarinlerin çeşitli miktarlarda *trans* yağ asitlerini içerdiği bilinmektedir. Tereyağı gibi süt ürünleri de ruminant hayvanlardan elde edilen ürünler olduğu için düşük miktarlarda biyohidrojenasyon sonucu oluşmuş *trans* yağ asitlerini içermektedir (Van Erp-

Baart ve ark. 1998). Margarinlerin *trans* yağ asidi içerikleri çeşidine göre değişiklik göstermektedir. Margarindeki *trans* yağ asidi miktarı margarin formülasyonunda yer alan kısmi hidrojenize yağ oranı ve bu yağın *trans* yağ asidi içeriği belirlemektedir. Kısmi hidrojenize bitkisel yağları yüksek oranda içeren sert tip margarinlerin *trans* yağ asidi içerikleri yumuşak tip margarinlerden oldukça yüksek düzeylerde dir. Yumuşak margarinler daha az miktarda kısmi hidrojenize bitkisel yağ içermektedir. Hidrojenasyona alternatif olarak interesterifikasyon, fraksiyonizasyon ve çeşitli kombinasyonlar yapma gibi farklı yağ modifikasyon teknikleri kullanmak suretiyle üretilen yağlarda yumuşak margarin formülasyonlarında yer almaktadır. Kısmi hidrojenize yağlardan üretilen erime noktası yüksek olan sert tip margarinler ve şorteninglerin *trans* yağ asidi içerikleri oldukça yüksektir. Arıcı ve ark. (2002) yaptığı çalışmada ülkemize ait yumuşak tip margarinlerin *trans* yağ asidi içerikleri %0,8-8,9 arasında değiştiğini belirlemiştir.

Trans yağ asidi başlıca alım kaynağı sadece margarinler değildir. Kısmi hidrojenize yağlar kek, bisküvi, kurabiye, mayonez, cips, milföy hamuru, pizza, gofret ve benzeri birçok ürünün üretiminde ve derin yağda kızartılmış fast-food tipi gıdaların hazırlanmasında kullanılmaktadır. Bu ürünlerin yağ asitleri ve *trans* yağ asitleri içeriklerinde farklılıklar da söz konusu olmaktadır (Dağlıoğlu ve ark. 2002).

Hidrojenize yağlar fiziksel stabilitesi yüksek olması, maliyetinin düşük olması ve ürünün raf ömrünün daha uzun olması gibi alternatifleri sayesinde hazır gıda ürünlerinin üretiminde sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde hazır gıda ürünleri insanlar tarafından yaygın olarak tüketildiği için bu tür gıdalar günlük *trans* yağ asidi alımına önemli düzeylerde katkıda bulunabilmektedir. Özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar atıştırma ve fast food tarzı beslenme eğilimi göstermektedir. Bu nedenle hazır gıdalardaki *trans* yağ asidi seviyeleri araştırmacıların ilgisini çekmiştir ve birçok ülkede hazır gıdalar *trans* yağ asidi içerikleri yönünden incelenmiştir (Çağlav 2008).

Bitkisel yağlarda ise düşük miktarlarda *trans* yağ asidi bulunur ve deodorizasyon sırasında esas olarak *trans* C_{18:2} (linoleik asit) ve C_{18:3} (linolenik asit) izomerleri oluşmaktadır (Greyt ve ark. 1996). Tüketim dışı bitki tohumlarından bazılarının yağlarında yüksek miktarlarda *trans*

yağ asidi bulunmasına karşın insan beslenmesinde hemen hemen hiç yer almadıklarından dolayı beslenmeye etkileri söz konusu değildir. Bitkisel yağ kaynaklarından (yağlı tohum ve yağlı meyveler) elde edilen ve yemeklik bitkisel yağ olarak kullanılan yağların yağ asidi bileşimlerinde yer alan yağ asitlerinin tamamına yakını *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 asidi 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 olduğu belirlenmiştir.

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 asidi içeriği yüksektir (Taşan ve Demirci 2003).

Elios ve Innis (2002) hamilelerde *trans* yağ alımının belirlendiği çalışmalarında alınan enerjinin %28'inin yağlardan alındığını dikkate almışlardır. Fırıncılık ürünlerinin %33, fast foodların %12, ekmeğin %10, çerezlerin %10 ve margarin/shorteningler %8 *trans* yağ asidi içerdiği saptanmıştır.

Diyetle yüksek *trans* yağ asidi alımı anne sütünde daha çok *trans* yağ asidi salınımına neden olmaktadır. Yapılan araştırmalar anne sütü *trans* yağ asidi içeriğinin Kuzey Amerika'da daha yüksek *trans* yağ asidi tüketiminden dolayı Avrupa'ya göre daha yüksek olduğunu göstermiştir. Kanada'da anne sütü *trans* yağ asidi içeriği %7,2 bulunmuş, sütün *trans* yağ örüntüsü diyetle tüketilen kısmi hidrojene yağların *trans* yağ örüntüsüne benzer bulunmuştur. Amerika ve Kanada'da bazı kadınların sütlerinde *trans* yağ asidi içeriğinin %18'e kadar

çıkıldığı görülmüştür (Friesen ve Sheila 2006). Anne sütlerindeki *trans* yağ asitlerinin farklı miktarlarda ve çeşitlerde bulunmasına neden olarak tüketilen gıdalardaki farklı *trans* yağ asidi miktarları ve çeşitleridir. Özellikle kısmi hidrojenize edilmiş yağları içeren gıdaların etkisi söz konusudur. Genelde anne sütündeki *trans* yağ asidi içeriği takriben %2-5'dir (Larque ve ark. 2001).

Koletzko ve ark. (1988), Alman annelerinden laktasyonun 3. ve 4. aylarında alınan sütlerde sütlerde 7 farklı *trans* yağ asidinin bulunduğu ve C_{14:1}, C_{16:1}, C_{20:1} ve C_{18:2} asitlerinin *trans* izomerlerininin %0,5'ten daha az olduğu ifade edilmektedir. Bu çalışmada, toplam *trans* yağ asidininin %4,4 ve *trans* C_{18:1} miktarının %3,1 olduğunu belirtmiştir. Fransa'da anne sütü *trans* yağ asidi içeriği %1,9 bulunurken. İspanya'da ise sonuçlar anne sütünün %0,95 oranında *trans* yağ asidi içerdiğini göstermektedir. *Trans* yağ asitleri anne sütündeki yağ asitlerininin %2-5'ini, inek sütünde ise %2-11'ini oluşturmaktadır (Larque ve ark. 2001). Nijeryalı annelerin sütünde ise %1,2 düzeyinde belirlenmiştir. Bu çalışmada, dikkat çekilen en önemli konu, Nijeryalı annelerin kısmi hidrojene ve hayvansal yağ alımının düşük olduğudur (Koletzko 1991).

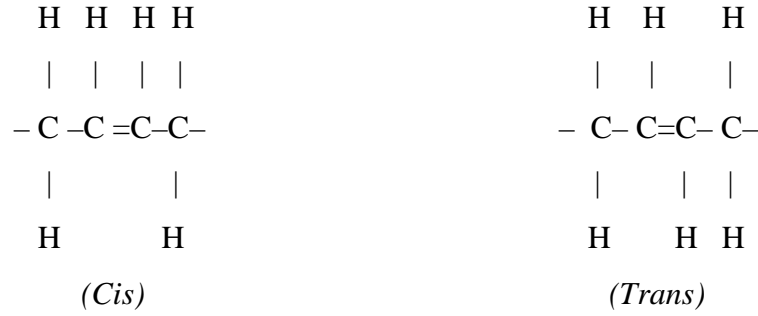
Ülkemizde mevzuatlarında *trans* yağ asidi ilk kez; Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Yemeklik Zeytinyağı ve Yemeklik Prina Yağı Hakkındaki Tebliğ'de görülmüştür. Bu tebliğde naturel zeytinyağları, rafine zeytinyağı, riviera zeytinyağı, rafine prina yağı ve karma prina yağlarında *trans* C_{18:1} ile (*trans* C_{18:2} + *trans* C_{18:3}) yağ asitleri toplamının bulunabileceği üst değerlere ait yasal sınırlamalar belirtilmiştir. Naturel zeytinyağlarına rafine yağların katılmasının belirlenmesinde bu değerler önem taşımaktadır (Anonim 1998).

2007 yılı içerisinde, ülkemizde içeriğinde *trans* yağ asitleri bulunan ürünler ile ilgili olarak, Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde yapılan değişiklikle (Anonim 2007b) bazı düzenlemelere gidilmiştir. Buna göre, besin öğeleri ile ilgili beyan tablosunda "*trans* yağ asidi içermez" ifadesinin yer alabilmesi için *trans* yağ asidinin üründeki toplam yağın 100g'ında 1g'dan az olması koşulu getirilmiştir. Birçok firma bu konuda etiket bilgilerinde düzenlemeye gitmekle birlikte, ürün toplam yağındaki *trans* yağ asidi oranını %1'in altına indirdiklerini de etiketlerinde beyan

etmektedirler. İlgili tebliğde doğal yapıları nedeniyle et, süt ve bunların ürünlerini içeren gıdalardaki *trans* yağ asidi miktarının hesaplanmasında, konjuge çoklu doymamış yağ asitlerinin hesaba dâhil edilmeyeceği de ifade edilmiştir.

3. TRANS İZOMERLERİN YAPISI VE ÖZELLİKLERİ

Bir organik bileşiği oluşturan atomları ve bunların oranlarını bilmek o bileşiği bilmek için yeterli değildir. Başka bir ifade ile organik bileşiğin kapalı formülü o bileşiği tam olarak belirtmez. Örneğin C₁₀H₂₂ bileşiği için 75 tane yapı formülü yazmak mümkündür. Yine başka bir örnek olarak C₄₀H₈₂ bileşiği için 62.491.178.805 tane farklı yapı formülü yazılabileceği hesaplanmıştır. Kuşkusuz bunların hepsi bilinmemektedir. Bu bileşiklerin molekül ağırlıkları ve kapalı formülleri aynı fakat molekül yapıları farklı bileşiklerdir. Bu bileşiklere izomer adı verilir (Linstromberg ve Uyar 1976). İzomerler aynı elementlerle aynı oranda belli bir konfigürasyonda düzenlenen iki veya daha fazla bileşeni ifade eder. İzomerlerde elementel kompozisyon aynı olmakla birlikte moleküler yapı farklıdır (Larque ve ark. 2001). Organik bileşiklere özgü olan izomeri terimi, kısaca “aynı kapalı formüllü bileşiklerin düzlemde veya üç boyutlu halde farklı molekül yapılarına sahip olması”dır. Yağ asitlerinde de, fiziksel ve kimyasal özellik farklılıklarına neden olan izomeri şekilleri söz konusudur. Doymamış yağ asitlerindeki izomeri çeşitleri yerel (pozisyonel) ve uzay (geometrik) ikiye ayrılmaktadır. 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 çıkar (Şekil 3.1). Pozisyon izomeri ise, molekül içinde çift bağların yer değiştirmesidir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005, Mensink ve Katan 1990).



Şekil 3.1. Geometrik izomeri kesitleri

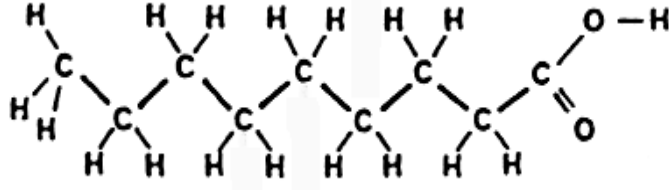
Doymamış yağ asitlerinde geometrik izomeriye bağlı olarak ortaya çıkan en yaygın izomeri şekli, *cis-trans* dönüşümüdür. Bunlardan *cis*-form doğal yapıda olup, tüm yağların yapısında yaygın olarak bulunur. Buna karşın daha çok teknolojik işlemler sonucu oluşan *trans* yağ asitleri, eldeki koşullara bağlı olarak yağlardaki varlığı belirlenemediğinden, eskiden yağlarda

doğal olarak bulunmadıkları kabul edilmiştir. Fakat daha sonra hassas analiz metodlarının geliştirilmeleri sonucu, çok düşük düzeyde de olsa, doğal yağlarda var oldukları belirlenmiştir. Doğada çoğunlukla çok düşük düzeyde bulunmalarına karşın, *trans* yağ asitleri yapısında yer aldıkları yağların ergime noktasını önemli derecede etkilerler (Kayahan 2002). Aslında, izomer bileşiklerin fiziksel, kimyasal ve biyokimyasal özellikleri farklılık gösterir. Erime noktası dışında, örneğin kaynama noktaları, yoğunlukları, ışığı kırmaları ve özellikle de kristal yapılarında farklılıklar vardır (Linstromberg ve Uyar 1976). *Trans* yağ asitlerinin ergime noktaları, *cis* formlarına kıyasla, Çizelge 3.1’de görüldüğü gibi, 20-30°C daha yüksektir (Kayahan 2002).

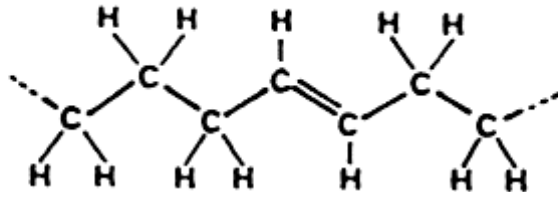
Çizelge 3.1. Bazı doymamış yağ asitleri ve *trans* konfigürasyonları ile oluşturdukları çeşitli trigliseritlerin erime noktaları (Kayahan 2002, Kaufmann 1958).

