



T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TRANS YAĞ ASİTLERİNE KARŞI KÜRESEL MÜCADELEDE TÜRKİYE’NİN
KONUMU: YASAL DÜZENLEMELER, ETİKETLEME, TÜKETİMİN
AZALTILMASI İÇİN STRATEJİLER

Nesrin KURAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Şubat-2022
MUŞ
Her Hakkı Saklıdır



**T.C.
MUŞ ALPARSLAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**TRANS YAĞ ASİTLERİNE KARŞI KÜRESEL MÜCADELEDE TÜRKİYE’NİN
KONUMU: YASAL DÜZENLEMELER, ETİKETLEME, TÜKETİMİN
AZALTILMASI İÇİN STRATEJİLER**

Nesrin KURAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER

Şubat-2022

MUŞ

Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL ve ONAYI

NESRİN KURAN tarafından hazırlanan “*Trans* Yağ Asitlerine Karşı Küresel Mücadelede Türkiye’nin Konumu: Yasal Düzenlemeler, Etiketleme, Tüketicinin Azaltılması İçin Stratejiler” adlı yüksek lisans tezi çalışması .../.../... tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Güvenliği Anabilim Dalı’nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Gökhan DURMAZ

.....

İnönü Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER

.....

Muş Alparslan Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye

Prof. Dr. Murat Aydın ŞANDA

.....

Muş Alparslan Üniversitesi

Fen Edebiyat Fakültesi

Moleküler Biyoloji Anabilim Dalı

Üye

Doç. Dr. Zeynal TOPALCENGİZ

.....

Muş Alparslan Üniversitesi

Mühendislik Mimarlık Fakültesi

Gıda Mühendisliği Bölümü

Üye

Dr. Öğr. Üyesi Yalçın DİCLE

.....

Muş Alparslan Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Fakültesi

Beslenme ve Diyetetik Anabilim Dalı

Yukarıdaki sonuç;

Enstitü Yönetim Kurulu/...../..... Tarih ve/..... nolu kararı ile onaylanmıştır.

.....

FBE Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

Bu tezdeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edildiğini ve tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

DECLARATION PAGE

I hereby declare that all information in this document has been obtained and presented in accordance with academic rules and ethical conduct. I also declare that, as required by these rules and conduct, I have fully cited and referenced all material and results that are not original to this work.

Nesrin KURAN

Tarih: 22.02.2022

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TRANS YAĞ ASİTLERİNE KARŞI KÜRESEL MÜCADELEDE TÜRKİYE’NİN KONUMU: YASAL DÜZENLEMELER, ETİKETLEME, TÜKETİMİN AZALTILMASI İÇİN STRATEJİLER

Nesrin KURAN

Muş Alparslan Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Güvenliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER

Trans yağ tüketiminin olumsuz etkileri iyi belgelenmiş olmasına rağmen, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağlar hala çeşitli gıda ürünlerinde kullanılmaktadır. Dünya Sağlık Örgütü’nün 2023 yılına kadar küresel *trans* yağ tüketimini sıfıra indirmeyi hedefleyen ‘REPLACE’ eylem planı ile dünya ülkeleri tarafından *trans* yağın sıfırlanmasına yönelik adımlar atılmaktadır. Bu tez çalışmasında Türkiye’de piyasada bulunan paketlenmiş gıda ürünlerinin *trans* yağ içerik bilgileri ve kullanılan mevcut yağ çeşitleri (en yaygın 6 adet) araştırılmıştır. Toplamda 11 kategoriye ayrılan 1411 paketlenmiş gıda ürünü incelenmiştir ve bu ürünlerin %71.2’sinin *trans* yağsız içeriklere sahip olduğu tespit edilmiştir. Bu ürünlerin %18.1’inin *trans* yağ içerme olasılığı düşük yağ bileşenleri bulundurduğu gözlemlenmiştir. Etiket bilgisine göre, tüm kategorilerde ‘*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez’ ifadelerinin kullanım oranı %25’tir. Elde edilen verilere göre Türkiye’de satışa sunulan paketli gıdaların %1’inde *trans* yağ içeren endüstriyel yağ kullanımının olduğu, %2.4’ünün muhtemel *trans* yağ içerebilecek bileşenler içerdiği, %7.1’inde ise içerik bilgilerinde belirsiz ifadelerin kullanıldığı tespit edilmiştir. Kullanılan yağ çeşitlerinde ise genel olarak %32.61 oranında palm yağı ve %20.72 oranında ayçiçek yağı bulunmaktadır. *Trans* yağın sıfırlanması politikası doğrultusunda mevcut seviyenin daha da düşürülebilmesi için etkili politikalar geliştirilmeli, var olan politikalar güncellenmeli, etiketleme bilgilerinde muğlak ifadelerin önüne geçilmeli ve denetim mekanizmalarının aktif olarak çalışması gerektiği sonucuna varılmıştır.

2022, 84 Sayfa

Anahtar Kelimeler: Gıda etiketleri, halk sağlığı, market araştırması, paketlenmiş gıdalar, ‘REPLACE’ eylem planı, *trans* yağ asitleri

ABSTRACT

MS THESIS

TURKEY’S POSITION IN THE GLOBAL STRUGGLE AGAINST *TRANS* FATTY ACIDS: LEGAL REGULATIONS, LABELING, STRATEGIES FOR REDUCING CONSUMPTION

Nesrin KURAN

Muş Alparslan University
Natural and Applied Science
Department of Food Safety

Advisor: Assist. Prof. Dr. Necattin Cihat İÇYER

Although the negative effects of *trans* fat consumption are well documented, industrially produced *trans* fats are still used in a variety of food products. With the ‘REPLACE’ action plan of the World Health Organization, which aims to reduce global *trans* fat consumption to zero by 2023, steps are taken by the countries of the world to zero *trans* fat. In this thesis study, the *trans* fat content information of packaged food products in the market in Turkey and the types of fats used (6 most common) were investigated. In total, 1411 packaged food products divided into 11 categories were examined and it was determined that 71.2% of these products had *trans* fat-free ingredients. It has been observed that 18.1% of these products contain fat components that are unlikely to contain *trans* fat. According to the label information, the usage rate of 'no *trans* fat or *trans* fat free' statements in all categories is 25%. According to the data obtained, it has been determined that 1% of packaged foods offered for sale in Turkey use industrial oil containing *trans* fat, 2.4% contain components that may contain *trans* fats with a probable, and ambiguous expressions are used in the content information in 7.1% has been done. The oil types used are generally 32.61% palm oil and 20.72% sunflower oil. It has been concluded that effective policies should be developed, existing policies should be updated, ambiguous statements in labeling information should be avoided, and control mechanisms should work actively in order to further reduce the current level in line with the policy of zeroing *trans* fat.

2022, 84 Pages

Keywords: Food labels, market research, packaged foods, public health, ‘REPLACE’ action plan, *trans*-fatty acids

ÖNSÖZ

‘Trans Yağ Asitlerine Karşı Küresel Mücadelede Türkiye’nin Konumu: Yasal Düzenlemeler, Etiketleme, Tüketicinin Azaltılması İçin Stratejiler’ adlı bu çalışma Muş Alparslan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gıda Güvenliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Öncelikle tez çalışmam süresince her aşamada bana rehberlik eden danışman hocam Dr. Öğr. Üyesi Necattin Cihat İÇYER’e, veri toplama aşamasındaki katkılarından dolayı Dyt. Zehra AKTI’ya, yazım aşamasındaki katkılarından dolayı ablam Çiğdem KURAN ALADAĞ’a, büyük bir sabır ve ilgiyle beni destekledikleri için aileme ve Dr. İbrahim AKSAKAL’a en içten dileklerimle teşekkürlerimi sunarım.

Nesrin KURAN
MUŞ-2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
ÖNSÖZ	vi
İÇİNDEKİLER	vii
KISALTMALAR	ix
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	x
ÇİZELGELER DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
1.1. REPLACE Eylem Paketi	2
1.2. <i>Trans</i> Yağ Asitlerinin Tanımı	4
1.3. <i>Trans</i> Yağ Asitlerinin Oluşum Yolları	5
1.3.1. Ruminant <i>Trans</i> Yağ Asitleri (r-TFA).....	5
1.3.2. Endüstriyel <i>Trans</i> Yağ Asitleri (i-TFA)	6
1.4. Endüstriyel <i>Trans</i> Yağ Asitlerinin Tüketiminin Küresel Artışı.....	8
1.5. <i>Trans</i> Yağ Asitlerinin Sağlığa Etkisi	10
1.6. <i>Trans</i> Yağ Asidi Analiz Yöntemleri	13
1.7. Endüstriyel <i>Trans</i> Yağlar Yerine Kullanılabilecek Alternatif Yöntemler	17
1.7.1. Hidrojenasyon işleminin modifikasyonu	19
1.7.2. İnteresterifikasyon	19
1.7.3. Fraksiyonlama.....	20
1.7.4. Özelliği geliştirilmiş yağların kullanımı	21
1.7.5. Sıvı Yağ ve Katı Yağ Karışımları.....	22
1.7.6. Oleojelasyon	22
1.8. Paketli Gıdalarda <i>Trans</i> Yağların Etiketlenmesi ve Etiketlemenin Tüketici Üzerindeki Etkisi	22
1.9. Çeşitli Ülkelerde ve Türkiye’de <i>Trans</i> Yağ Asitleriyle İlgili Düzenlemeler.....	26
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	29
3. MATERYAL ve YÖNTEM	37
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA	39
4.1. Tüm Kategorilerde Paketli Gıda Ürünlerinin İçerik Listelerinde Olası <i>Trans</i> Yağ Kaynaklarının Belirlenmesi	39
4.2. Tüm Kategorilerdeki Ürünlerin Yağ Çeşidi İçeriklerinin Karşılaştırılması	50
4.3. Paketli Gıdalarda <i>Trans</i> Yağ İçeriklerinin ve Kullanılan Yağ Çeşitlerinin Kıyaslanması.....	65
5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER	70

KAYNAKLAR	73
-----------------	----



KISALTMALAR

Kısaltmalar

AOAC	:	Resmi Analitik Kimyagerler Derneği
AOCS	:	Amerikan Yağ Kimyası Derneği
ASP	:	Asilasyon Uyarıcı Protein
ATR-FTIR	:	Zayıflatılmış Toplam Yansıma Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
CE	:	Kılcal Elektrofaz
CFIA	:	Kanada Gıda Denetim Ajansı
CLA	:	Konjuge Linoleik Asit
DHA	:	Dokosaheksaenoik Asit
EPA	:	Eikosapentaenoik Asit
FAME	:	Yağ Asidi Metil Esteri
FDA	:	Gıda ve İlaç İdaresi
FID	:	Alev İyonizasyon Dedektörü
FTIR	:	Fourier Dönüşümlü Kızılötesi Spektroskopisi
GC	:	Gaz Kromatografisi
GRAS	:	Genel Olarak Güvenli
HDL	:	Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein
HO	:	Hidrojene yağ
HPLC	:	Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
I-TFA	:	Endüstriyel <i>Trans</i> Yağ Asitleri
KKH	:	Koroner Kalp Hastalığı
LC	:	Sıvı Kromatografisi
LDL	:	Düşük Yoğunluklu Lipoprotein
MS	:	Kütle Detektörü
MUFA	:	Tekli Doymamış Yağ Asitleri
NMR	:	Nükleer Manyetik Rezonans
PHO	:	Kısmen Hidrojene Yağ
PUFA	:	Çoklu Doymamış Yağ Asitleri
R-TFA	:	Ruminant <i>Trans</i> Yağ Asitleri
RP-HPLC	:	Ters Faz-Yüksek Performanslı Sıvı Kromatografisi
SACN	:	Beslenme Bilim Danışma Komitesi
SFA	:	Doymuş Yağ Asitleri
SIC	:	Gümüş İyon Kromatografisi
TFA	:	<i>Trans</i> Yağ Asitleri
LC	:	İnce Tabaka Kromatografisi

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1 Yağ asitleri gösterimi.....	5
Şekil 1.2 Ruminant TFA'nın en baskın izomeri vassenik asit	6
Şekil 1.3 Endüstriyel TFA'nın en baskın izomeri elaidik asit.....	8
Şekil 4.1 Unlu mamüller kategorisi yağ içerik sayısı	51
Şekil 4.2 Atıştırmalık kategorisi yağ içerik sayısı	52
Şekil 4.3 Hazır gıdalar kategorisi yağ içerik sayısı	53
Şekil 4.4 Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi yağ içerik sayısı	54
Şekil 4.5 Bitkisel yağlar kategorisi yağ içerik sayısı.....	55
Şekil 4.6 Pastacılık ürünleri kategorisi yağ içerik sayısı	56
Şekil 4.7 Çikolata ve gofret kategorisi yağ içerik sayısı	57
Şekil 4.8 Dondurma kategorisi yağ içerik sayısı	58
Şekil 4.9 İşlenmiş et ürünleri kategorisi yağ içerik sayısı	59
Şekil 4.10 Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi yağ içerik sayısı ..	60
Şekil 4.11 Toz içecekler kategorisi yağ içerik sayısı.....	61
Şekil 4.12 Tüm ürün kategorilerindeki yağ içerik sayısı.....	62
Şekil 4.13 Paketlenmiş ürünlerin <i>trans</i> yağ içerik oranları	63
Şekil 4.14 Paketlenmiş ürünlerin <i>trans</i> yağ beyanı oranı	64