Yağ Asidinin Adı	Çift Bağ Yeri ve Konfigürasyonu	Ergime Noktası (°C)	Trigliseridin Adı	Ergime Noktası (°C)
Palmitoleik asit	9- <i>cis</i>	0-5	Tripalmitolein	-
Petroselik asit	6- <i>cis</i>	32-33	Tripetroselin	26,2
Petroselaidik a.	6- <i>trans</i>	-	Tripetroselaidin	50-52
Oleik asit	9- <i>cis</i>	13	Triolein	5,5
Elaidik asit	9- <i>trans</i>	43,7	Trielaidin	42
Vaksenik asit	11- <i>trans</i>	43-44	Trivaksenin	-
Linoleik asit	9, 12- <i>cis</i>	-5	Trilinolein	-13
Linolelaidik asit	9, 12- <i>trans</i>	28-29	Trilinolelaidin	-
Linolenik asit	9, 12, 15- <i>cis</i>	-11	Trilinolenin	-24,2
β-Eleostearik a.	9, 11, 13- <i>trans</i>	71-72	-	-
Erusik asit	13- <i>cis</i>	33,5	Trierusin	30

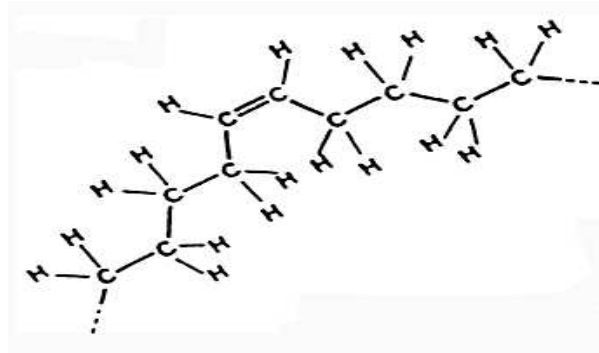
Trans yağ asitlerinin, özellikle kısmi hidrojenasyon yolu ile elde edilen katı yağların yapısında oldukça yüksek oranlarda buldukları bilinmektedir. Bu durum, *cis* formdaki yağ asitlerinin doyma tepkileri sırasında *trans*-formlarına dönüşmelerinden kaynaklanmaktadır. Özellikle sıvı yağları katılaştırmada yararlanılan hidrojenasyon tekniği, seçici ya da kısmi hidrojenasyon şeklinde uygulandığı zaman ortamda kalan yağ asitlerinin önemli bir kısmı *trans*-forma dönüşmüş olarak kalmaktadır (Kayahan 2002). *Cis* formu molekülde bükülmeye yol açarken, *trans* formu doymuş yağ asitlerinin düz zincirine benzerlik göstermektedir (Şekil 3.2, Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.2 Doymuş yağ asidi kesiti (Anonim 2006a)



Şekil 3.3 *Trans* yağ asidi kesiti (Anonim 2006a)



Şekil 3.4 *Cis* yağ asidi kesiti (Anonim 2006a)

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

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, açıl zinciri daha doğrusaldır. Böylece aynı sayıda karbon, hidrojen ve oksijen atomlarına sahip olan iki izomer, farklı üç boyutlu yapılaraya sahip olmaktadır. Bu durum, farklı fiziksel özelliklere sahip (örneğin erime noktası ve termodinamik stabilitesi daha yüksek) daha sert bir molekül oluşumuna yol açmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005, Larque ve ark. 2001). Örneğin; oleik asit (*cis*-C_{18:1} n-9) ve elaidik asit (*trans*-C_{18:1} 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°C, elaidik asidin 44 °C ve C₁₈ serisinden doymuş bir yağ asidi olan stearik asidin (C_{18:0}) erime noktası ise 70°C dir. Bu oldukça yüksek erime noktası, *trans* izomerlerini yarı-katı yağlar ve margarin/şortening üretimi için cazip hale getirmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

4. TRANS İZOMERLERİN OLUŞUMUNA NEDEN OLAN BAŞLICA ETKENLER VE UYGULANABİLECEK ALTERNATİF METOTLAR

4.1. Hidrojenasyon İşlemi

Hidrojenasyon, sıvı yağlardaki doymamış yağ asitlerinin çift bağlarını hidrojenle doyurma işlemidir (Kesim 1996). Yağın fiziksel ve kimyasal özelliklerinde oldukça değişikliğe neden olan bir yöntemdir. Özellikle yemeklik olarak kullanılacak katı yağlar için, doyurma işleminin kısmi olarak uygulanması, kalan doymamış bileşenlerin büyük ölçüde *trans* formda kalmasına neden olduğundan, sağlıklı bir yöntem olarak değerlendirilmesini engellemektedir (Kayahan 2002). Hidrojenasyon tepkimesinin gerçekleştirilebilmesi için gaz halindeki hidrojen sıvı haldeki yağ ve katı haldeki katalizör madde uygun sıcaklık ve basınçta bir araya getirilmektedir. Hidrojenasyon işlemi sırasında doymamış yağ asitlerinin doymamışlık derecesine göre hidrojenle tepkimeye girmesi beklenmektedir (Gümüskesen 1999).

Bitkisel yağlar iki amaçla hidrojenasyona tabii tutulur. Bunlardan birincisi çift bağların sayısını azaltmak, böylece oksidasyona duyarlılığı azaltmak ve duyuşal kalitesini artırmaktır. İkinci amaç ise, fiziksel özelliklerini değiştirerek ürünün kullanım alanlarını artırmaktır. Böylece hidrojenasyonla bitkisel yağlardan margarin, şortening, kaplama yağı, kızartma yağı gibi değişik amaçlı yağların üretilmesi sağlanır. Hidrojenasyon işlemi ile çift bağların bir kısmı yok edilir, diğer önemli bir kısmı da bu işlem sırasında *cis*, *trans* ve pozisyon izomerizasyonuna uğrar. Yağ asitlerinin bu kimyasal değişikliklerine bağlı olarak yağda iki önemli kalitede değişikliği ortaya çıkar. Bunlarda birincisi, yağın erime sıcaklığı yüksek derecelere çıkar, ikincisi ise yağın dayanıklılığı artar (Nas ve ark. 2001).

Hidrojenasyon sonucu oluşan *trans* yağ asitleri, bitkisel ve balık yağlarının dağınık yapıda olan *cis* yapıya göre daha arzu edilen, fiziksel özelliklere, tekstüre ve saklama koşulları ile sıkı ve sert bir yapıya kavuşmasını sağlar. Bununla birlikte, hidrojenasyon prosesi ile esansiyel yağ asitleri azalmakta veya yok olmakta, yeni ürünler de yapısal olarak, doymuş yağ asitlerine benzemektedir (Karabulut ve Turan 2006).

Hidrojenasyon işlemi o yağın kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özelliklerini değiştirerek çeşitli ürünlerin üretiminde kullanılmaya elverişli hale getirmektedir. Hidrojenasyon koşullarına (sıcaklık, karıştırma hızı, hidrojenasyon basıncı, katalist ve konsantrasyonu) ve yağın yağ asidi bileşimine bağlı olarak üç tip reaksiyon meydana gelebilmektedir. Hidrojen, *cis*-karbon-karbon çift bağına ilave edilip hidrojen ile doymuş hale getirilebilir. Örneğin; linoleik (*cis*, *cis*-C_{18:2} n-6) veya α -linolenik (*cis*, *cis*, *cis*-C_{18:3} n-3) asitlerin tam hidrojenasyonu stearik asidi (C_{18:0}) vermektedir. Böylece hiç çift bağ kalmamaktadır. Alternatif olarak, *cis* formu hidrojen almadan *trans* formuna izomerize olabilir. İlave olarak, çift bağın yağ asidi 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 asidi 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 (Kayahan 2003).

Trans yağ asitleri ayrıca bazı margarinlerin üretiminde, kızartma ve unlu mamullerde kullanılan yağlarda (endüstriyel yağlar) yüksek miktarda görülmektedir. Bunun nedeni de hidrojen varlığında yüksek basınç ve sıcaklıkta muamele edilen bitkisel yağların kısmi hidrojenasyona uğramasıdır (Anonim 2006b, Kahyaoğlu 2006). Örneğin elaidik asit (18 karbon atomu, 9. karbondan *trans* çift bağ) bu işlemde oluşmaktadır (Bensadoun 2003). Sıvı bitkisel yağlar, doğal olarak sadece eser miktarda *trans* yağ asidini bulundurmakta iken, bunların kısmi hidrojenasyona uğraması sonucu, doymamış yağların yüksek sıcaklıkta oksidasyon eğilimi düşmekte ve ticari olarak kullanılma ömrünü uzatmaktadır. Gıda üreticileri de bu nedenle, daha uzun raf ömrü ve oda sıcaklığında katı halde bulunan yağ ürünlerini üretmek için kısmi hidrojenasyona uğramış yağları tercih etmektedir (Semma 2002, Bensadoun 2003). Günümüzde *trans* yağ asit içermeyen katı yağ üretmek üzere sıvı yağların sıfır yada 1-2 iyot sayısına kadar doyurulması ve daha sonra elde edilen sert yağın sıvı yağlarla radikal göçü tepkimelerine sokularak, beslenme fizyolojisi koşullarına uygun nitelikte yağ üretme tekniklerinin geliştirilmiş olması, hidrojenasyon tekniğinden sakıncasız bir şekilde yararlanma olanağı sağlamıştır (Kayahan 2002).

4.2. Biyohidrojenasyon Süreci

Trans yağ asitleri, ruminant kaynaklarda biyohidrojenasyon ve bitkisel sıvı yağlarda kimyasal hidrojenasyon sonucu oluşmaktadır (Stender ve ark. 2006). Doymamış yağ asitleri, kısmi hidrojenasyon ve biyohidrojenasyon gibi işlemler sonucunda çift bağların bazıları yeniden düzenlenerek *cis* konfigürasyondan *trans* konfigürasyona dönüşmektedir (Hunter ve Applewhite 1991). Hidrojenasyon işlemi doğal olarak ruminant hayvanların sindirim sisteminde bulunan bazı bakteri türleri tarafından da gerçekleştirilmektedir. Bunlardan en yaygın bulunan bakteri türü *Butyrivibrio fibrisolvens*' dir. Bakterilerin yanı sıra bazı protozoonlarda çok düşük düzeylerde de olsa biyohidrojenasyona katkıda bulunmaktadır (Polan ve ark. 1964). Biyohidrojenasyon işleminde hayvan tarafından alınan besinlerdeki doymamış yağ asitlerine ait çift bağlar oksijensiz ortamda hidrojenle doyurulmasıyla *trans* yağ asitleri oluşmaktadır (Sanders 1988). Bunun sonucu olarak ruminant hayvanlardan elde edilen gıdalarda doğal olarak *trans* yağ asitlerini içermektedir (Schakel ve ark. 1999). Biyohidrojenasyonda enzimatik olarak gerçekleşen bu reaksiyon sonucu oluşan *trans* yağ asitleri hayvanın toplam yağ içeriğinin % 2-9' unu oluşturmaktadır (Schwarz 2000). Hayvansal yağlarda bulunan *trans* izomerlerin miktarları ve çeşitleri endüstriyel olarak kısmi hidrojenize edilmiş yağlar kadar farklılıklar göstermemektedir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994).

Trans yağ asitleri günlük olarak tüketilen gıdalarda ve geviş getiren hayvanların midesinde doğal olarak meydana geldiğinden bunların vücut yağlarında bulunmaktadır (Kıralan ve ark. 2005). Geviş getiren hayvanların rumeninde biyohidrojenasyon sonucu oluşan *trans* yağ asitlerinin bu hayvanların günlük beslenmemizde tükettiğimiz et, süt ve yağlarındaki miktarları da, hayvanların çayırdaki otlama süresi ve mevsimine göre doğru orantılı olarak değişebilmektedir (Aro ve ark. 1998c). Bu proseste, bazı çift bağların durumu, *trans* konfigürasyonuna, bazıları doymuş hale, bazı çift bağlar da karbon zinciri boyunca değişebilmektedir. *Trans* yağ asitleri, inek, koyun, geyik ve keçi eti ile tüm süt ürünlerinde bulunduğu gibi, ayrıca kümes hayvanları ile domuz etinde de, *trans* yağ asitlerini içeren yemlerin tüketimi sonucu, düşük seviyelerde de rastlanabilmektedir. Rumende ortak olarak oluşan yağ asidi vaksenik asittir (18 karbon, 11. karbondaki *trans* çift bağ) (Semma 2002).

4.3. Deodorizasyon İşlemi

Kimyasal/fiziksel rafinasyonun son aşamasını oluşturan deodorizasyon/buhar distilasyonu işlemi, yağa istenmeyen tat-koku veren maddelerin yüksek sıcaklık ve düşük basınç etkisiyle aynı zamanda su buharının da sürükleyici etkisiyle yağdan uzaklaştırılması amacıyla uygulanır. Deodorizasyon/buhar distilasyonu işleminde esas amaç oksidatif tepkimeler sonucu oluşan bileşikleri uzaklaştırmak ve ayrıca sabunlaşabilen ve sabunlaşamayan bazı maddeleri yağdan uzaklaştırılmaktadır. Deodorizasyon işlemi; vakum altında deodorizasyon tankına alınan ağartılmış yağ 180-250°C' ye kadar ısıtılır. Isıtılan yağa buhar enjekte edilir. Deodorizasyon işlemi %0,01-0,3 serbest yağ asidi miktarına ve sıfır peroksit değerine kadar devam eder. İşlem tamamlanınca yağ 30-40°C' ye kadar soğutulur ve sitrik asit ilavesi yapılır. Deodorizasyon/buhar distilasyonu aşamasında uygulanan sıcaklık derecesi ve süresi, basınç miktarı ve kullanılan buhar oranı etkileriyle yağın içeriğindeki doymamış yağ asitleri *trans* izomerlerine dönüşmektedir (Wolff 1993b, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Son yıllarda yapılan araştırmalarda, bitkisel sıvı yağların rafinasyonu sırasında deodorizasyon/buhar distilasyonu aşaması sonrasında *trans* yağ asidi oluşumu belirlenmiştir. Deodorizasyon, yağların rafinasyonunda *trans* yağ asitlerinin miktarında yükselmeye neden olan en önemli aşamadır. Toplam *trans* yağ asidini, kanola yağı ve soya yağında %1, ayçiçek ve mısır yağında %0,5'in altına düşürecek parametreler önerilmektedir. Örneğin, Meksika'da kimyasal ve fiziksel rafinasyon için deodorizasyon sıcaklığı 240-260°C'dir (Medina-Juarez ve ark. 2000).

Deodorize edilmiş yağlarda *trans* yağ asidi içeriğini %1'den daha düşük tutmak için kimyasal rafinasyon 230-235°C ve fiziksel rafinasyon da 235-240°C'de yapılması önerilmektedir (Kellens 1997). Henon ve ark. (1999) ise, 220-230°C'nin üzerinde yapılan deodorizasyon işleminin linolenik asit izomerizasyonunu hızlandıracağını belirtmektedir. Bitkisel sıvı yağların deodorizasyon aşamasında çoklu doymamış yağ asitlerinin geometrik izomerlerinin oluşumunun deodorizasyon süresi ve sıcaklığı ile pozitif yönde ilişkili olduğundan, beslenme uzmanlarının önerileri doğrultusunda Avrupa'da bitkisel sıvı yağlarda toplam *trans* yağ asidi izomeri miktarını mümkün olduğunca düşük tutma eğilimi bulunmaktadır (Kemeny ve ark. 2001). Aksi takdirde, miktarları düşük olsa, çoklu doymamış yağ asitlerinin (*trans* C18:2 ve *trans* C18:3) alım kaynakları olabilirler. Bilindiği üzere, kısmi hidrojene yağlarda ana *trans*

izomer ise *trans* C18:1' dır (Taşan ve Demirci 2003).

4.4. Diğer Bazı Proseslerin Etkileri

Trans yağ asidi oluşumuna neden olan etkenlerden olan hidrojenasyon, biyohidrojenasyon ve deoderizasyon/ buhar distilasyon işlemlerinin dışında kızartma, ısıtma ve ışınlama gibi prosesler de *trans* yağ asidi oluşumuna neden olmaktadır. Ortam sıcaklığının yükselmesi, hidrojenin yağdaki çözünürlüğünü artırdığından, yağın vizkositesinin düşürmektedir. Sıcaklığın yükseltilmesi ve ortamda fazla miktarda hidrojenin bulunması durumunda, tepkime süratle gerçekleştiğinden, katalizör yüzeyinde hidrojen açlığı oluşmaktadır. Bunun doğal bir sonucu olarak da katalizör, yüzeyine transfer edilen hidrojeni tekrar bıraktığından, ortamdaki çift bağ içeren bileşenlerde oluşan geometrik izomerizasyon sonucu *trans* bileşikler artmaktadır (Kayahan 2002). Fast foodlarda kızartma ve ön kızartma uygulaması ve kızartma işleminin *trans* yağ asidi miktarını artırdığı ve hidrojene yağların kızartma işleminde kullanılmasının *trans* yağ asidi miktarı ile ilişkili olduğu da belirtilmektedir (Wagner ve ark. 2000, Başol 2006). *Trans* yağ asidi miktarını arttırıcı etkisi olan ışınlama metodunun gıdaların saklanması için tercih edilmemesi ve özellikle et ürünleri gibi gıdaların üretimi esnasında, yağ içeriği kompozisyonu değiştirilerek yerine ikame edici maddelerin konulması gibi değişik yöntemlerin kullanılması özellikle *trans* yağ asitleri ile ilgili sıkı denetime sahip ülkelerde gıda üreticileri tarafından tercih edilmeye başlanmıştır (Kahyaoğlu 2006). Yağ asitleri kompozisyonlarında ışınlamanın, doza bağlı olarak yağ asitlerinin *cis* halden *trans* hale geçmesine neden olduğu belirlenmiştir. Toplam *trans* yağ asitlerindeki ışınlama dozuna bağlı artış da bunu doğrulamaktadır. Oluşabilecek olumsuzlukları önlemek amacıyla yağ oranı yüksek gıdalar antioksidan varlığında ya da gıdanın özelliğine göre dondurularak ışınlanmaktadır (Çolak 2006).