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 1.1 REPLACE modüllerinin tanıtımı	2
Çizelge 3.1 Etiket bilgilerine göre <i>trans</i> yağ içeriğinin sınıflandırılması	38
Çizelge 4.1 Unlu mamuller kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	39
Çizelge 4.2 Atıştırmalıklar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	40
Çizelge 4.3 Hazır gıdalar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	42
Çizelge 4.4 Sürülebilir gıdalar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	43
Çizelge 4.5 Bitkisel yağ kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	44
Çizelge 4.6 Pastacılık ürünleri kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	45
Çizelge 4.7 Çikolata ve gofret kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	46
Çizelge 4.8 Dondurma kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	47
Çizelge 4.9 İşlenmiş et ürünleri kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	48

Çizelge 4.10 Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı).....	49
Çizelge 4.11 Toz içecekler kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)	50
Çizelge 4.12 Unlu mamüller (bisküvi, kek, kraker vb. mamüller) kategorisinde paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	51
Çizelge 4.13 Atıştırmalıklar (cips, çerez, mısır ürünleri) kategorisinde paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	52
Çizelge 4.14 Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	53
Çizelge 4.15 Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)	54
Çizelge 4.16 Bitkisel yağlar kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	55
Çizelge 4.17 Pastacılık ürünleri kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)	56
Çizelge 4.18 Çikolata ve gofret kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)	57
Çizelge 4.19 Dondurma kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	58
Çizelge 4.20 İşlenmiş et ürünleri kategorisi paketlenmiş gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)	59

Çizelge 4.21 Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek maması kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	60
Çizelge 4.22 Toz içecekler kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	61
Çizelge 4.23 İçindekiler listesinde olası <i>trans</i> yağ kaynakları içeren ve ambalaj üzerinde <i>trans</i> yağ bilgisi (var/yok) bulunduran paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n=ürünsayısı)	68
Çizelge 4.24 Farklı kategorideki paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119).....	69

1. GİRİŞ

Trans yağlar ilk çağlardan beri yaklaşık 2-3 milyon yıl önce hayvansal kaynaklı gıdalar aracılığıyla insan beslenmesinin bir parçası olmuştur (Ungar ve ark., 2006). 20. yüzyılın başlarına gelindiğinde ise *trans* yağlar yalnızca doğal kaynaklardan alınmakla kalmayıp endüstriyel olarak bitkisel sıvı yağlardan katı yağların üretimi yaygınlaşmaya başlamış ve *trans* yağ asidi tüketiminde endüstriyel üretim kaynaklı bir artış yaşanmıştır (Richter ve ark., 2009). *Trans* yağlar gıdaya istenilen tadı ve tekstür özelliklerini kazandırdıkları, ekonomik ve uzun süre bozulmadan muhafaza edilebilir oldukları için özellikle ticari ürünlerde sıklıkla kullanılmaktadır (Bhardwaj ve ark., 2011).

Trans yağ içeriğine sahip gıdaların tüketiminin artması, *trans* yağ asitlerinin (TFA) halk sağlığı üzerindeki etkilerini de artırmıştır (Roe ve ark., 2013). Yağ asitleri insan beslenmesinde en önemli enerji kaynaklarındandır. Bu yüzden yağ asitlerinin metabolizmaya olan etkisi bu alanda çalışan bilim insanları ve halk tarafından merak konusu olmuştur. Yağların insan beslenmesinde miktarının yanında içeriği de oldukça önemlidir (Semma, 2002; Kahyaoğlu, 2006). Diyetle alınan yağların sağlık üzerindeki etkisini toplam yağ miktarı ve bu yağların türü belirlemektedir (Asp ve ark., 2011; Teng ve ark., 2011). Sağlığı olumsuz etkilediği için çeşitli ülkelerde *trans* yağ asitlerini diyetle azaltmaya yönelik öneriler sunulmuştur. Bu diyet önerilerinin amacı zararlı yağların plazma (kanın sıvı kısmı) seviyelerini azaltmak ve yararlı çoklu doymamış yağların seviyelerini arttırmaktır (Benatar ve Stewart, 2014). Dünya Sağlık Örgütü' ne (WHO) göre *trans* yağ asitlerini tüketimi hiçbir zaman toplam enerji tüketiminin %1'ini aşmamalıdır (Amine ve ark., 2002; WHO, 2012). WHO, birçok ülkede gıda ürünlerinde TFA içeriğini azaltmak için çalışmalar yapmıştır. Ancak WHO'nun tavsiyelerine ve stratejilerine uygun adımlar atmak ülkelere ve bu ülkelerde *trans* yağların nasıl tanımlandıklarına bağlı olarak değişmektedir (Aldai ve ark., 2013).

Kardiyovasküler hastalıklar dünya genelinde her üç ölümden birinden, düşük gelirli ülkelerde yaşayan ve 70 yaşın altında olan insanlar arasında ise ölümlerin yaklaşık yarısından sorumlu olan ölüm nedenidir. Ülkemizde 2016 yılındaki ölümlerin %89'u bulaşıcı olmayan hastalıklardan kaynaklanmaktadır. Kardiyovasküler hastalıklar ise tüm erken ölümlerin üçte birinden fazlasının sebebidir ve böylece diğer hastalık gruplarına oranla daha fazla ölüme neden olmuştur (WHO, 2018). WHO'ya göre endüstriyel olarak üretilen *trans* yağların gıda ürünlerinden çıkarılması, kardiyovasküler

hastalıkları önlemek için etkili bir müdahale yöntemidir. *Trans* yağların düşük miktarlarda alınması bile toksik etki gösterdikleri ve tip 2 diyabet de dahil olmak üzere diğer pek çok sağlık problemleri riskini arttırdığı kanıtlanmıştır (Lozano ve ark., 2012; De Souza ve ark., 2015; Wang ve ark., 2016; WHO, 2017). Bu nedenle *trans* yağ içeriğine sahip gıdaların sınıflandırılması ve sıfırlanması için uluslararası yol haritaları oluşturulmuştur. 14 Mayıs 2018’de WHO, 2023 yılına kadar dünyayı *trans* yağdan arındırmak için “REPLACE” girişimini duyurmuştur. REPLACE, kardiyovasküler hastalıklar için bir risk faktörünü ortadan kaldırmayı amaçlayan ilk küresel girişimdir. Bu eylem paketi, ulusal gıda kaynaklarından endüstriyel olarak üretilen *trans* yağları çıkarmak için ülkelere uygulayabilecekleri bir yol haritası sunmuştur (Ghebreyesus ve Frieden, 2018).