4.5. Gıda Ürünlerinde *Trans* Yağ Asidi Oluşumunu Önlemek İçin Uygulanabilecek Alternatif Metotlar

Trans yağ asitleri yağların erime/donma davranışları, tekstürel özellikleri ve oksidatif stabiliteleri üzerine etkili olduklarından dolayı yağların bahsedilen bu fonksiyonel performanslarını olumsuz etkilemeden *trans* izomerlerin kaldırılması kolay bir şekilde başarılmaz. Düşük *trans* içerikli yağlar ve/veya *trans* içermeyen yağların üretimi yağ

modifikasyon tekniklerinin kullanımını gerektirmektedir. Bu tekniklerin başında hidrojenasyon (kısmi veya tam), interesterifikasyon ve fraksiyonizasyon teknikleri gelmektedir (Wassell ve Young 2007). Bu teknikler vasıtasıyla üretilen yağlar ve bunların karışımları olan yağlar gıda formülasyonlarında yer almaktadır. Fakat bu tekniklerin kombinasyonu ile üretilen yağların fiziksel özellikleri (örneğin katı yağ oranı ve erime noktaları vb.) geniş bir varyasyon göstermektedir.

İster hayvansal olsun, ister bitkisel kaynaklı olsun katı ve sıvı yağların sağlıklı beslenme açısından sıkça tartışıldığı bilim çevrelerinde, tüketilen yağlardaki katı faz oranının düşürülmesi, uzun bir süre savunulmuştur. Ancak bugün gelinen noktada bu görüşlere ilave olarak, yağlarda *trans* yağ asitlerinin oluşumunun önlenmesi de, ağırlıklı olarak tartışılmaya başlanmıştır. Bu arada oksidatif bozulma tepkilerine karşın katı yağların daha dayanıklı olduğunun bilinmesi, katı ve sıvı yağların belirli dengeler içinde tüketilmesini, hatta yağlardaki elzem unsurların ve diğer niteliklerin tek bir yağ çeşidi ile sağlanması gündeme gelmiştir. Bu nedenle günümüz modern teknolojisinde, yağların yapılarında yer alan unsurların doğal yapılarının mümkün olduğunca korunarak işlenmeleri yönündeki görüşler ağırlık kazanarak, modifikasyon teknikleri geliştirilmeye başlanmıştır (Kayahan 2002).

Trans yağ asidi tüketimini yok etmek ya da azaltmak için öncelikle gerçekleştirilmesi mümkün başka alternatif yollar denenmelidir. Gıda üretiminde daha sağlıklı yağlar kullanılması için hidrojenize edilmiş yağlara alternatif olabilecek yollar denemek daha faydalı olacaktır. Bunlardan en çok göze çarpanlar interesterifikasyon ve fraksiyonasyondur (Kahyaoğlu 2006). İnteresterifikasyon tekniğinde yağ ve karışımların bileşimlerinde yer alan yağ asitlerinin yapılarında hiçbir kimyasal değişiklik yapılmamakta olup yağ veya yağ paçallar, trigliserid moleküllerindeki bütün yağ asitlerine, her yerleşimde yeniden dağılıma uğrama şansı tanılanarak, radikal göçü tepkimelerine sokulmaktadır. Böylece yağ veya paçallarının trigliserid yapıları ile fiziksel niteliklerinin doğal haline kıyasla farklılaşmaları sağlanmaktadır. Yağların bu yolla modifiye edilmelerinde esas olarak, yağ asitlerinin trigliseridlerdeki yerleşimlerinin, yağların erime noktası üzerine yaptığı etkiden yararlanılmaktadır. Zira özellikle bitkisel yağların doğadaki sentezinde, doymamış yağ asitleri trigliseridlerin β yerleşiminde yeğlenerek dağılıma uğratılmaktadır (Kayahan 2002).

Trigliseridlerin özelliklerini istenen yönde değiştirmek amacıyla uygulanan interestifikasyon tepkimeleri ile elde olunan yağ, özellikle *trans* yağ asidi içermeyen margarin üretiminde (paket ve kâse) başarılı bir şekilde kullanılmaktadır. Bitkisel kaynaklı sıvı yağların, palm stearin ve doymuş trigliseridler gibi katı yağ kaynağı ile karıştırılarak kimyasal veya enzimatik yöntemlerle interesterifiye edilmesi, *trans* yağ asidi içermeyen margarin üretimi için yaygın olarak kullanılan bir tekniktir. Örneğin; kimyasal interesterifikasyonda, soya yağı-doymuş trigliserid karışımının %0,2 oranında sodyum metoksit katalizörü varlığında 75-80°C sıcaklıkta, 30 dakika süreyle interesterifiye edilmesi, kristal yapısında, istenilen duyuşal özellikte ve *trans* yağ asidi içermeyen margarin üretimini mümkün kılmaktadır. Enzimatik interesterifikasyon tepkimeleri ise, ekonomik değeri yüksek olan kakao yağı, anne sütü yağı, tıbbi amaçlı yağlar gibi yağların üretiminde kullanılmaktadır (Gümüşkesen 1999).

Trans yağ asidi tüketimini sınırlamak ya da azaltmak için uygulanabilecek diğeri bir yolda fraksiyone-kristalizasyon metodudur. Bu metotta yağlar hiçbir kimyasal işlemden geçirilmemekte ve yalnızca içediğı trigliseritlerin ergime ya da donma noktaları farkından yararlanılarak, iki veya daha fazla fraksiyona ayrılmaktadır (Kayahan 2002). Örneğin %62 oranında oleik asit içeren kanola yağı yemeklerde kullanılmaktadır. Ayrıca sağlıklı tip dediğimiz çoklu doymamış yağ asitlerinden %22 oranında linoleik asit ve %10 oranında da linolenik asit içermektedir. Kalan %6'lık kısım da doymuş yağ asitlerinin (stearik ve palmitik asit) karışımıdır. Bu karışım fraksiyonasyon ile trigliseridlerine ayrılır ve her bir bileşen kendi özelliklerini temsil eder (Norris 2005). Genellikle palm yağından amaca uygun katı ve sıvı fazların elde edilmesinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Fraksiyonasyon işlemi ile palm yağından palm olein ve palm stearin elde edilmektedir. Palm olein sıvı yağ olarak kullanılmakta olup; soğukta stabildir. Palm yağının birinci kademe fraksiyon ürünü olan stearin, ikinci bir fraksiyonasyon işlemi ile süper stearin ve yumuşak stearine ayrılmaktadır. Yumuşak stearin ise ekonomik değeri yüksek olan kakao yağı benzeri yağların üretiminde değerlendirilmektedir (Gümüşkesen 1999). Diğeri taraftan ise, hidrojenasyon koşullarını (sıcaklık derecesi, basıncı ve katalizörü vb.) modifiye ederek ve hidrojenasyon derecesini arttırarak *trans* yağ asidi düşük yağlar elde etmek mümkündür. Ancak hidrojenasyon prosesinin derecesi arttıkça ortaya daha fazla doymuş yağ asidi (stearik asit) çıkacaktır. Bu da,

özellikle stearik asidin mumsu yapısından dolayı özellikle de fırın ürünlerinde tercih edilmemesine neden olmaktadır. Gıda üreticileri etiketlerde belirteceği doymuş yağ asidi miktarında artış olacağından bu durum istenmemektedir. Endüstriyel olarak üretilmiş olan özelliği arttırılmış sıvı yağların kullanımıyla da oksidatif dayanıklılıkları yüksek ve oda sıcaklığında sıvı halde bulunan ürünler özellikle fırın ürünlerinde tercih edilmektedirler (Hunter 2005, Gümüşkesen 1999). Endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitlerinin miktarlarının azaltılması gıdanın kalitesini düşürmemesi gerekmektedir (Wassell ve Young 2007).

Palm yağları, palm çekirdek yağı ve hindistan cevizi yağı gibi doymuş yağ asidi oranı yüksek olan tropik yağların ve bunların fraksiyonlarının (stearin ve olein) yağ teknolojisi uygulamalarındaki önemleri her geçen gün artmaktadır. Aynı zamanda, bitki yetiştirme ve genetik mühendislik teknikleriyle birçok yağlı tohumun yağ asidi bileşimleri modifiye edilebilmektedir. Bu tohumlardan sağlanan yağlar (yüksek oleik asit içerikli ayçiçeği ve aspir yağları, düşük linoleik asit/yüksek oleik asit içerikli soya ve kanola yağları, stearik asit veya palmitik asit içeriği arttırılmış soya yağı vb.) *trans* yağ asidi içeriği düşürülmüş margarin ve lipid şortening formülasyonlarının hazırlanmasında kullanılmaktadır (Taşan ve Geçgel 2008).

5. GIDA ÜRÜNLERİNDEKİ *TRANS* YAĞ ASİTLERİNİN SAĞLIK ÜZERİNE ETKİLERİ

Gıda maddeleri ile alınan *trans* yağ asitlerinin insan sağlığına en önemli etkileri kalp sağlığı üzerinedir. Kolesterol ve trigliseritler kanda en çok bulunan ve kalp-damar hastalıkları açısından büyük önem taşıyan lipit yapılarıdır (Zock 2006). Çok sayıda araştırmada, *trans* yağ asitlerinin *cis*-tekli doymamış ve *cis*-çoklu doymamış yağ asitleriyle karşılaştırıldığında, kan lipitleri ve lipoprotein seviyesi üzerinde olumsuz etkileri olduğunu gösterirken, kardiyovasküler hastalık riskini de arttırdığını belirlenmiştir. *Trans* yağ asitleri kanda bulunan toplam kolesterol ve düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) miktarını arttırırken, yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) miktarını azaltmaktadır (Sanders ve ark. 2000). *Trans* yağ içermeyen diyetlerle karşılaştırıldığında, beslenmede alınan *trans* yağ asit miktarı toplam enerji miktarının % 4' ünün üzerindeyse LDL seviyesinin arttığı görülürken, bu oran % 5-6 nın üzerindeyse HDL miktarında da düşme belirlenmektedir. İnsanlar üzerinde yapılan birçok araştırmada, fazla miktardaki *trans* yağ asitlerinin, oleik ve linoleik asit ile çok az miktarda (alınan enerjinin % 0-0,7'sini oluşturan) *trans* yağ asidi içeren beslenme alışkanlıklarıyla karşılaştırıldığında kandaki kolesterol miktarı üzerine olumsuz etkisini ortaya koymaktadır (Hunter 2005).

25 erkek ve 34 bayan üzerinde yapılan bir araştırmada doymuş, *trans* ve *cis* yağ asitlerinin toplam kolesterol, HDL, LDL ve trigliseridler üzerine etkileri ortaya koyulmuştur (Mensink ve ark. 2003). Çalışmada erkek ve bayanlara aynı koşullar altında günlük enerji ihtiyaçları baz alınarak çeşitli yağ asidi gruplarından yiyecekler hazırlanmıştır. Sonuçlar incelendiğinde toplam kolesterol ve LDL üzerine en çok doymuş yağların etkili olduğu belirlenmiştir. HDL' yi düşürücü etkiyi ise en çok *trans* yağ asitleri göstermiştir. Trigliseridler ise doymuş yağ asitleri ve *trans* yağ asitleri benzer özellik göstermektedirler. Bu çalışmadan çıkan sonuçlar doğrultusunda *trans* yağ asitlerinin toplam kolesterol, LDL ve trigliseridleri arttırdığı, HDL' yi ise azalttığı çok açıkça ortadır.

Zock (2006), kalp ve damar hastalıkları riski üzerine bayanlar arasında yaptığı bir araştırmada, farklı besin öğeleri kullanılarak, doymuş yağ asitlerinin enerji miktarına eşit

olacak şekilde beslenme içerikleri hazırlanmıştır. Beslenmedeki *trans* yağ asitlerinin miktarı azaltıldığında insülin duyarlılığının iyileştiği ve diyabet tip 2 riskinin azaldığı belirlenmiştir. Yüksek miktarda yağın, özellikle de hayvansal yağların tüketildiği beslenme tarzlarında yaygın olarak göğüs ve prostat kanserlerinde risk artışı vardır. Fakat *trans* yağ asitlerinin kanser ile ilişkisi açık olarak ortaya henüz konmamıştır.

Kalp ve damar hastalıkları beslenme alışkanlıklarına bağlı olarak engellenebilmektedir. Plazmadaki LDL ve HDL kolesterollerinin dağılımı, düşük yoğunluklu lipoproteinlerin oksidasyon eğilimi gibi faktörler beslenme ile alınan yağların kaynağının ve miktarının değiştirilmesiyle düzenlenebilir. Bu şekilde, oluşacak hastalıkların riski de azaltılmış olmaktadır (Watkins ve German 2002). *Trans* yağ asitlerinin alımında düşüş olduğu takdirde koroner kalp hastalığından ölenlerin sayısının da azalacağı öne sürülmektedir. Özellikle Amerika'da yılda 20000 kişinin öldüğü koroner kalp hastalığında *trans* yağ asitlerinin önemli etkisinin olduğu belirtilmektedir. Araştırmalarda *trans* yağ asidi miktarının günlük enerji yüzdesinde %2-4 oranında düşmesiyle koroner kalp hastalığından ölen kişi sayısında %23 oranında (4600 kişi) bir azalma olduğu belirlenmiştir (Oomen ve ark. 2001).

Bazı çalışmalar hayvansal kaynaklı *trans* yağ asitlerinin koroner kalp hastalığı riskini artırmadığını aksine hastalığa karşı koruyucu olduğunu göstermektedir. Kısmi hidrojene bitkisel yağlarda temel *trans* yağ asidi elaidik asitken ($C_{18:1,t9}$), hayvansal kaynaklı besinlerde temel *trans* yağ asidi vaksenik asid ($C_{18:1}$) oluşturmaktadır. *Trans* yağ asit izomerlerinin farklı olmasıyla biyolojik etkilerinde değişebileceği belirtilmektedir. İnekler sütlerinde daha yüksek *trans* yağ asitlerinin oluşumunu sağlayacak şekilde beslenmesiyle sütteki doymuş yağ miktarı da azaltılarak daha sağlıklı bir diyet sağlanabilir (Jakobsen ve ark. 2006).

Tıbbi çalışmalar endüstriyel olarak ortaya çıkan *trans* yağ asidi alım miktarında enerjinin %2'si kadar bir artışın kalp hastalığı riskini %55 düzeyinde arttıracağını ifade etmektedir (Stender ve Dyerberg 2003). Sindirim, emilim ve metabolizma açısından incelendiğinde *trans* ve *cis* yağ asitleri benzer özellikler gösterirler. Birçok araştırmada, metabolizmada bulunan lipaz enziminin *cis* yapısına etkili olduğu belirtilmektedir ancak bu enzimin *trans* yağ asitleri üzerine etkili olmadığı ve *trans* yağların kanda uzun süreli kalarak damar hastalıklarına

eğilimi daha çok tetikledikleri ileri sürülmektedir (Ratnayake ve Zehaluk 2005).

Hayvanlarda yapılan çalışmalar özellikle hamilelik ve laktasyonda kısmi hidrojene yağları içeren diyetlerin daha yüksek *n-6* gereksinmesine neden olduğunu göstermiştir. *Trans* yağ asitlerinin *n-6* yağ asidi desaturaz aktivitesi üzerine etkisini araştırarak olumlu sonuç elde edilmiş, ancak bu çalışmalarda ürünlerde bulunan *trans* yağ asit miktarlarının çok üzerine çıkmıştır. Bu dönemde annede esansiyel yağ asitleri eksikliği oluşmakta ve annenin esansiyel yağ depolarının fetal gelişim için yeterliliği bilinmemektedir (Larque ve ark. 2001).