1.1 REPLACE Eylem Paketi

Endüstriyel olarak üretilen TFA’yı sıfırlamak için oluşturulan REPLACE eylem paketi, TFA’nın gıdalardan hızlı, eksiksiz ve sürekli olarak ortadan kaldırılmasının gerekçelerini açıklayan, mevcut durumun ve yapılması gerekli olan çalışmaların çerçevesini sunan, uygulamayı kolaylaştırmak için ek web kaynakları ve entegre yaklaşımlar içeren kapsamlı bir teknik belgedir ve altı modülden oluşmaktadır (WHO, 2019a).

Çizelge 1.1. REPLACE modüllerinin tanıtımı

REPLACE STRATEJİLERİ	REPLACE HEDEFLERİ
REVIEW (İNCELEME)	Diyet ile alınana endüstriyel olarak üretilen TFA kaynaklarının ve gerekli politik değişiklikleri için mevcut durumun incelenmesi
PROMOTE (TANITIM)	Endüstriyel olarak üretilen TFA’nın yerine daha sağlıklı ikame yağların belirlenmesi
LEGISLATE (YASAMA)	Endüstriyel olarak üretilen TFA’nın eliminasyonu için yasal düzenlemeler yapılması veya düzenleyici eylemleri yürürlüğe koyulması
ASSESS (DEĞERLENDİRME)	Gıda tedarikindeki TFA içeriğinin, nüfusun TFA tüketimindeki değişikliklerin değerlendirilmesi ve izlenmesi
CREATE (OLUŞTURMA)	TFA’nın sağlık üzerindeki olumsuz etkileri konusunda politikacılar, üreticiler, tedarikçiler ve tüketiciler arasında farkındalık yaratılması
ENFORCE (UYGULAMA)	TFA’nın sıfırlanması için yapılan politikalara ve düzenlemelere uyumun zorunlu kılınması

İlk modül ‘REVIEW’(inceleme) olarak tanımlanmıştır. Bu modül, ülkeye özgü bir yol haritasının geliştirilmesi için veri toplama sürecinde lider kurum veya kuruluşlara rehberlik etmektedir. Ortaya çıkan yol haritası, belirlenen dört alandaki

mevcut bilgi durumunu özetleyecek ve ele alınması gereken boşlukları belirleyecektir. Bu dört alandan birincisi mevcut beslenme veya gıda güvenliği politikalarını, TFA mevzuat ve yönetmeliğinin durumunu açıklayarak ülkede uygulanan ve uygulanacak politikaların belirlenmesidir. İkinci alan kullanılan katı ve sıvı yağların üretim-tüketim süreçlerinin incelenmesi, ikame yağların temin edilmesi ve maliyeti hakkında bilgi toplamak, TFA'yı daha sağlıklı sıvı ve katı yağlar ile değiştirmek için fırsatları ve engelleri belirlemektir. Üçüncü alan TFA'nın diyetteki kaynakları hakkında ülke düzeyinde bilgi edinmektir. Son alan ise TFA'nın ulusal gıda arzından çıkarılması için en iyi yasal önlemlerin belirlenmesini ve uygulanmasını sağlayacak olan amaçlar ve hedefleri tayin etmektir (WHO, 2019a).

İkinci modül 'PROMOTE' (tanıtım) olarak tanımlanmıştır. TFA mevzuatı ve yönetmelikleri, endüstriyel olarak üretilen TFA'nın hangi tür sıvı ve katı yağlarla değiştirilmesi gerektiğini belirtmemektedir. TFA yerine daha sağlıklı yağların kullanılması, toplumun sağlığın korunması adına yararlı olacaktır. Bu modül, yenilebilir yağları tanımlamakta, endüstriyel olarak üretilen TFA için en iyi ikame yağların belirlenmesini ve daha sağlıklı ikame yağların kullanılmasını teşvik etmek için stratejilerin tasarlanması ve uygulanması konusunda yol gösterici olmaktadır. Bu stratejiler, ikame yağların kullanımını hızlandırmak için endüstriyel tesislere devlet desteğinin sağlanmasını, ithalat politikalarını, yağlı tohum üretiminin desteklenmesini, daha sağlıklı ikame seçenekler üretebilmek için tarım politikaları oluşturmayı ve bu politikaların uygulanması için yapılan teşvikleri içermektedir (WHO, 2019b).

Üçüncü modül 'LEGISLATE OR REGULATE' (yasama veya düzenleme)'dir. Endüstriyel olarak üretilen TFA'yı küresel çapta elimine etmenin en etkili yöntemi, gıdalarda kullanımlarını yasaklamak veya sıkı bir sınırlandırma yapmak için yasal veya düzenleyici eylemleri uygulamaktır. Bu modül, ülkelere uygun yasal ve düzenleyici eylemleri belirlemek, yürürlüğe koymak ve uygulamak veya gıda arzında endüstriyel olarak üretilen TFA'nın azaltılması için halihazırda olan yasal düzenlemeleri güncellemek için politika seçenekleri ve adımları hakkında rehberlik sağlamaktadır (WHO, 2019c).

Dördüncü modül 'ASSESS' (değerlendirme)'dir. 2023 yılına kadar endüstriyel olarak üretilen TFA'nın küresel gıda arzından çıkarılması hedefine ulaşmak için, ülkelerde tüketilen TFA'nın miktarının ve gıda arzında ne kadar olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Ayrıca ülkelerde TFA yerine kullanılabilecek yağların ve TFA

eliminasyonunun nasıl bir ilerleme kaydettiğinin yasal olarak izlenmesi ya da düzenleyici çabalar uygulanması son derece önemlidir. Bir ülkenin gıda arzındaki TFA seviyesini ve ülke nüfusunun TFA alım seviyesini değerlendirmesinin; eylemi teşvik etmek için farkındalık yaratmak, genel olarak ve gıda türüne göre temel TFA seviyelerini belirlemek, düzenlemeler veya mevzuat uygulandıktan sonra zaman içinde meydana gelen değişiklikleri izlemek olmak üzere üç temel amacı vardır. Dördüncü modül, bu temel amaçlara ulaşabilmek için ülkelerde TFA değerlendirmesi planlamak için yol göstericidir (WHO, 2019d).