Çocuklarda çoklu doymamış yağ asitlerinin alımı astım ve alerji gelişiminde etken olarak bulunmuştur. Fakat bu yağ asitlerinin konfigürasyonunun (*cis-trans*) astım ve alerji hastalıkları üzerine etkisi hakkında yeterli bilgi mevcut değildir. Ayrıca bu etki hayvansal kaynaklı *trans* yağ asitlerinden çok hidrojene yağlardan kaynaklanmıştır. Bazı araştırmalar *trans* yağ asitlerinin insan plasentasına transfer olması sonucunda, insanlarda erken gelişimi zayıflatacağını, hamilelik, laktasyon, neonatal periyotta *trans* yağ asitlerinin alımının sağlık yönünden güvenlik problemlerine yol açabileceğini bildirmiştir (Kıralan ve ark. 2005).

Trans yağ asitlerinin alzheimer hastalığına olan etkisine dair yapılan çalışmalarda özellikle orta yaş ve üzeri insanların hafızalarını kaybetmelerine neden olan alzheimer hastalığı ile *trans* yağ asidi miktarı arasında pozitif bir ilişki olduğunu, hatta *trans* yağ asitlerinin alzheimer hastalığını desteklediğini belirtmiştir. *Trans* yağ asidi alımındaki % 20' lik bir artış alzheimer olma riskini 4 kat arttırdığı öne sürülmüştür (Anonim 2006c, Kıralan ve ark. 2005).

Sonuç olarak *trans* yağ asitlerini beslenmeden tümüyle çıkarmak, gıda ürünlerinin *trans* yağ asidi içerikleri göz önünde bulundurulduğunda, mümkün değildir (örneğin vaksenik asit, *trans* palmitoleik asit vb). Gıdalar doğal olarak veya hidrojenasyon işlemine maruz kalan yağlar kullanılarak *trans* yağ asitlerini içerdiklerinden, *trans* yağlar gıdaların pek çoğunda yaygın olarak bulunmaktadır. Araştırmalar doğrultusunda, tüketilen *trans* yağların miktarı sağlık açısından büyük önem oluşturduğundan, diyetteki miktarları mümkün olduğu kadar düşürülmelidir. Dolayısıyla bilim adamlarına ve gıda sanayiine gıdalardaki *trans* yağ asitlerini azaltacak veya oluşumunu önleyecek üretim yöntemlerini geliştirmeleri konusunda önemli

görevler düşmektedir. Diğer taraftan, tüketicilerin çeşitli vasıtalar aracılığı ile bilinçlendirilmeleri gıda sanayiinde bu konu ile ilgili olarak yaşanan sürecin daha da hızlanmasına neden olacaktır (Taşan ve Geçgel 2008, Taşan ve Dağlıoğlu 2005, Semma 2002).

6. MATERYAL VE YÖNTEM

6.1. Materyal

Materyal olarak, 4 farklı endüstriyel gıda grubu seçilmiştir. Bu gruplar; margarin, kek, bisküvi ve cips şeklinde oluşturulmuştur. Bilindiği üzere, insan beslenmesinde *trans* yağ asitlerinin ana kaynakları endüstriyel olarak üretilen margarin ve shortening grupları (endüstriyel yağlar) gösterilmekte ve ilgi bu gruplar üzerine odaklanmaktadır. Margarinler direkt olarak tüketiciye ulaşmasına rağmen shorteningler (endüstriyel yağlar) genellikle çeşitli endüstriyel gıdaların formülasyonlarında yer alarak ulaşmaktadır.

Materyal seçiminde önce “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan gıda grupları belirlenmiştir. Daha sonra seçilen margarin grubuna ilave olarak yoğun olarak tüketilen ve içerisinde önemli düzeyde shortening (endüstriyel yağlar) bulunan yukarıda isimleri verilen 3 farklı gıda grubu daha oluşturulmuştur. Bu gıda gruplarına ait marka seçimlerinde ise, yaygın olarak bilinen, ulusal düzeyde üretim yapan ve dağıtım ağı bulunan büyük firmalar tercih edilmiştir. Buna göre, ifade edilen firmalara ait 8 farklı markalı margarin, 8 farklı markalı kek, 8 farklı markalı bisküvi ve 5 farklı markalı cips materyal olarak kullanılmıştır. Sonuçta toplam 29 farklı marka değerlendirmeye alınmıştır. Materyaller, analiz edilinceye kadar +4°C’ de orijinal ambalajı ile muhafaza edilmiştir.

Margarin materyalleri paket margarin sınıfındadır. Tüm materyaller orijinal ambalajlı halde alınmıştır. Materyaller, lokal marketlerden farklı parti numaralarına sahip olacak şekilde, her bir marka için üç adet olmak üzere temin edilmiştir. Her bir marka kendi gıda grubu içerisinde kodlanmıştır (1, 2, 3... şeklinde). Sonuçlar, her bir gıda grubunda her bir marka için aritmetik ortalama halinde verilmiştir.

6.2. Yöntem

6.2.1. Seçilen gıda maddelerinden yağların ekstraksiyonu

Gıda gruplarından kek, bisküvi ve cipslerin yağ ekstraksiyonları ICC (1982)’ nin 136 nolu

metodunda verilen koşullara göre gerçekleştirilmiştir. Margarin grubunda ise yağ fazy Torres ve ark. (2002)'ye göre ayrıştırılmıştır. 20g rnek 50°C' de 20 dk süre içerisinde eritilerek santrifüj yardımı ile alınmıştır. Yağ fazy, susuz sodyum fosfat (NaSO₄) ile kurutulmuştur. Yağ oranları gıda maddelerinin toplam ağırlığı üzerinden % olarak ifade edilmiştir.

6.2.2. Yağ asiti metil esterlerinin hazırlanması ve kapiler gaz-likit kromatografisine enjeksiyonu

Ekstraksiyonla elde olunan yağ rnekleri AOCS (1992)'nin Ce 2-66 nolu metoda göre BF₃ – metanol ile yağ asiti metil esterlerine dnştrlmştir. Yağ asidi metil esterleri, kapiler gaz-likit kromatografisinde (GLC) alev iyonizasyon dedektörü (FID) ve Agilent 6890 Series kromatografi cihazında analiz edilmiştir. Kolon sıcaklığı; kolon fırın programı ile 130°C'de 10 dk bekletildikten sonra 5 kademelik artışla 180°C'ye, sonrasında 3 kademelik artışla 230°C' ye getirilerek bitirilmiştir. Enjeksiyon ve dedektör sıcaklıkları 250, split oranı 1:100, enjeksiyon hacmi ise 1µl'dır. Taşıyıcı gaz olarak da akış hızı 1 ml/dk olan helyum gazı kullanılmıştır.

Agilent 6890 Series kromatografi cihazına ait özellikler ve seçilen çalışma parametreleri aşağıda verilmiştir.

Gaz-likit kromatografisi	: Agilent 6890 Series
Dedektör	: Alev iyonizasyon dedektörü (FID)
Kolon	: Silika kapiler kolon (DB-23 60 m x 0,25mm i.d., film kalınlığı:0,2 µm)
Dedektör Sıcaklığı	: 250°C
Kolon Sıcaklığı	: 180°C
Enjeksiyon Bloku	: 250°C
Gazlar;	
Taşıyıcı gaz, helyum	: 1 ml/dk
Hava	: 400 ml/dk
Hidrojen	: 33 ml/dk

7. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

Bu çalışmada materyal olarak değerlendirilen 4 farklı endüstriyel gıda grubuna ait yağ oranları, yağ asidi kompozisyonları ve *trans* yağ asidi içerikleri belirlenmiş olup sonuçlar Çizelge 7.1, Çizelge 7.2, Çizelge 7.3 ve Çizelge 7.4'de verilmiştir. Örneklerde *trans* yağ asitlerine rastlanmış olup bu asitler toplam *trans* oleik asit, toplam *trans* linoleik asit, toplam *trans* linolenik asitler olarak ifade edilmiştir. Bu asitlerin toplamı ise toplam *trans* yağ asitleri olarak belirtilmiştir. İlgili Çizelgelerde ayrıca *trans* yağ asitleri dışında belirli bazı doymuş ve doymamış yağ asitlerine de yer verilmiştir. Ancak sonuçlar ağırlıklı olarak *trans* asitleri üzerinden değerlendirilmiştir.

7.1 Kek grubuna ait sonuçlar

Çizelge 7.1. incelendiğinde, 8 farklı markaya ait keklerdeki (kakaolu, çikolatalı, meyveli ve mozaik) toplam *trans* yağ asitleri % 0,17 ile 0,92 arasında değiştiği görülmektedir. En yüksek toplam *trans* yağ asit miktarı 3 no'lu markaya ait kek örneğinde, en düşük toplam *trans* yağ asit miktarının ise 1 no'lu markaya ait kek örneğinde belirlenmiştir.

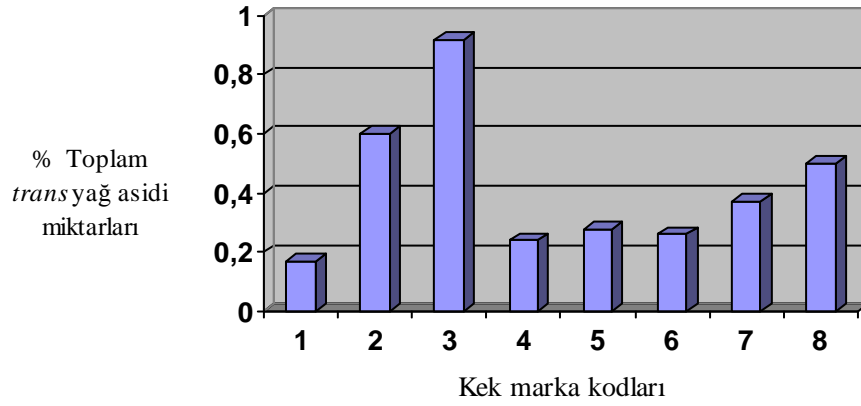
Çizelge 7.1. Kek grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asiti bileşimleri ve *trans* yağ asidi içerikleri^a

Yağ asitleri	Kek grubu marka kodları							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Palmitik asit (C16:0)	32,35	35,92	17,88	22,43	35,33	39,74	22,45	23,52
Stearik asit (C18:0)	8,92	7,56	5,62	6,65	9,82	7,82	8,11	5,49
Oleik asit (C18:1)	26,89	19,46	32,05	29,56	38,43	33,23	32,29	29,12
Σ <i>trans</i> oleik asit (C18:1)	0,11	0,22	0,12	0,12	0,09	0,10	0,24	0,37
Linoleik asit (C18:2)	26,73	33,96	40,21	37,50	11,91	15,45	33,67	36,56
Σ <i>trans</i> linoleik asit (C18:2)	-	0,19	0,80	0,12	0,16	0,14	0,10	0,13
Linolenik asit (C18:3)	0,92	0,69	-	-	0,12	0,26	0,34	1,32
Σ <i>trans</i> linolenik asit (C18:3)	0,06	0,02	-	-	0,03	0,02	0,03	-
Diğer yağ asitleri ^b	4,02	1,98	3,32	3,62	4,11	3,24	2,77	3,49
Σ <i>trans</i> yağ asitleri	0,17	0,60	0,92	0,24	0,28	0,26	0,37	0,50
Kek yağ içeriği (%)	16,0	24,6	21,7	27,2	26,4	27,1	23,5	31,9

^a Sonuçlar her bir marka için 3 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir.

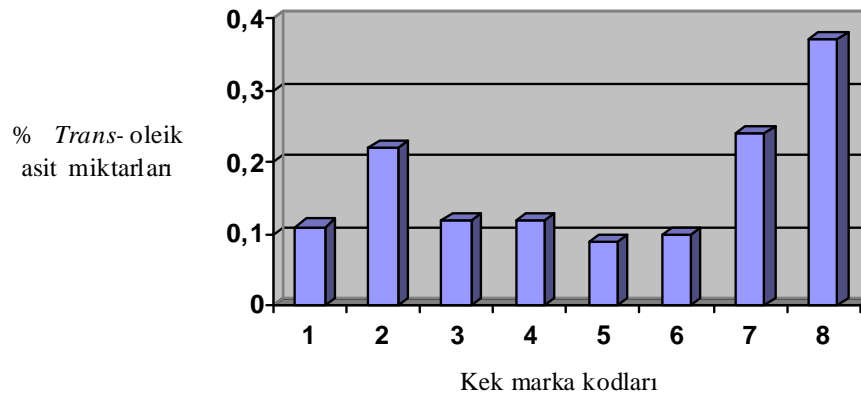
^b 8, 10, 12, 14, 17, 20, 22 ve 24 karbonlu doymuş yağ asitleri ve 16, 17, 20, 22, 24 karbonlu- tek çift bağlı doymamış yağ asitleri toplamıdır.

Keklerdeki toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.1.1’de verilmiştir.



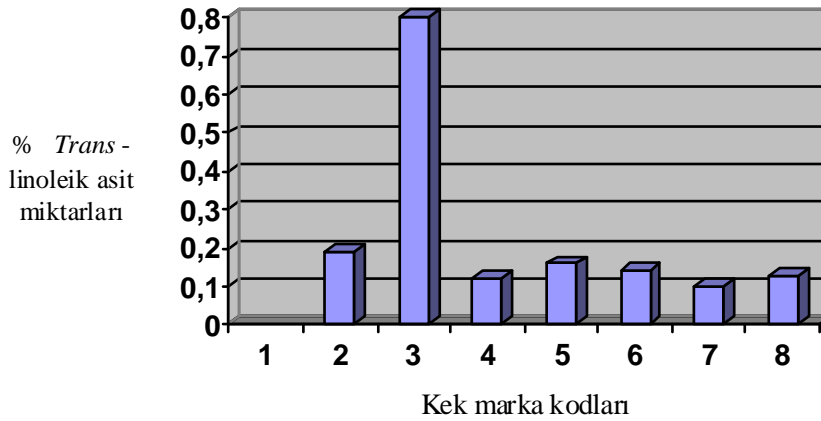
Şekil 7.1.1. Keklerin toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.1. incelendiğinde, 8 farklı marka kekteki *trans* oleik asit (C_{18:1}) değerinin % 0,09-0,37 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 8 no’lu markaya ait kek örneğinde belirlenmiştir. En düşük *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 5 no’lu markaya ait kek örneğinde belirlenmiştir. İncelenen tüm kek örneklerinde *trans* oleik asit (C_{18:1}) varlığına rastlanılmıştır. *Trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi Şekil 7.1.2’ de verilmiştir.



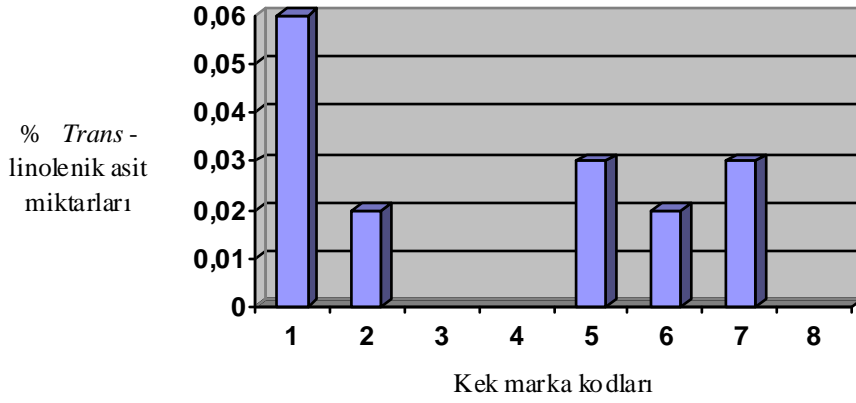
Şekil 7.1.2. Keklerin *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.1. incelendiğinde, 8 farklı marka kekteki *trans* linoleik asit (C_{18:2}) değerinin % 0-0,80 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarı 3 no'lu markaya ait kek örneğinde, en düşük *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarı 7 no'lu markaya ait kek örneğinde belirlenmiştir. 1 no'lu kek örneğinde *trans* linoleik asit (C_{18:2}) varlığına rastlanılmamıştır. *Trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.1.3.'de verilmiştir.



Şekil 7.1.3. Keklerin *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.1. incelendiğinde, 8 farklı marka kekteki *trans* linolenik asit (C_{18:3}) değerinin % 0-0,06 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarı 1 no'lu markaya ait kek örneğinde en düşük *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarları ise 2 no'lu ve 6 no'lu markalara ait kek örneklerinde belirlenmiştir. 3, 4 ve 8 no'lu markalara ait kek örneklerinde *trans* linolenik asit (C_{18:3}) belirlenememiştir. *Trans* linolenik asit (C_{18:3}) asit miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi Şekil 7.1.4' de verilmiştir.



Şekil 7.1.4. Keklerin *trans* linolenik asit (C_{18:3}) asit miktarlarının markalara göre değişimleri

Huang ve ark. (2006) çalışmalarında, keklerdeki toplam *trans* yağ asidi miktarlarını % 0,51-1,77 arasında bulmuştur. En önemli *trans* yağ asidi türünün *trans* oleik asit (C_{18:1}) olduğunu belirtmişlerdir. İncelediğimiz kek örneklerinde de en önemli *trans* yağ asidi türünün *trans* oleik asit (C_{18:1}) olduğu belirlenmiştir.

Geçmiş yıllarda, ülkemize ait keklerdeki *trans* yağ asidi miktarının %4,6 olduğu belirtilmiştir (Dağlıoğlu ve ark. 2002). Ülkemizde 2007 yılında yapılan diğer bir çalışmada ise 5 adet mini kek ve 4 adet kaplamalı kek örneği incelenmiş ve sonuç olarak mini keklerde toplam *trans* yağ asidi %2,40, kaplamalı keklerde ise %5,33 oranlarında belirlenmiştir (Karabulut 2007). 2008 yılında yapılan başka bir çalışmada da keklerdeki toplam *trans* yağ asidi içeriğinin ortalama %1,08 düzeyinde tespit edilmiştir (Çağlav 2008). Bizim çalışmamızda ise keklerdeki toplam *trans* yağ asit miktarının ortalama %0,42 olduğu belirlenmiştir.

Görüldüğü gibi ülkemizde 2002, 2007 ve 2008 yıllarında yapılan araştırmalarda bizim araştırmamıza kıyasla daha yüksek *trans* yağ asidi tespit edilmiştir. Öncelikle tabi ki bunun nedeni, bizim araştırmamızda etiketlerinde “*trans* yağ içermez” ifadesi bulunan örneklerin incelenmesidir. Fakat verilen literatürde yer alan sonuçlarda dikkatlice incelenirse, dünyadaki kek ürünlerinde toplam *trans* yağ asidi içeriğinin hızla düştüğü anlaşılacaktır. Bu durum bizim ülkemizde de aynen geçerlidir. Bilhassa hem ülkemiz hem de dünya literatürlerinde 1970-1990 yılları ile 2000 yıllar karşılaştırıldığında büyük farklılıklar ortaya çıkmaktadır.

Bizim çalışmamıza ait verilere göre, farklı firmalar tarafından üretilmiş olan keklerdeki *trans* yağ asit miktarlarının %1'in altına düşürüldüğü ve bu firmaların beyan ettikleri değere uygun hareket ettikleri belirlenmiştir. Bu sonuçların Türk Gıda Kodeksi'nin ilgili tebliğine (Gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde değişiklik yapılması hakkında tebliğ, no. 40) uygunluğu söz konusu olmaktadır.

7.2. Bisküvi grubuna ait sonuçlar

Çizelge 7.2. incelendiğinde, 8 farklı marka bisküvideki toplam *trans* yağ asitlerinin % 0,11-0,46 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek toplam *trans* yağ asit miktarı 3 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde, en düşük toplam *trans* yağ asit miktarı ise 4 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir.

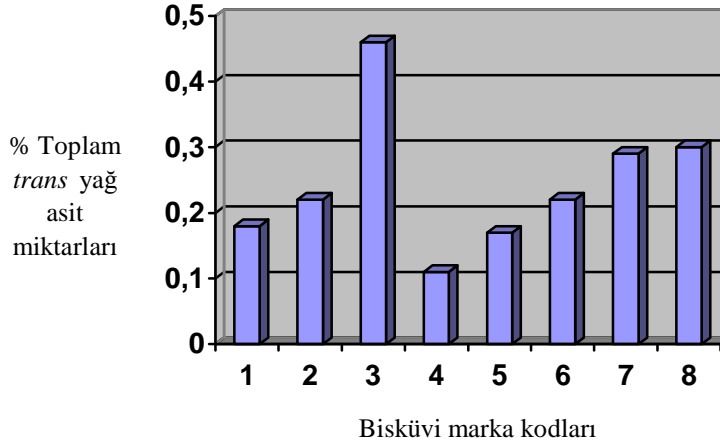
Çizelge 7.2. Bisküvi grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asiti bileşimleri ve *trans* yağ asiti içerikleri^a

Yağ asitleri	Bisküvi grubu marka kodları							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Palmitik asit (C16:0)	33,41	30,56	27,89	18,95	25,54	16,05	42,52	35,2
Stearik asit (C18:0)	7,09	6,29	9,74	4,27	5,30	5,26	4,29	6,01
Oleik asit (C18:1)	32,26	36,80	26,91	19,21	27,61	38,37	26,67	26,34
∑ <i>trans</i> oleik asit (C18:1)	0,11	0,14	-	0,09	0,12	0,19	0,18	0,21
Linoleik asit (C18:2)	25,04	23,92	30,78	55,35	38,24	35,57	21,31	30,27
∑ <i>trans</i> linoleik asit (C18:2)	0,07	0,03	0,40	0,01	0,02	0,03	0,10	0,09
Linolenik asit (C18:3)	0,22	0,16	0,07	0,33	0,67	0,75	0,27	0,09
∑ <i>trans</i> linolenik asit (C18:3)	-	0,05	0,06	0,01	0,03	-	0,01	-
Diğer yağ asitleri ^b	1,80	2,05	4,15	1,78	2,47	3,78	4,65	1,79
∑ <i>trans</i> yağ asitleri	0,18	0,22	0,46	0,11	0,17	0,22	0,29	0,30
Bisküvi yağ içeriği (%)	29,1	26,4	21,1	25,9	25,6	15,2	14,8	20,6

^a Sonuçlar her bir marka için 3 tekerrürün ortalaması olarak verilmiştir.

^b 8, 10, 12, 14, 17, 20, 22 ve 24 karbonlu doymuş yağ asitleri ve 16, 17, 20, 22, 24 karbonlu- tek çift bağlı doymamış yağ asitleri toplamıdır

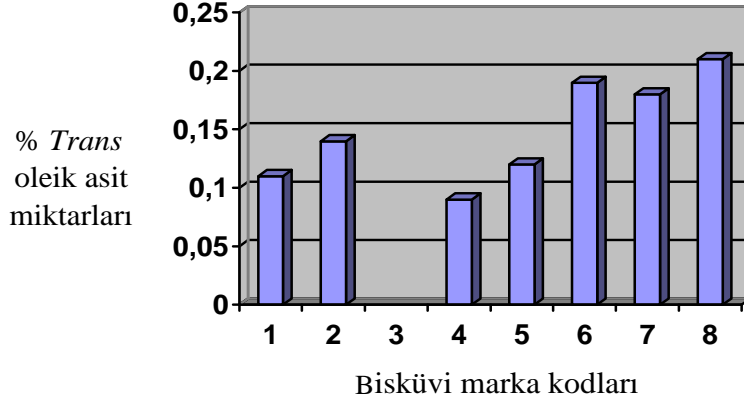
Bisküvilerdeki toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.2.1’ de verilmiştir.



Şekil 7.2.1 Bisküvilerin toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri

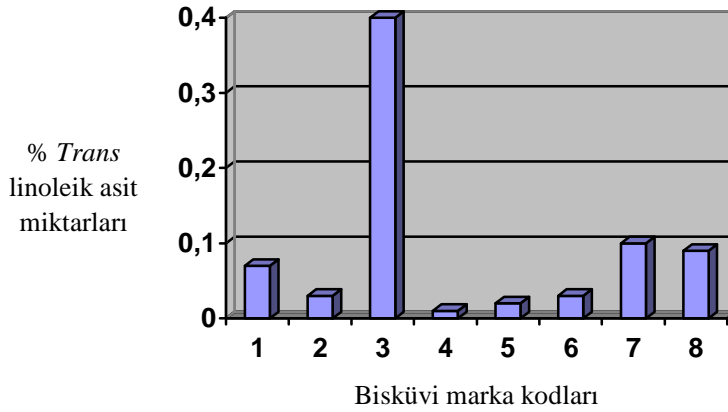
Çizelge 7.2. incelendiğinde, 8 farklı marka bisküvi örneğindeki *trans* oleik asit (C_{18:1}) değerlerinin % 0-0,21 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 8 no’lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir. En düşük *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 4 no’lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir. 3 no’lu markada ise *trans* oleik asite (C_{18:1}) rastlanılmamıştır.

Sharp (2001), 20 endüstriyel bisküvi örneğinde sadece bir markanın üretiminde hidrojene yağlar kullanıldığı ve sadece %6,5 oranında *trans* oleik asit içerdiğini belirtmiştir. İncelediğimiz bisküvi örneklerinde en önemli *trans* yağ asidi türünün *trans* oleik asit (C_{18:1}) olduğu belirlenmiş olup ortalama %0,15 oranında *trans* oleik asit bulunmuştur. Bisküvilerdeki *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.2.2’ de verilmiştir.



Şekil 7.2.2. Bisküvilerin *trans* oleik asit (C18:1) miktarlarının markalara göre değişimleri

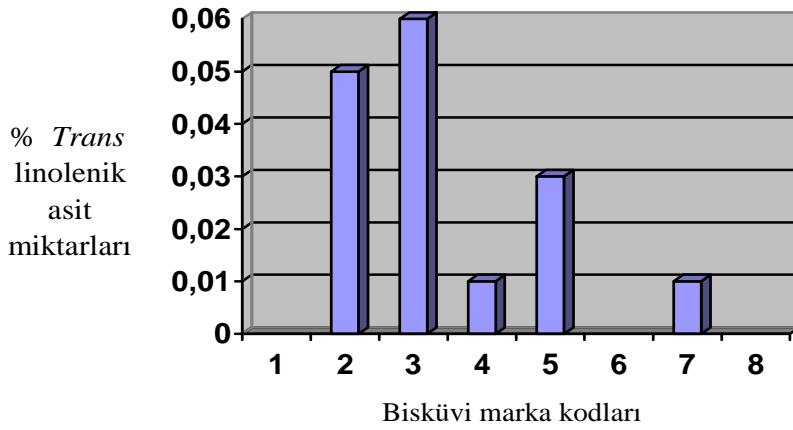
Çizelge 7.2. incelendiğinde,8 farklı marka bisküvi örneğindeki *trans* linoleik asit (C18:2) değerlerinin % 0,01-0,40 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* linoleik asit (C18:2) miktarı 3 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir. En düşük *trans* linoleik asit (C18:2) miktarı 4 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir. Bisküvilerdeki *trans* linoleik asit (C18:2) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi Şekil 7.2.3' de verilmiştir.



Şekil 7.2.3. Bisküvilerin *trans* linoleik asit (C18:2) miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.2. incelendiğinde, 8 farklı marka bisküvi örneğindeki *trans* linolenik asit (C18:3)

değerlerinin ortalama olarak % 0 ile 0,06 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarı 3 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde, en düşük *trans* linolenik asit (C_{18:3}) ise 4 ve 7 no'lu markaya ait bisküvi örneğinde belirlenmiştir. 3 markada (1,6 ve 8 no'lu) *trans* linolenik asit (C_{18:3})' e rastlanılmamıştır. Bisküvilerdeki *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.2.4' de verilmiştir.



Şekil 7.2.4. Bisküvilerin *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimleri

Kandhro ve ark. (2008) Pakistanda'ki bisküvilerde % 9,3-34,9 arasında yüksek miktarda toplam *trans* yağ asidi belirlemiştir. Huang ve ark. (2006) ise bisküviler de % 0,51-1,77 aralığında *trans* yağ asidi bulmuştur. Brezilya kaynaklı kraker ve bisküvilerde; *trans* C_{18:1} %8,8-28,3; *trans* C_{18:2} %0,0-0,15; *trans* C_{18:3} %0,0-0,75 arasında tespit edilmiştir (Martin ve ark. 2005, Başol 2006). Dağlıoğlu ve ark. (2000) çalışmasında, Türkiye'de üretilen bisküvilerde farklı oranlarda *trans* C_{18:1}, *trans* C_{18:2} ve *trans* C_{18:3} içerdikleri gözlenmiştir. Bu farklılığın bisküvi tipi, firma farklılığı ve en çok da üretimde farklı şorteninglerin kullanılmasından kaynaklandığı sonucuna varılmıştır. Dağlıoğlu ve ark. (2002), Türkiye'de yine bazı bisküvi çeşitleri incelenmiş ve %1-30,5 oranında *trans* yağ asidi içerdiği belirlenmiştir.

Bu çalışmada incelediğimiz 8 farklı markalı bisküvi çeşidindeki ortalama olarak toplam *trans* yağ asidi miktarının %0,24 olduğu tespit edilmiştir. Etiketlerinde “*trans* yağ içermez” ifadesi bulunan 8 farklı bisküvideki *trans* yağ asit miktarlarının %1’ in altına düşürüldüğü ve firmaların beyan ettikleri değere uygun hareket ettikleri tespit edilmiştir. Kek ürünlerinde olduğu gibi, bisküvi ürünlerinde de dünya ve ülkemiz literatürüne bakıldığında, *trans* yağ asidi içeriklerinin hızla düştüğü görülmektedir. Bunun sebebi tabii ki bu ürünlerde kullanılan şorteninglerin hidrojenasyon tekniğine alternatif tekniklerle üretilmesidir. Bununla birlikte bazı ürünlerinde doymuş yağ asidi oranları yüksek çıkmaktadır.

7.3. Margarin grubuna ait sonuçlar

Çizelge 7.3. incelendiğinde, 8 farklı markalı margarindeki toplam *trans* yağ asit miktarlarının %0,19–0,79 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. En yüksek toplam *trans* yağ asit miktarı 1 no’lu markaya ait margarin örneğinde belirlenmiştir. En düşük toplam *trans* yağ asit miktarı 2 no’lu markaya ait margarin örneğinde belirlenmiştir.