Beşinci modül ‘CREATE’ (oluşturma) olarak tanımlanmıştır. TFA tüketiminin sağlık üzerindeki olumsuz etkisine ve endüstriyel olarak üretilen TFA’ya maruz kalma seviyelerine ilişkin farkındalığının artırılması, TFA’yı sınırlama politikası için ihtiyaç duyulan değişikliklerin ve yapılacak endüstriyel faaliyetlerin ilerlemesine katkı sağlayacaktır. Bu modül, devlet kurumlarına TFA’yı ortadan kaldırmak için politika hedeflerini ileri boyutlara taşıyabilecek, iletişim stratejileri geliştirebilecek ve ülke çapında TFA eliminasyonuna liderlik yapabilecek politikacılar, endüstri temsilcileri, sivil toplum örgütleri gibi kişi ve kurumlarla birlikte hareket ederek daha geniş kitlelere ulaşabilmek için rehberlik etmeyi amaçlamaktadır (WHO, 2019e).

Altıncı modül ‘ENFORCE’ (uygulama)’dır. Bu modülde TFA politikaları ve yönetmelikleri için bir yaptırım sisteminin tasarlanması ve uygulanması aşamasında ülkelerin atacakları temel adımlar, yapılacak stratejiler ve üzerinde durulması gereken diğer konular açıklanmaktadır. TFA’nın eliminasyonuna yönelik uygulamalar, yeni mevzuat hakkında ortak çalışmanın yürütüldüğü kişi ve kurumlara bilgi vermeyi, tüketicilerin şikayetlerini toplamayı, ürünleri ve tesisleri denetlemeyi ve analizler yapmayı, gıda etiketlerinin kullanılması yasak olan bileşenler için kontrol edilmesini, yaptırımlara uymayanları ikaz etmeyi ve cezalandırmayı içeren çeşitli faaliyetleri kapsamaktadır (WHO, 2019f).

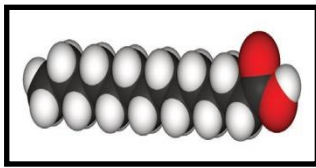
1.2 *Trans* Yağ Asitlerinin Tanımı

Sıvı yağlar ve katı yağlar, yüksek miktarda karbon ve hidrojenle meydana gelen yağ asitleri adı verilen trigliseritlerden oluşmaktadırlar (WHO, 2019b).

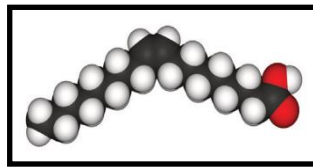
Yağ asitleri yapılarına, fizyolojik rollerine ve biyolojik etkilerine göre çeşitli gruplara ayrılmaktadır. Yağ asitlerini oluşturan bitişik karbon atomları arasındaki bağ, çift bağ ise doymamış yağ asitleri olarak, çift bağ bulundurmayıp hidrojen atomları ile

doyurulmuş yağ asitleri ise doymuş yağ asitleri (SFA) olarak sınıflandırılmaktadır. Doymamış yağ asitlerinde hidrojen atomları karbon zincirinde aynı yöndeysse *cis*, karşı yönlerdeysse *trans* izomerler oluşur (Şekil 1.1). Çift bağların *cis* ya da *trans* konfigürasyonunda oluşu yağ asitlerinin fiziksel ve kimyasal özelliklerini etkilediği için önemlidir. Yağ asitlerinin özellikle *trans* yağ konfigürasyonunda olduğu belirtilmediği sürece bütün bağların *cis* konfigürasyonunda olduğu kabul edilmektedir (Baum ve ark., 2012). *Cis* çift bağlı yağ asitleri, hacimli ve yayılan bir yapıya sahiptir bu durum moleküler sıkışmayı önleyerek erime noktasını düşürmektedir. Diğer taraftan *trans* çift bağlı bir yağ asidi aynı karbon atom sayısındaki doymuş yağ asidinin yapısına benzemektedir (Yagyu ve ark., 2003; Dağlıoğlu, 2005).

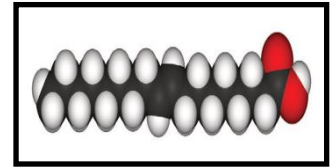
Trans yağ asitleri, *trans* konfigürasyonunda en az bir konjuge olmayan çift bağ ihtiva eden doymamış yağ asitleridir. *Trans* yağ asitleri molekül yapılarından dolayı *cis* konfigürasyonundaki yağ asitlerine göre daha düz bir şekle sahiptir. Bu yapılarından dolayı *trans* yağ asitlerinin, doymuş yağ asitleri gibi erime noktaları yüksektir ve *cis* konfigürasyonundaki yağlardan daha katı halde bulunurlar (Bhardwaj ve ark., 2011). Codex Alimentarius'a göre ise *trans* yağ asitleri “tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin geometrik izomerleri konjuge olmamış, en az bir metilen grubu tarafından kesintiye uğratılmış, *trans* konfigürasyonunda karbon-karbon çift bağları” olarak tanımlanmaktadır (Albuquerque ve ark., 2011).



doymuş yağ asidi



cis doymamış yağ asidi



trans yağ asidi

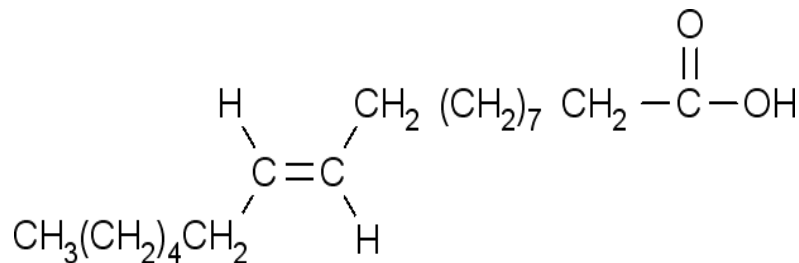
Şekil 1.1. Yağ asitleri gösterimi

1.3 *Trans* Yağ Asitlerinin Oluşum Yolları

1.3.1 Ruminant *Trans* Yağ Asitleri (r-TFA)

Genel olarak *trans* yağ asitlerinin oluşumuna sebep olan üç farklı kaynak bulunmaktadır. Birinci kaynak geviş getiren hayvanlardan *cis*-doymamış yağ asitlerinin mikrobiyal hidrojenasyonu ile elde edilen doğal yağlardır (Albuquerque ve ark., 2011). *Trans* yağ asitleri ve *cis* yağ asitleri geometrik izomerdirler ve geviş getiren