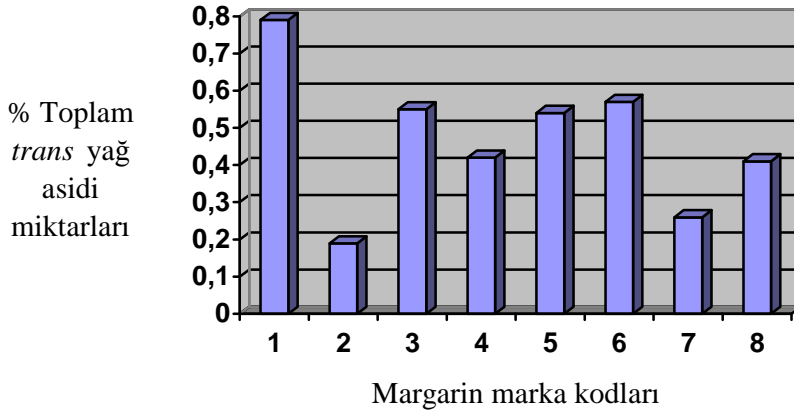
Çizelge 7.3. Margarin (paket) grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asiti bileşimleri ve *trans* yağ asiti içerikleri^a

Yağ asitleri	Margarin (paket) grubu marka kodları							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Palmitik asit (C16:0)	35,56	37,95	30,81	24,22	39,22	41,25	32,97	35,28
Stearik asit (C18:0)	5,21	6,43	9,34	6,68	7,49	6,74	4,22	4,78
Oleik asit (C18:1)	29,04	31,87	33,62	33,31	34,29	36,50	37,52	27,91
∑ <i>trans</i> oleik asit (C18:1)	0,37	-	0,13	0,10	0,10	0,20	0,09	0,15
Linoleik asit (C18:2)	14,79	13,15	16,36	20,34	12,82	9,27	13,32	17,42
∑ <i>trans</i> linoleik asit (C18:2)	0,42	0,19	0,30	0,32	0,35	0,32	-	0,26
Linolenik asit (C18:3)	0,45	0,76	0,33	2,25	0,97	0,21	1,39	0,55
∑ <i>trans</i> linolenik asit (C18:3)	-	-	0,12	-	0,09	0,05	0,17	-
Diğer yağ asitleri ^b	14,16	9,65	8,99	12,78	4,67	5,46	10,32	13,65
∑ <i>trans</i> yağ asitleri	0,79	0,19	0,55	0,42	0,54	0,57	0,26	0,41
<i>Margarin yağ içeriği (%)</i>	<i>80,3</i>	<i>42,8</i>	<i>60,8</i>	<i>81,3</i>	<i>61,4</i>	<i>60,5</i>	<i>62,2</i>	<i>80,9</i>

^a Sonuçlar her bir marka için 3 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir.

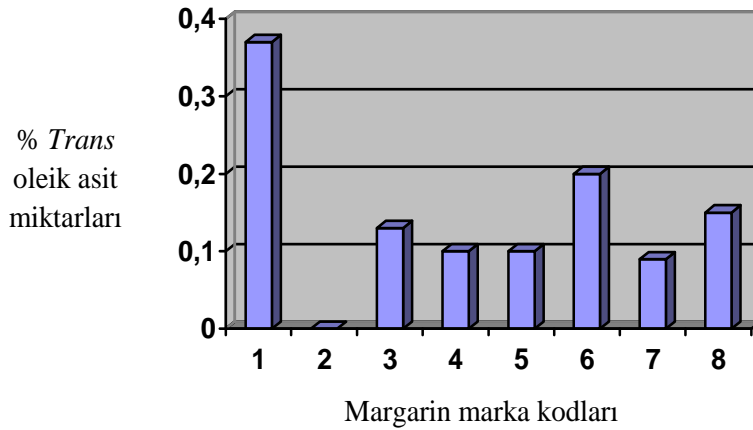
^b 8, 10, 12, 14, 17, 20, 22 ve 24 karbonlu doymuş yağ asitleri ve 16, 17, 20, 22, 24 karbonlu- tek çift bağlı doymamış yağ asitleri toplamıdır

Margarinlerdeki toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.3.1’ de verilmiştir.



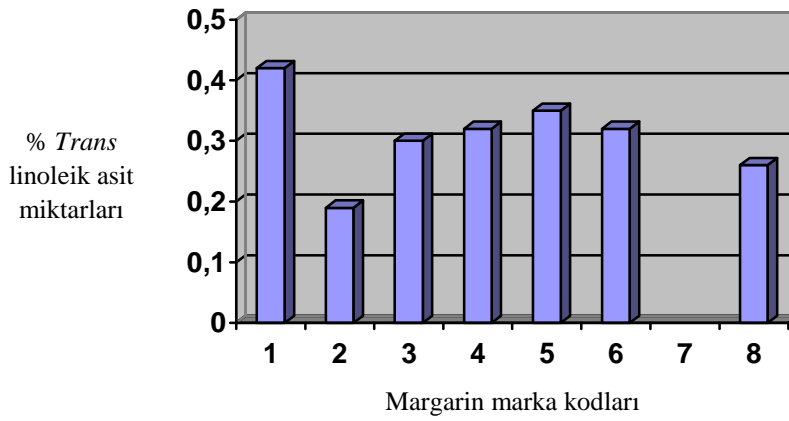
Şekil 7.3.1 Margarinlerin toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.3. incelendiğinde, 8 farklı marka margarindeki *trans* oleik asit ($C_{18:1}$) değerlerinin %0-0,37 arasında değiştiği görülmüştür. Margarin markalarının 7’ sinde toplam *trans* oleik asit ($C_{18:1}$) varlığına rastlanmış 1 markada ise tespit edilemeyen düzeyde olduğu görülmüştür. En yüksek toplam *trans* oleik asit ($C_{18:1}$) miktarı 1 no’lu markaya ait margarin örneğinde, en düşük değer ise 7 no’lu markaya ait örnekte belirlenmiştir. 2 no’lu markaya ait margarin örneğinde ise tespit edilememiştir. Margarinlerdeki *trans* oleik asit ($C_{18:1}$) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.3.2’ de gösterilmiştir.



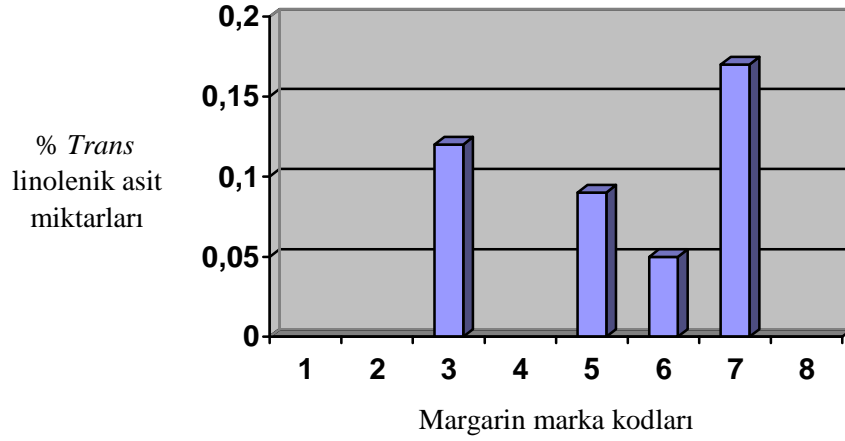
Şekil 7.3.2. Margarinlerin toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.3. incelendiğinde, 8 farklı margarindeki toplam *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarının %0–0,42 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Margarin örneklerinin 7'sinde *trans* linoleik asit (C_{18:2}) varlığına rastlanmıştır, 1 markada ise toplam *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarının tespit edilemeyen düzeyde olduğu görülmüştür. En yüksek toplam *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarı 1 no'lu markaya ait margarin örneğinde belirlenmiştir. En düşük düzey, 2 no'lu markaya ait margarinde belirlendi. 7 no'lu markaya ait bitkisel margarin örneğinde ise tespit edilemeyen düzeyde bulunmuştur. Margarinlerdeki *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.3.3' de verilmiştir.



Şekil 7.3.3. Margarinlerin *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.3. incelendiğinde, 8 farklı markalı margarindeki *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının %0–0,17 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Margarin örneklerinin 4'ünde *trans* linolenik asit (C_{18:3}) varlığına rastlanmıştır, 4 örnekte ise *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarının tespit edilemeyen düzeyde olduğu görülmüştür. En yüksek *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarı 7 no'lu markaya ait margarin örneğinde belirlenmiştir. 1,2,4 ve 8 no'lu markalara ait margarin örneklerinde ise tespit edilemeyen düzeyde bulunmuştur. Margarinlerdeki *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.3.4' de verilmiştir.



Şekil 7.3.4 Margarinerin *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının markalara göre değişimleri

Beninca ve ark. (2009)'nın Brezilya kaynaklı margarinerin %13'ünde etiketleme düzenlemelerinin ihlal edildiği tespit edilmiştir. Bizim çalışmamızda ise 8 farklı üreticiye ait markalarda sonuçlara göre üreticilerin etiketleme düzenlemelerine uygun hareket ettikleri görülmüştür. Matsuzaki (2002), 9 Avrupa ülkesi, Japonya ve ABD'de tüp margarinerin içerdiği *trans* yağ asidinin %3'ün üstünde, örneğin ABD'de yüksek değerlerde, %13-16 olduğunu tespit etmiştir. Gagliardi ve ark. (2009), *trans* yağ asidi içeriğinin düşürülmesine rağmen yüksek düzeyde doymuş yağ asidi (çoğunlukla palmitik asit) içerdiği belirlenmiştir.

Wagner ve ark. (2000)'nin margarinerde *trans* yağ asidi oranının %1'in altında olduğunu beyan edenlerde %0,3-0,8 diğer beyan etmeyenlerde %3,0-3,7 olduğunu belirlemiştir. Bizim çalışmamızda da incelediğimiz 8 farklı margarin çeşidindeki toplam *trans* yağ asidi miktarının % 0,19-0,79 aralığında olduğu ve etiketlerinde "*trans* yağ içermez" ifadesi bulunan bu markalar için *trans* yağ asit miktarlarının %1' in altına düşürüldüğü, beyan edilen değere uyulduğu anlaşılmaktadır. Ülkemize ait geçmiş yılların sonuçlarının diğer ülkelere ait sonuçlara göre oldukça yüksek olduğu literatürden görülebilmektedir. *Trans* yağ asitleri miktarlarının düşürülmesine yönelik olarak dünyada yaşanan gelişmelere paralel olarak ülkemizde de önemli çalışmaların yapıldığı ve düşük oranda *trans* yağ asidi içeren (<1%) margarinerin üretilip üretilmediği belirlediğimiz sonuçlardan da anlaşılmaktadır.

7.4. Cips grubuna ait sonuçlar

Çizelge 7.4. incelendiğinde, 5 farklı marka cipsdeki toplam *trans* yağ miktarının % 0,26-1,21 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek toplam *trans* yağ asit miktarı 3 no'lu markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir. En düşük toplam *trans* yağ asit miktarı 1 no'lu markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir.

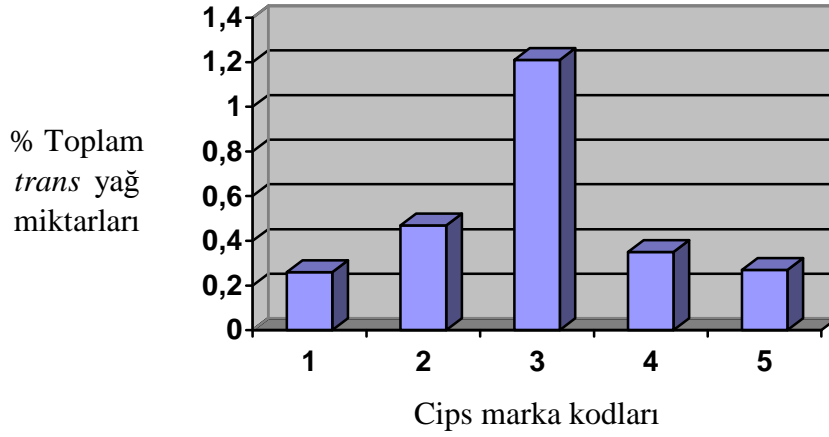
Çizelge 7.4. Cips grubuna ait örneklerin yağ oranları, yağ asiti bileşimleri ve *trans* yağ asiti içerikleri^a

Yağ asitleri	Cips grubu marka kodları				
	1	2	3	4	5
Palmitik asit (C16:0)	39,76	29,08	41,19	39,12	35,43
Stearik asit (C18:0)	5,27	4,76	5,89	6,23	4,46
Oleik asit (C18:1)	42,54	47,92	38,20	40,29	44,78
Σ <i>trans</i> oleik asit (C18:1)	0,07	0,16	0,99	0,25	0,09
Linoleik asit (C18:2)	9,33	16,11	10,09	12,36	12,56
Σ <i>trans</i> linoleik asit (C18:2)	0,15	0,27	0,17	0,10	0,18
Linolenik asit (C18:3)	0,43	0,74	0,21	0,30	0,29
Σ <i>trans</i> linolenik asit (C18:3)	0,04	0,03	0,05	-	-
Diğer yağ asitleri ^b	2,41	0,93	3,21	1,35	2,21
Σ <i>trans</i> yağ asitleri	0,26	0,46	1,21	0,35	0,27
<i>Cips yağ içeriği (%)</i>	<i>24,1</i>	<i>31,6</i>	<i>20,3</i>	<i>28,4</i>	<i>32,8</i>

^a Sonuçlar her bir marka için 3 tekrerrün ortalaması olarak verilmiştir.

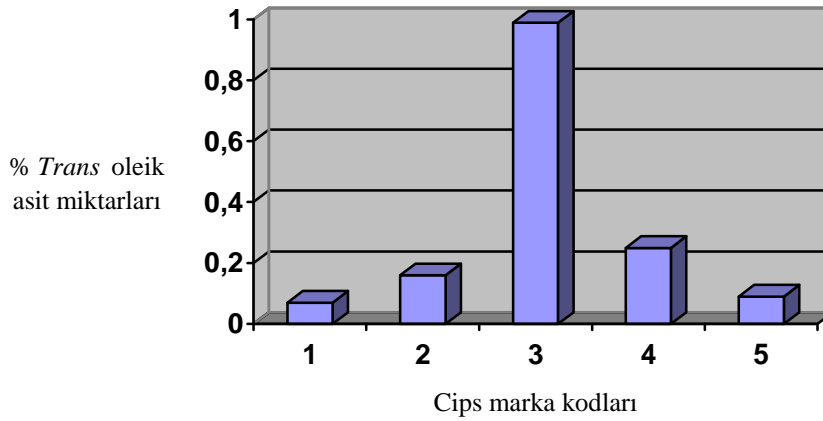
^b 8, 10, 12, 14, 17, 20, 22 ve 24 karbonlu doymuş yağ asitleri ve 16, 17, 20, 22, 24 karbonlu- tek çift bağlı doymamış yağ asitleri toplamıdır.

Cipslerdeki toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.4.1’de verilmiştir.



Şekil 7.4.1. Cipslerin toplam *trans* yağ asit miktarlarının markalara göre değişimleri

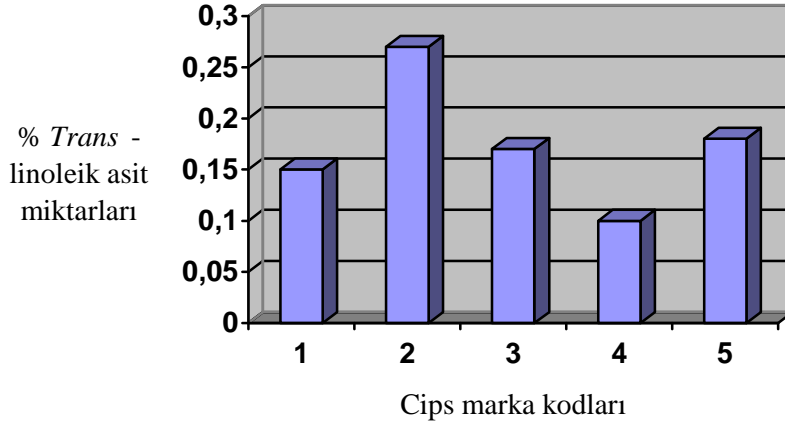
Çizelge 7.4. incelendiğinde, 5 farklı marka cipteki *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı % 0,07-0,99 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 3 no’lu markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir. En düşük *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarı 1 no’lu markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir. Cipslerin *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.4.2’ de verilmiştir.