hayvanlarda bakteri fermentasyonu ile sentezlenerek et ve süt gibi hayvansal kaynaklı gıdalarda az miktarda bulunan farklı bir yapıya sahip aynı moleküler formülasyonu gösterirler (Lottenberg ve ark., 2012). Geviş getiren hayvanların rumenindeki mikroorganizmalar tarafından doymamış yağ asitlerinin hidrojenle doyurulması sonucu oluşan *trans* yağ asitlerine ruminant *trans* yağ asidi (r-TFA) denir. Ruminant TFA'da en baskın *trans*-izomer vassenik asittir (Şekil 1.2). *Trans* vassenik asit inek, keçi ve koyun rumenindeki mikroorganizmaların yaptığı çoklu doymamış yağ asitlerinin eksik biyohidrejenasyonu sonucu oluşmaktadır (Krogager ve ark., 2015). Aminik asitten daha küçük miktarda diğer bir TFA olan konjugelinolenik asit (CLA) de oluşturulabilmektedir. Geviş getiren hayvanların yemini değiştirmek, et ve süt ürünlerinin *trans* yağ içeriği değiştirilebilmektedir (Lock ve Bauman, 2004; Micha ve Mozaffarian, 2008). Geviş getiren hayvanlardan elde edilen ürünlerdeki TFA içeriği genelde çok düşüktür (toplam yağ asitlerinin % 1-8'idir). Vassenik asit ve CLA, yapısal (izomerik) farklılıklardan dolayı endüstriyel *trans* yağ asitlerine kıyasla farklı fizyolojik etkilere sahip olduğu hipotezi ileri sürülmüştür (Micha ve Mozaffarian, 2008). İnsanlar üzerinde yapılan bazı gözlemsel ve metabolik müdahale çalışmalarının sonucuna göre, r-TFA'ların mevcut seviyelerde tüketilmesinin sağlık problemi oluşturmayacağı bildirilmiştir (Aldai ve ark., 2013b).



Şekil 1.2. Ruminant TFA'nın en baskın izomeri vassenik asit

1.3.2 Endüstriyel *Trans* Yağ Asitleri (i-TFA)

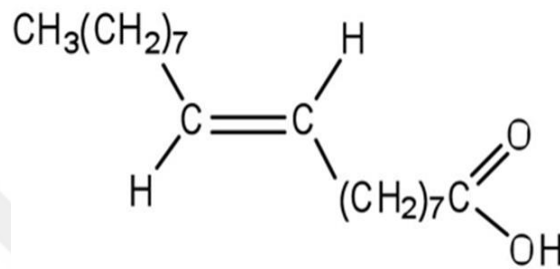
Trans yağ asitlerinin ikinci kaynağı kısmi hidrojenasyondur. Hidrojenasyon işlemi, bir katalizör varlığında doymamış bağlara hidrojen atomu ekleyerek doymuş yağ özelliklerine sahip ürünün elde edilmesi olarak tanımlanabilmektedir (Temkov ve Mureşan, 2021). İşlem, hidrojenin sıcaklığı, basıncı, çalkalama hızı, katalizör miktarı ve saflığı ile kontrol edilmektedir. Kısmen veya tamamen hidrojenasyon işlemi sırasında, çift bağların bir kısmı doyurulurken bir kısmı da yer değiştirerek *trans* formda konumlanır (Allen, 1978). Kısmi hidrojenasyon işlemi ürünün oksidasyon kararlılığını ve yağın raf ömrü arttırmaktadır. Bu işlemle sıvı bitkisel yağlar, margarinler gibi

ürünlere uygun erime özelliklerine sahip katı veya yarı katı yağlara dönüştürülürken aynı zamanda *trans* yağ asitleri de meydana gelmektedir (Albuquerque ve ark., 2011).

Gıdaların pişirilmesi için kullanılan kızartma işlemi ve yenilebilir yağlara uygulanan rafinasyon işlemindeki yüksek sıcaklık gerektiren aşamalar *trans* yağ asitlerinin üçüncü kaynağı olan ısı işlemleri oluşturmaktadır (Richter ve ark., 2009a; Richter ve ark., 2009b; Bendsen ve ark., 2011). Yenilebilir bitkisel yağlar; aroma, tat ve renge etki eden doğal olarak bulunan özellikleri (serbest yağ asitleri, fosfolipitler, karbonhidratlar ve proteinler/ bozunma yan ürünlerini) gidermek için rafine edilir. Rafinasyonda, bitkisel yağlar genellikle 60 °C ile 120 °C arasında ısıtılır ve daha sonra yağın organoleptik özelliklerini geliştirmeyi amaçlayan deodorizasyona maruz bırakılır. Koku giderme işlemi sırasında sıcaklık 180-270 °C'ye yükseltilmesi bitkisel yağda TFA'nın oluşmasına neden olmaktadır (Martin ve ark., 2007). Kızartmada, kızgın yağ (150 °C-190 °C veya daha fazla) ısı aktarım ortamı görevi görür ve kızartılmış gıdaların dokusuna ve lezzetine katkıda bulunur (Bouchon, 2009). Bu işlem sırasında yenilebilir bitkisel yağlar/ yağlar oksidasyon, hidroliz, izomerizasyon, polimerizasyon ve siklizasyon içeren çeşitli kimyasal reaksiyonlara maruz kalmaktadırlar. Sonuç olarak, serbest yağ asitleri, mono ve diasilgliseroller, oksitlenmiş monomerler, dimerler ve polimerler gibi çok sayıda ürün oluşturulup gıdalara katılırlar ve kızartılmış ürünün görünüşü, aroması ve tadını değiştirirler. Kızartmadan sonra yağ kalitesini Fourier transform infrared (FTIR) spektroskopisi ile inceleyen çalışmalar *trans* doymamışlığın artmasıyla birlikte *cis* formundaki çiftli bağlarında bir kayıp göstermiştir, böylece işlem sırasında TFA oluşumunu teyit edilmiştir (Goyal ve Sundararaj, 2009; Bhardwaj ve ark., 2011).