Şekil 7.4.2. Cipslerin *trans* oleik asit (C_{18:1}) miktarlarının markalara göre değişimleri

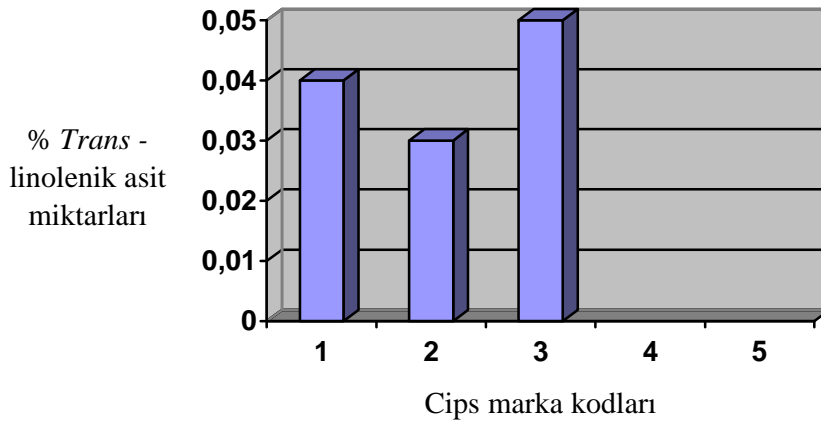
Çizelge 7.4. incelendiğinde, 5 farklı marka cipteki *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarının % 0,15-0,27 arasında değiştiği görülmüştür. En yüksek *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarı 2 no’lu

markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir. En düşük *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarı 4 no'lu markaya ait cips örneğinde belirlenmiştir. Cipslerdeki *trans linoleik* asit (C_{18:2}) miktarlarının markalara göre değişimi Şekil 7.4.3' de verilmiştir.



Şekil 7.4.3. Cipslerin *trans* linoleik miktarlarının markalara göre değişimleri

Çizelge 7.4. incelendiğinde, 5 farklı marka cipteki *trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarının % 0,04 olduğu belirlenmiştir. 4 ve 5 no'lu markalara ait örneklerde belirlenememiştir. *Trans* linolenik asit (C_{18:3}) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi Şekil 7.4.4' de verilmiştir.



Şekil 7.4.4. Cipslerin *trans* linolenik asit miktarlarının markalara göre değişimleri

Aro ve ark. (1998a) patates cipslerinde toplam *trans* yağ asidi %0,67 olarak tespit etmiştir. Bizim çalışmamızda çıkan ortalama olarak toplam *trans* yağ asidi (%0,51) miktarının bu değere yakın olduğu görülmüştür. Yiğit (2007) çalışmasında cipslerdeki toplam *trans* yağ asidi miktarını %0,02–1,35 bulmuştur. Bizim çalışmamızda incelediğimiz 5 farklı cips markalarına ait 4 örnekteki toplam *trans* yağ asidi miktarının %1'in altında olduğu fakat bir örnekteki bu değer %1,2 olduğu ve bu değer yasal beyana uymadığı anlaşılmaktadır.

Wijesundera ve ark. (2007), Avustralya'da kızartılmış patates cipslerinde *trans* yağ asidi değerinin yaklaşık %0,1-0,2 olduğunu belirtmiştir. Fernandez (2000) ise, patates cipslerindeki bu değeri %0,9 olarak belirlemiştir. Huang ve ark. (2006) çalışmalarında oldukça yüksek bir değer olarak patates cipslerindeki %6,39'u vermektedir. Benzer olarak Semma (2002)'de Japonya'daki patates cipslerinde bu değeri %11 olarak bulmuştur. Yüksek değerler cipslerin üretiminde kullanılan yağların formülasyonlarında kısmi hidrojenize yağların olduğunu göstermektedir. 2000'lerin başlarında ülkemize ait bir çalışmada (Dağlıoğlu ve ark. 2002) yine düşük değerler (mısır cipsi için %0,7) bulunmuştur.

Verilen literatürlerden de anlaşıldığı üzere, cipslerdeki toplam *trans* içeriği geniş bir aralıkta değişmektedir. Ancak dünyada ve de ülkemizde çeşitli yasal düzenlemelerin gerçekleştirilmesi ile bu değerlerin geçmişe nazaran oldukça düşüş gösterdiği de açıktır. Cipslerdeki *trans* C_{18:1} miktarının kaynağı büyük ihtimalle kısmi hidrojene tekniği ile üretilen yağlardır. *Trans* C_{18:2}, *trans* C_{18:3} asitleri ise rafinasyon tekniği sırasında ve/veya cipslerin kızartılmaları sırasında uygulanan yüksek sıcaklıklardan kaynaklanabilir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Çağımızdaki sağlık sorunlarının çoğunun esasında dengesiz, düzensiz ve hatta yetersiz beslenme tarzları neden olmaktadır. Modern insanların beslenme alışkanlıklarında hamburger, pizza, cips vb. fast food tarzı hazır gıdaların tüketimi giderek daha fazla yer almaktadır. Bunlara ilave olarak, yüksek yağ içerikli diğer endüstriyel gıdalar da yoğun olarak tüketilmektedir. Bu ürünler doğal yapıları oldukça değiştirilmiş olan şorteningleri (endüstriyel yağlar) büyük ölçüde içermektedir. Bu tür hazır gıdaların aşırı alımı sonucu oluşan yetersiz ve dengesiz beslenmenin obezite gibi hastalıklara neden olurken özellikle endüstriyel uygulamalar ile oluşan *trans* yağ asitlerinin yüksek düzeylerde alınması koroner kalp hastalıklarına yol açmaktadır. Doymamış yağ asitleri ve özellikle esansiyel yağ asitleri bu riski azaltmaktadır. Doymuş yağ asitleri ise kanda kolesterol düzeyinin yükselmesine neden olduğu ve LDL/HDL oranını da yükselttiğinden kardiyovasküler kalp hastalıkları riskini ciddi bir oranda arttırdığı bilinmektedir. Ancak doymuş yağ asitlerinden stearik asidin bu konuda nötr olarak etkisiz olduğu açıklıkla bilinir.

Trans yağ asidi alımının azaltılması veya sıfırlanması gerekmektedir. Margarinler ve şorteningler başta olmak üzere, fast food tarzı hazırlanan gıdalarda ve kek, bisküvi, cips, milföy hamuru, kurabiye, mayonez gibi birçok endüstriyel gıdada *trans* yağ asitleri bulunabilmektedir. Bu tür gıdalardaki *trans* yağ asitleri, endüstriyel nedenlerle oluşabildiği gibi ruminant kaynaklı da olabilmektedir. Ancak son yıllardaki çeşitli yayınlarda *trans* yağ asitlerinin doğal kaynaklı ve proses uygulamaları neticesinde oluşanlar şeklinde ayırımın yapılması gerektiği ifade edilmektedir. Zira konjuge yağ asitleri içerisinde *trans* formlar söz konusudur. Yine et ve süt ürünleri kaynaklı vaksenik ve *trans* palmitoleik gibi doğal halde bulunan yağ asitlerinin sağlığa olumsuzluğun aksi de sağlık için önemli yağ asitleri olduğu son yıllardaki çalışmalarda ifade edilmektedir. *Trans* yağ asitleri alımının önemli bir nedeni kısmi hidrojenasyon yöntemiyle elde edilen hidrojenize yağların gıda formülasyonlarında kullanılmasıdır. Endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asidi düzeyinin azaltılması için özellikle hidrojenasyon yerine interestefikasyon ve fraksiyonizasyon gibi alternatif üretim teknikleri kullanılmaktadır. Rafinasyon yöntemlerinde ise, deodorizasyon gibi aşamalarda; sıcaklık, basınç ve süre gibi parametreler optimize edilerek *trans* yağ asidi oluşumu azaltılmaktadır.

Son yıllarda yapılan çalışmalara göre, ruminant kaynaklı doğal *trans* yağ asitleri alımında bir değişimin olmadığı görülmüştür. Zaten alınan toplam *trans* yağ asitleri içerisinde payı oldukça düşüktür. Endüstriyel uygulamalarla oluşan *trans* yağ asitlerinin azaltılmaları önemlidir. Başta WHO ve uluslararası çeşitli kamusal sağlık kuruluşlarının *trans* yağ asit tüketimini azaltmaya yönelik tavsiyeleri, birçok gıda ile ilgili sivil toplum kuruluşlarının bu konudaki çalışmaları, tüketicin bilinçlenmesi sonucu oluşan sosyal baskılar ve etiket bilgilerinde yapılan yasal düzenlemeler ile *trans* yağ asitleri alımı giderek azalmaktadır.

Daha öncede ifade edildiği üzere hatırlatmak gerekirse, ülkemizde içeriğinde *trans* yağ asitleri bulunan gıdalar için, Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine göre, besin öğeleri ile ilgili beyan tablosunda “*trans* yağ asidi içermez” ifadesinin yer alabilmesi için *trans* yağ asidinin gıdadaki toplam yağın 100g’ında 1g’dan az olma şartı bulunmaktadır. Bu düzenlemeler ile birlikte, birçok firma bu konuda etiket bilgilerinde düzenlemeye giderek gıdada toplam yağdaki *trans* yağ asidi düzeyinin %1’in altında olduğunu beyan etmektedirler. Bu gelişmelere rağmen ülkemizde Danimarka örneğinde olduğu gibi belirli bir miktarın üzerinde *trans* yağ asidinin bulunması ile ilgili henüz bir yasaklama bulunmamaktadır.

Sonuç olarak bu çalışmada, etiketlerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan bazı gıdaların Türk Gıda Kodeksi’nin ilgili tebliğine uygunluğu incelenmiş olup gıda grupları olarak kek (8 adet), bisküvi (8 adet), margarin (8 adet) ve cips (5 adet) olmak üzere toplam 29 farklı markaya ait örnekte analizler yapılmıştır. Analiz sonuçlarına göre kek, bisküvi, margarin ve cipslerdeki toplam *trans* yağ asidi miktarları sırasıyla; % 0,17-0,92; %0,11-0,46; %0,19-0,79 ve %0,26-1,2 arasında değişmektedir. Çalışılan 29 markaya ait örneklerden biri hariç diğer tüm örneklerdeki *trans* yağ asidi miktarının ilgili tebliğdeki koşulu sağladığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar ülkemiz adına çok sevindiricidir. Zira gelişmiş ülkelerdeki gelişmelere paralel olarak ulusal yağ sektörümüzün kısmi hidrojenasyon tekniğine alternatif teknikleri kullandığı anlaşılmaktadır. Ulusal gıda sektörü içerisinde margarin sektörümüzün gerçekten oldukça ileri teknolojileri uyguladığı da bilinmektedir.

Diğer taraftan, etiketlerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan gıdaların sınırsız bir şekilde tüketilebileceği anlamına gelmemektedir. Çünkü bu ürünlerde *trans* yağ asidini yerini doymuş yağ asitleri almıştır. Snack ve fast food ürünleri ve benzer diğer gıdalar bilhassa çocuklar ve gençler tarafından yüksek oranlarda tüketilmektedir. Dolayısıyla sağlığa olumsuz tesiri olabilecek gıdaların tüketimi sınırlandırılmalıdır.

Etiket bilgilerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan gıdalara genel olarak bakıldığında, bunların gıda sektöründeki büyük firmaların olduğu, diğer küçük-orta ölçekli firmaların ise bu konuda herhangi bir çalışma yapmadıkları veya yapamadıkları da anlaşılmaktadır. Öyle anlaşılıyor ki *trans* yağ asidi alımının engellenebilmesi için kısmi hidrojenizasyon yöntemi yerine mutlaka alternatif yöntemlerin kullanılması gerekmektedir. Bu durumda Ar-Ge çalışmalarını zorunlu kılar. Küçük ve orta ölçekli işletmelerin üretim maliyetlerini azaltmak için daha az maliyetli yöntemleri tercih etmelerini zorunlu kılmaktadır.

Gıda etiketlerinde *trans* yağ asidi miktarlarının belirtilmesi zorunluluğunun bu yağ asidinin azaltılmasına yönelik önemli etkide bulunmaması halinde Dünya Sağlık Teşkilatı kısmi hidrojenize yağ üretiminin safha safha devre dışı bırakılabilmesi için *trans* yağ asidi alımını azaltmaya yönelik yasaklayıcı önlemler alınması gerektiğini önermektedir. Ayrıca tüketicilerin daha fazla bilinçlendirilmesi ile sektöre toplumsal baskının arttırılması sağlanmalıdır.

9. KAYNAKLAR

- Ackman RG, Hooper SN and Hooper DL (1974). Linoleic acid artifacts from the deodorization of oils. *Journal American Oil Chemists Society*, 51:42–49.
- Anonim (1998). Türk Gıda Kodeksi yemeklik zeytinyağı ve yemeklik prina yağı hakkında tebliğ, Tebliğ No:98/7, Resmi Gazete, S.23323, 8-16.
- Anonim (2003). Regulations amending the food and drug regulations (nutrition, labeling, nutrient content claims and health claims). Department of Health Canada Gazette Part, 11 January 2003.
- Anonim (2006a). Monoenic Fatty Acids. <http://www.cyberlipid.org> (erişim tarihi, 10.12.2010).
- Anonim (2006b). Yağlar ve Kolesterol. <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/fats> (erişim tarihi, 17.12.2010).
- Anonim (2006c). *Trans* Fats, Alzheimer Disease And Cognitive Decline. <http://www.tfx.org.uk/page131.html>. (erişim tarihi, 03.11.2010).
- Anonim (2007a). Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları tebliğinde değişiklik yapılması hakkında tebliğ (tebliğ no.40), 23.08.2007 ve 26622 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim (2007b). *Trans* fatty acids (TFA), Institute of Food Science and Technology Trust Fond, www.ifst.org (erişim tarihi, 15.11.2010).
- AOCS (1992). Official Methods and Recommended Practices of the American Oil Chemists' Society, 4th Ed., American Oil Chemists' Society, Champaign, IL. Method.ce 2-66.
- Arıcı M, Taşan M, Geçgel Ü, Özsoy S (2002). Determination of fatty acid composition and total *trans* fatty acids of Turkish margarines by capillary Gas-Liquid Chromatography. *Journal American Oil Chemists Society*, 79, 439–441.
- Aro A, Amaral HM, Kesteloot H, Rimestad A, Thamm M, Van Poppel G (1998a). *Trans*FA in French Fries, Soups and Snacks From 14 European Countries: The Transfair Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 170-177.
- Aro A, Amelsvoort JV, Becker W, Van Erp- Baart MA, Kafatos A, Leth T, Van Poppel (1998b). *Trans* FA in Dietary Fats and Oils From 14 European Countries: The Transfair Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 137-149.
- Aro A, Antoine JM, Pizzoferrato L, Reykdal OA, Van poppel G (1998c). *Trans* FA in Dairy and Meat Products From 14 European Countries: The Transfair Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11, 150-160.