Gıda ısınlama teknolojisi de *trans* yağ oluşumuna neden olan yöntemlerden biridir. Isınlama teknolojinin gıda muhafazasında kullanılması, esas olarak verimliliği ve çoklu uygulama olanakları nedeniyle büyük ilgi uyandırmıştır. Isınlama işlemi gıdaların besin değeri üzerinde önemli sonuçları olabilecek yapısal değişiklikler meydana getirmektedir (Nawar, 1996). Doymamış yağ asitlerinin ısınlanmasıyla oluşan serbest radikaller, oksijenle reaksiyona girerek, gıdaların beslenme ve organoleptik özellikleriyle ilişkili değişikliklerden sorumlu olan karbonil bileşiklerinin oluşumuna yol açmakta, ayrıca çift bağların kırılmasına sebep olarak *trans* yağ asitlerinin oluşumunu kolaylaştırmaktadır (Allinger ve ark., 1978).

Endüstriyel olarak *trans* yağ asitleri hidrojenasyon işlemi ya da ısıt işlemler sonucu oluşur ve en baskın endüstriyel *trans* yağ asidi izomeri elaidik asittir (Şekil 1.3) (Mozaffarian ve ark., 2006). Endüstriyel olarak hidrojene edilmiş yağların *trans* yağ asidi içeriği çok fazla değişkenlik göstererek yağ asidi içeriğinin %60'a kadar oluşturabilirken, sığır eti ve süt ürünlerinin *trans* yağ asidi içeriği oldukça düşüktür ve yağ asidi içeriğinin %2-5'ini oluşturabilmektedir (Weggemans ve ark., 2004). İnsanların beslenmesinde i-TFA alımı, toplam enerjinin %9'una ulaşabilirken (Stender ve ark., 2006), r-TFA alımı nadiren %0,5'i aşmaktadır (Micha ve Mozaffarian, 2009).



Şekil 1.3. Endüstriyel TFA'nın en baskın izomeri elaidik asit

1.4 Endüstriyel *Trans* Yağ Asitlerinin Tüketiminin Küresel Artışı

Avrupa'da 19. yüzyılın ortalarında tereyağı ikamelerinin üretimi, esas olarak tereyağı fiyatlarının yüksek olması nedeniyle başlamıştır. Fransız kimyager Mege Mouries, Napoleon Bonaparte'ın isteği üzerine ordular ve Fransız işçiler için 1869'da kabul edilebilir bir tereyağı ikame maddesi üretmiştir. Sığır don yağının bir kısmından oluşan bu ürün iyi bir kıvama sahiptir ve ağızda eriyen bir dokusunun olması tüketici pazarında kabulüne katkıda bulunmuştur. 1897'de Fransız kimyagerler Sabatier ve Senderens, bitkisel yağlar ve tereyağı ile don yağı ve domuz yağı arasındaki tutarlılık farkının, daha az miktarda hidrojen atomlarından kaynaklandığını keşfetmiştir. Bu keşif, nikelin katalizör olarak kullanılmasına dayanmaktadır ve hem bitkisel yağlardan hem de balık yağlarından daha yüksek erime noktalarına, daha uzun raf ömrüne ve gelişmiş organoleptik özelliklere sahip yağlar üretmek için bir sürecin geliştirilmesine izin vermiştir. Ayrıca bu keşif, sonraki yıllarda domuz yağı ve tereyağı ikamelerinin geliştirilmesinde de kullanılmaya başlanmıştır (Gunstone, 1998; Ghotra ve ark., 2002).

Kısmen hidrojene yağa dayalı margarinlerin üretilmesi tereyağı veya domuz yağı ile karşılaştırıldığında daha ucuzdur. 1903 yılında İngiltere'de Wilhelm Normann tarafından balina yağından katı yağlar hazırlamak için kullanılan bu yöntem

hidrojenasyonun ilk endüstriyel uygulaması olmuştur. Yağların hidrojenasyonu, lipid modifikasyonunun en eski ve en yaygın yöntemlerinden biridir (Philippaerts ve ark., 2013). Sonraki yıllarda, pamuk ve soya yağlarından elde edilen hidrojene yağlar ve margarinler, Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilmeye başlanmıştır. 1930'lu yıllardan itibaren hidrojenasyon endüstrisi, İkinci Dünya Savaşı sırasında margarinlerin ve hidrojene yağların tüketiminden kaynaklanan önemli bir büyüme görmüştür (Shurtleff ve Aoyagi, 2004). Bununla birlikte, 1940'a kadar margarin, tereyağının daha düşük bir ikamesi olarak kabul edilmiştir. 1941 yılında Gıda ve İlaç İdaresi (FDA), Amerika Birleşik Devletleri'nde margarine temel gıda statüsü veren bir rapor yayınlamıştır (Ghotra ve ark., 2002).

1900'lü yılların başından itibaren doymamış yağların dayanıklılığını arttırmak amacıyla kullanılan hidrojenasyon işlemi *trans* yağ oluşumunda asıl etkili olan faktördür. Bitkisel yağlara ve bazı ülkelerde balık yağlarına uygulanan bu işlemle ile yağların kimyasal, fiziksel ve duyuşsal özellikleri değiştirilmektedir. Böylece çeşitli gıdaların üretiminde kullanılmaları sağlanırken, oksidasyona dayanıklılıkları da artırılmaktadır (Belitz ve Grosch, 1999).

İnsanların beslenmesinde yenilebilir bitkisel yağlar büyük önem arz etmektedir. Bu amaçla saf yağlar, rafine yağlar ve kısmen veya tamamen hidrojene yağlar anahtar ürünlerdir ve farklı işleme seviyelerine sahip ürünler olarak satışa sunulmaktadır. Farklı bitki ve tohumlardan elde edilen çok sayıda yağ dünya çapında pazarlanmaktadır. Ham yağlar genellikle yağın raf ömrünü iyileştirmek veya yağın kıvamı gibi özelliklerini değiştirmek için pazarlanmadan önce işlenmektedir (Bockish, 1998). Son 50 yıldır, gıdalardaki ana TFA kaynağı kısmi hidrojenasyon yöntemi ve yemeklik yağ rafinasyonu, et ışınlama, gıda kızartma gibi termal işlemler ile üretilen kısmen hidrojene bitkisel yağlar (PHO'lar) veya endüstriyel TFA (iTFA) olmuştur (Martin ve ark., 2007; Bhardwaj ve ark., 2011; Aldai ve ark., 2013).