- Başol B (2006). Ülkemizde Üretilen Bazı Şorteninglerin Yağ Asidi Bileşimlerinin ve *Trans* Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. T.Ü Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 75s.
- Beninca C, Zanoelo FE, Luzjunior LF, Spricigo CB (2009). *Trans* fatty acids in margarines marketed in Brazil: Content, labeling regulations and consumer information. European Journal Lipid Science Technology, 111: 451–458.
- Bensadoun A (2003). *Trans* Fatty Acids- health and labeling issues. Division of Nutritional Sciences, Cornell University. www.nutrition.cornell.edu/index.html. (erişim tarihi, 03.11.2010).
- Castro MA, Barros RR, Bueno MB, Cesar CLG, Fisberg RM (2009). *Trans* fatty acid intake among the population of the city of Sao Paulo. Southeastern Brazil Rev Saúde Pública, 43 (6):991-7.
- Çağlav G (2008). Marketlerde satılan keklerdeki *trans* yağ asitlerinin belirlenmesi. S.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 35s.
- Çakmak YS (2007). Marketlerde satılan çikolatalardaki *trans* yağ asitlerinin belirlenmesi. S.Ü Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 39s.
- Çiftçioğlu G (1997). Naturel Zeytinyağlarındaki *Trans* Yağ Asitlerinin Nitelik ve Niceliklerinin Tespiti Üzerinde Araştırmalar. E.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi.
- Çolak FA (2006). Işınlamanın Çörekotunun (*Nigella sativa* L.) Bazı Fizikokimyasal, Mikrobiyolojik Özellikleri ve Yağ Asitleri Kompozisyonuna Etkisi. T.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi, 42s.
- Dağlıoğlu O, Taşan M, Tunçel B (2000a). Determination of Fatty Acid Composition and Total *Trans* FA of Turkish Biscuits by Capillary Gas Liquid Chromatography. European Food Research Technology, 211, 41-44.
- Dağlıoğlu O, Taşan M, Tuncel B (2000b). Effects of Microwave and Conventional Baking on the Oxidative Stability and Fatty Acid Composition of Puff Pastry. Journal of the Americal Oil Chemist's Society, 77 (5) 543-545.
- Dağlıoğlu O, Taşan M, Tunçel B (2002). Determination of FA Composition and Total *Trans* FA in Cereal Based Turkish Foods. Turkish Journal Of Chemistry, 26, 705-710.
- Dionisi F, Golay PA, Fay LB. (2002). Influence of Milk Fat Presence on the Determination of *Trans* FA in Fats Used for Infant Formulae. Analytica Chimica Acta, 465, 395-407.
- Elios SL, Innis SM (2002). Bakery foods are the major dietary source of *trans* fatty acid among pregnant women with diets providing 30 percent energy from fat. Journal of

American Dietetic Association 102 (1) 46–51.

Enig MG, Pallansch LA, Sampugna J and Keeney M (1995). Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on *trans* components. Journal American Oil Chemists Society, 60, 1781-1795.

Fernandez PM (2000). Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food. Journal of Food Composition and Analysis, 13, 275-281.

Friesen R, Sheila MI (2006). *Trans* Fatty Acids in Human Milk in Canada Declined with the Introduction of *Trans* Fat Food Labeling. The Journal of Nutrition, 136, 2558-2561.

Gagliardi ACM, Filho JM, Santos RD (2009). Nutritional profile of foods with zero *trans* fatty acids claim. Rev Assos Med Bras 55 (1) 50-3.

Greyt W de, Radanyi O, Kellens M, Huyghebeart A (1996). Contribution of *trans* fatty acids from vegetable oils and margarines to the Belgian diet. Fett/Lipid, 98, 30–33.

Gurr MI (1996). Dietary fatty acids and *trans* unsaturation. Nutrition research reviews, 9, 259-279.

Gümüşkesen AS (1999). Bitkisel Yağ Teknolojisi. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği, Yayın no.5, 93–143, İzmir.

Henon G, Kemeny Z, Recseg K, Kocari K, Zwobada F (1999). Deodorization of Vegetable Oils. Part1: Modelling The Isomerization of Polyunsaturated Fatty Acids. Journal of American Oil Chemists' Society, 76, 73-81.

Huang Z, Wang B, Pace RD, OH HJ (2006). *Trans* fatty acid content of selected foods in an African-American community. Journal of Food Science 71 (6) 322-327.

Hunter JE, Applewhite TH (1991). Reassessment of *trans* fatty acid availability in the US diet. The American Journal of Clinical Nutrition, 54, 363-369.

Hunter JE (2005). Dietary levels of *trans* fatty acids: basis for health concerns and industry efforts to limit use. Nutrition Research, 25, 499–513.

ICC (1982). Standart Methods of the International Association for Cereal Chemistry Standard No:136, ICC, Detmold, Germany.

Innis SM, Green TJ, Halsey TK (1999). Variability in The *Trans* Fatty Acid Content Of Foods Within A Food Category: Implications for Estimation of Dietary *Trans* Fatty Acid ntakes. Journal of the American College of Nutrition, 18, 3, 255-260.

Jakobsen MU, Bystted A, Andersen NL (2006). Intake of *Trans* Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease-An Overview. Atherosclerosis Supplements 7, 9-11

- Kahyaoğlu G (2006). Gıda maddelerinde *trans* yağ asidi içeriklerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesi, T.Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi.
- Kandhro A, Sherazi STH, Mahesar SA, Bhanger MI, Talpur MY, Rain S (2008). Monitoring of Fat Content, Free Fatty Acid and Fatty Acid Profile Including *trans* Fat in Pakistani Biscuits. Journal American Oil Chemists Society, 85, 1057–1061.
- Karaali A (1997). Yemeklik Yağlar ve Sağlıkla İlişkileri. Gıda Teknolojisi, 1 (6) 51-54.
- Karabulut S, Turan S (2006). Some Properties of Margarine and Shortenings Marketed in Turkey. Journal of Food Composition and Analysis, 19, 55-58.
- Karabulut İ (2007). Fatty acid composition of frequently consumed foods in Turkey with special emphasis on *trans* fatty acids. International Journal of Food Sciences and Nutrition, 58 (8) 619–628.
- Kaufmann HP (1958). Analyse der Fette und Fettprodukte, Einschliesslich der Wachse, Harze und Verwandter Stoffe, Allgemeiner Teil, Springer Verlag Berlin/Göttingen/Heidelberg, 1-305.
- Kayahan M (2002). Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri, 1. Baskı, ODTÜ Yayıncılık, 1–17, Ankara.
- Kayahan M (2003). Yağ Kimyası, 1. Baskı, ODTÜ Yayıncılık, s.40, Ankara.
- Kellens M (1997). Current Developments in Oil Refining Technology, Belgium Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, 35-48.
- Kemeny Z, Recseg K, Henon G, Kovari K, Zwobada F (2001). Deodorization of Vegetable Oils: Prediction of *Trans* Polyunsaturated Fatty Acid Content. Journal of American Oil Chemists' Society, 973-979.
- Kesim M (1996). Gıda teknolojisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 909, Eskişehir, 218s.
- Kıralan M, Yorulmaz A, Ercoşkun H (2005). *Trans* Yağ Asitleri Kaynakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri. Gıda ve Yem Teknolojisi, 7, 52-64.
- Koletzko B, Mrotzek M, Bremer HJ (1988). Fatty-acid composition of mature human-milk in Germany. American Journal of Clinical Nutrition, 47, 954–959.
- Koletzko B (1991). Intake, metabolism and biological effects of *trans*-isomeric fatty acids with infants. Nahrung, 35, 229–283.
- Laloux L, Chaffaut L, Razanamahefa L, Lafay L (2007). *Trans* fatty acid content of foods and intake levels in France. Journal of Lipid Science Technology, 109, 918–929.

- Larque E, Zamora S, GIL A (2001). Dietary *trans* fatty acids in early life: a review, *Early Human Development*, 65, 31–41.
- Leth T, Jensen HG, Mikkelsen AE, Bysted A (2006). The effect of the regulation on *trans* fatty acid content in Danish food. *Atherosclerosis Supplements*, 7, 53–56.
- Linstromberg WW, Uyar T (1976). *Modern Organik Kimya*. Bizim Büro Yayın evi, Ankara.
- Marcason W (2006). How many grams of *trans*-fat are recommended per day. *Journal of American Dietetic Association*, 106, 1507.
- Martin CA, Carapelli R, Visantainer JV, Matsushita M, De Souza NE (2005). *Trans* Fatty Acid Content of Brazilian Biscuits, *Food Chemistry*, 93, 445-448.
- Matsuzaki H, Okamoto H, Aoyama M, Maruyama T, Niiya I, Yanagita T, Sugano M (2002). *Trans* Fatty Acids in Margarines Marketed in Eleven Countries. *Journal Of Oleo Science*, 51 (8) 555-561.
- Mayes PA, Murray RK, Granner DK and Rodwel VW (1993). *Harper's Biochemistry*, Barış Kitabevi, İstanbul, 258-259.
- Medina JLA, Gamez MN, Ortega GJ, Noriega RJA, Angulo GO (2000). *Trans* fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. *Journal of American Oil Chemists Society*, 77, 721–724.
- Mensink RP, Katan MB (1990). Effect of dietary *trans* fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects. *New England Journal of Medicine*, 323, 439–445.
- Mensink RP, Zock PL, Kester AD, Katan MB (2003). Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. *American Journal Of Clinical and Nutrition*, 77, 1146–1155.
- Nas S, Gökalp HY, Ünsal M (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Yayınları, Denizli, 301s.
- Norris S (2005). *Trans* Fats: The Health Burden. Parliamentary Information and Research Service Science and Technology Division.
- Oomen CM, Ocke MC, Feskens EJM, Van Erp-Baart MAJ Kok, FJ, Kromhout D (2001). Association Between *Trans* Fatty Acid Intake and 10-Year Risk of Coronary Heart Disease in the Zutphen Elderly Study: A Prospective Population- Based Study. *Lancet*, 357, 746-51.
- Ovesen L, Leth T, Hansen K (1996). Fatty acid composition of Danish margarines and

- shortening, with special emphasis on *trans* fatty acids. Denmark, *Lipids* 31 (9) 971–975.
- Par Cerisa J, Codany R, Boatella J, Rafecas M (1999). Fatty acids including *trans* content of commercial bakery products manufactured in Spain. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47 (5) 2040–2043.
- 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.
- Polan CE, McNeill JJ, Tove SB (1964). Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. *Journal of Bacteriology*, 88 (4) 1056-1064.
- Ratnayake WMN, Zehaluk C (2005). *Trans* fatty acids in food and their labeling regulations. In: *Healthful Lipids*. Akoh CC, Lai O-M (eds). AOCS Press pp. 1–32, Champaign, IL, USA.
- Sağdıç O, Dönmez M, Demirci M (2004). Comparison of Characteristics and Fatty Acid Profiles of Traditional Turkish Yayık Butters Produced From Goats', Ewes' or Cows' Milk. *Food Control*, 15, 485-490.
- Sanders TAB (1988). Essential and *Trans* Fatty Acids in Nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 1, 57-78.
- Sanders TAB, Grassi T, Miller GJ and Morrissey JH (2000). Influence of fatty acid chain length and *cis/trans* isomerization on postprandial lipemia and factor VII in healthy subjects (postprandial lipids and factor VII). *Journal Of Atherosclerosis Research*, 149(2): 413-420.
- Schakel SF, Harnack L, Wold C, Van Heel N and Himes JH (1999). Incorporation of *trans* fatty acids into a comprehensive nutrient database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12, 323–331.
- Schwarz W (2000). Formation of *Trans* Polyalkenoic Fatty Acids During Vegetable Oil Refining. *European Journal Of Lipid Science Technology*, 102, 648-649.
- Semma M (2002). *Trans* Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks. *Journal of Health Science*, 48 (1) 7-13.
- Sharp T (2001). Technical constraints in the development of reduced fat bakery products. *Proceeding of the Nutritional Society* 60 (4) 489–496
- Smith LM, Dunkley WL, Franke A, Dairiki T (1978). Measurement of *Trans* and Other Isomeric Unsaturated Fatty Acids in Butter and Margarin. *Journal of American Oil Chemists' Society*, 55, 257-261.

- Steinhart H, Pfalzgraf A (1994). *Trans*- Fettsäuren in Lebensmitteln. Fat Science Technology, 2, 42-44.
- Stender S, Dyerberg J (2003). Influence of *Trans* Fatty Acids on Health. A Report from the Danish Nutrition Council, Yayın No: 34.
- Stender S, Dyerberg J, Bysted A, Leth T, Astrup A (2006). A *trans* world journey. Atherosclerosis Supplements 7, 47–52.
- Taşan M, Demirci M (2003). *Trans* fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. Journal of American Oil Chemists Society, 79, 825–828.
- Taşan M, Demirci M ve Geçgel Ü (2005). Bitkisel Sıvı Yağlarda *Trans* Yağ Asitleri. Hasad Gıda, 21 (242) 31-35.
- Taşan M, Dağlıoğlu O (2005). *Trans* yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2 (1) 79-88.
- Taşan M, Kahyaoğlu G, Demirci M (2007). Beslenmemizde *trans* yağ asitlerinin kaynakları. Gıda Teknolojisi, 11 (7) 50–54.
- Taşan M, Geçgel Ü (2008). *Trans* yağ asitleri ile ilgili yasal düzenlemeler ve yağ endüstrisine etkileri. TMMOB Kimya Mühendisleri Odası Güney Bölge Şubesi, Bitkisel Yemeklik Yağlar Sempozyumu, 82-86s, Adana.
- Tavella M, Peterson G, Espeche M, Cavallero E, Cipolla L, Luis P, Caballero B (2000). *Trans* fatty acid content of selection of foofs in Argentina, Food Chemistry Analytical, Nutritional and Clinical Methods, Section:69, 209–213.
- Torres D, Casal S, Oliveria MBPP (2002). Fatty acid composition of Portuguese spreadable fats with emphasizing on *trans* isomer. European Food Technology, 214, 108-111.
- Triantafillou D, Zografos V, Katsikas H (2003). Fatty acid content of margarines in the Grek market (including *trans*-fatty acids): A contribution to improving consumers information. International Journal Of Food Science And Nutrition, 54, 135-141.
- Van Erp-Baart, M-A, Couet C, Cuadrado C, Kafatos A, Stanley J, Van Poppel G (1998). *Trans* Fatty Acids in Bakery Products From 14 European Countries: the Transfair Study. Journal Of Food Composition an Analysis, 11, 161-169.
- Vicaria TM, Grigual V, Lean- Camacho M (2003). Multivariate charecteritation of the fatty acid profile of Spanish cookies and bakery products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 51 (1) 134–139.
- Wagner KH, Auer E, Elmadfa I (2000). Content of *trans* fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. European Food Research

Technology. 210:237–241.

- Wassell P, Young NWG (2007). Food applications of *trans* fatty acid substitutes. *International Journal Food Science and Technology*, 42, 503-517.
- Watkins SM and German JB (2002). Metabolomics and biochemical profiling in drug discovery and development *Current Opinion in Molecular Therapeutics* 4 (3) 224–228.
- Wijesundera C, Richards A, Ceccato C (2007). Industrially produced *trans* fat in foods in Australia, 84, 433-442.
- Willett WC, Stampfer MD, Manson JE (1993). Intake of Trans Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease Among Women. *The Lancet*, 341, 581-585.
- Wolff RL (1993a). Heat-induced geometrical isomerization of α -linolenic acid: effect of temperature and heating time on the appearance of individual isomers. *Journal of American Oil Chemists Society*, 70, 25–430.
- Wolff RL (1993b). Occurrence of artificial *trans* -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. *Sciences des Aliments*, 13, 155–163.
- Yilmam L (2005). Ham Soya Yağlarının *Trans* Yağ Asidi İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Çalışma, T.Ü. Fen Bil. Enst. Yüksek Lisans Tezi.
- Yılmaz I (2004). Effects of Rye Bran Addition on Fatty Acid Composition and Quality Characteristics of Low Fat Meatballs. *Meat Science*, 67, 245-249.
- Yiğit Ş (2007). Türkiye’deki marketlerdeki cipslerdeki *trans* yağ asitlerinin belirlenmesi, S. Ü. Fen Bil. Ens. Yüksek Lisans Tezi 40s.
- Zagarska Z, Barejza Z (2001). *Trans* fatty acid content of some food products in Poland, *Journal of Food Lipids* 8 (4) 271–279.
- Zock PL, Katan MB (1997). Butter, margarine and serum lipoproteins. *Atherosclerosis*, 131, 7-16.
- Zock PL (2006). Health problems associated with saturated and *trans* fatty acid intake. Woodhead Publishing In *Food Science, Technology and Nutrition*, 3-24.

ÖZGEÇMİŞ

17.03.1983 Akşehir/Konya doğumludur. 2000 yılında Bursa Fatih Lisesi'nde lise öğrenimini, 2004 yılında Uludağ Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nde lisans öğrenimini tamamladı. 2007 yılında ise Çatalca İlçe Tarım Müdürlüğü'ne gıda denetçisi olarak atanmış olup halen görevine devam etmektedir.

Bekir Alper DEMİR
Tekirdağ, 2011