Sıvı ve katı yağların hidrojenasyonu, 20. yüzyılın başından beri sıvı yağdan çok sayıda sert stoklar üretmek için kullanılmaktadır (Wassell ve Young, 2007). Oda sıcaklığında erime noktasının yükseltilmesi sonucu daha katı bir kıvama dönüştürülen yağlar margarin, şortening, kaplama yağı, kızartma yağı gibi ürünlere işlenerek farklı amaçlarla kullanılmaktadır (Nas ve ark., 2001). 1970'li yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda SFA ve kolesterolün kalp hastalığıyla bağlantılı olduğunu gösterilmesi, SFA ve kolesterolün başlıca diyet kaynakları olan tereyağı ve domuz yağı satışlarının

azalmasına, margarin satışlarının ise artarak tereyağı satışlarının iki katına çıkmasına sebep olmuştur. İlerleyen yıllarda TFA'nın SFA'dan daha sağlıksız olduğu bildirilmesine rağmen kısmen hidrojene yağlar, unlu mamuller, katı yağlar, şekerlemeler ve derin yağda kızartılmış gıdalar dahil olmak üzere çok sayıda üründe tereyağı ve domuz yağının yerini almıştır (Chrysam, 1985; Mozaffarian ve Clarke, 2009).

1.5 *Trans* Yağ Asitlerinin Sağlığa Etkisi

Trans yağ asitlerinin sağlığa olan etkisinin araştırılmaya başlanması 1900'lü yıllara dayanmaktadır. Bitkisel yağların hidrojenasyonu ile elde edilen ürünlerin tüketiminin sağlık üzerindeki etkileri ile ilgili araştırmalar yaklaşık olarak 1940'ların ortalarında yayınlanmış, 1950'lerin ortalarına gelindiğindeyse TFA içeriğinin insanların farklı organlarındaki etkilerine ilişkin veriler oluşturulmaya başlanmıştır (Bamford ve ark., 1957).

Genellikle *trans* yağ asitlerinin diğer hastalıkların yanı sıra doğrudan koroner kalp hastalığı (KKH) ve değişen lipid profili ile ilişkili olduğu kabul edilmektedir. TFA'nın tüketimi doymuş yağ asitleri gibi düşük yoğunluklu lipoprotein (LDL) plazma kolesterol konsantrasyonunu artırır ve tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) tüketimi ile karşılaştırıldığında yüksek yoğunluklu lipoproteini (HDL) azaltır (Kiage ve ark., 2013). Ayrıca, i-TFA'nın, lipidlerin, lipoproteinlerin ve enflamatuar belirteçlerin plazma konsantrasyonlarının artırılması ve endotel fonksiyonlarının bozulması da dahil olmak üzere multipl KKH risk faktörlerini olumsuz şekilde etkilediği gösterilmiştir (Mozaffarian ve ark., 2009). Endüstriyel olarak üretilen *trans* yağın dünya çapında her yıl 540.000 ölüme sebep olduğu tahmin edilmektedir (Wang ve ark., 2016). İ-TFA'nın düşük dozlarda alınması bile insanlar için toksik etki göstermektedir, *trans* yağlar atardamarları tıkayarak kalp krizi ve ölüm riskini arttırmaktadır (De Souza ve ark., 2015; Wang ve ark., 2016). Bazı TFA'ların, araşidonik asiti damarlarda kan pıhtısını önlemek için gerekli olan bir eikozanoide dönüştüren enzimi inhibe etmek için, hücreleri kireçlendirdiği ve atardamarların iltihaplanmasına neden olduğu kanıtlanmıştır (Kummerow, 2009). Tahminlere göre TFA'dan alınan enerjide %2 artış olması koroner kalp hastalığı riskini %23 arttırdığı raporlanmıştır (Bendsen ve ark., 2011).

Trans yağ asitlerinin oksidatif stres ve hepatik fonksiyonlara etkisi üzerine çalışmalar yapılmıştır. TFA'nın okside yağlardaki tüketimi ile lipid peroksidasyonu ve alkolsüz yağlı karaciğer hastalığı (NAFLD) arasında güçlü bir ilişki olduğu görülmüştür. Böylece, karaciğer fonksiyon bozukluğu üzerine TFA'ların direkt bir etkisi olduğu ve karaciğer lipid metabolizmasında kardiyometabolik sendromun önemli bir bileşeni olan NAFLD ile sonuçlanan rahatsızlıklara neden olduğu gözlemlenmiştir (Dhibi ve ark., 2011).

Bazı araştırmalara göre *trans* yağ asitleri tip 2 diyabet riskini ilerletmektedir. İyileştirme çalışmaları *trans* yağ asitlerinin (CLA) insülin direncini arttırdığı göstermiştir (Lock ve Bauman, 2004). *Trans* yağ asitleri asilasyon uyarıcı protein (ASP) ifadesini düşürmektedir. ASP'ler insülinle glikoz alımıyla ilişkilidir. Bu nedenle, *trans* yağ asitlerinin sebep olduğu plazmada ASP ifadesindeki azalma da insülin direncine katkıda bulunmaktadır (Matthan ve ark., 2001).

Diyetteki *trans* yağ asitlerinin gebelik sırasında da sağlığa olumsuz etkilerinin olduğu bilinmektedir. TFA'ların gebelikte preeklampsi (gebelik zehirlenmesi) ve fetal gelişim bozukluklarına sebep olabileceği bildirilmiştir (Williams ve ark., 1998; Innis, 2006). Gebelik ve laktasyon sırasında *trans* yağ asidi alımının yenidoğanda pro-inflamatuar bir etkiye neden olduğunu gösterilmiştir (Hachul ve ark., 2013). Yakın zamanda, metabolik programlama kavramı, anne beslenmesinin fetusa ve yenidoğana olası olumlu veya olumsuz etkilerine uygulanmıştır (Champ ve Hoebler, 2009). *Trans* yağ asitleri (TFA'lar) bakımından zengin hidrojenlenmiş bitkisel yağın, gebelik ve laktasyon sırasında alınması, metabolizma değişikliği ve serumda azalmaya neden olduğu, doğumdan 21 gün sonra değerlendirilmiştir (Hachul ve ark., 2013). Laktasyon sırasında kemirgenler tarafından TFA'ların tüketilmesinin insülin direnci ve erişkin yavrularda plazminojen aktivatör inhibitör-1'in artmış yağ dokusu geni ifadesi de dahil olmak üzere metabolik bozukluklara yol açtığı gösterilmiştir. Bu değişikliklerin tromboz riskini artırabileceği belirtilmiştir (Osso ve ark., 2008; Field ve ark., 2009).

Esansiyel yağ asitleri vücutta bir dizi reaksiyonla, sinir sistemi ve görme gelişimi için gerekli olan uzun zincirli çoklu doymamış yağ asitlerine dönüştürülmektedir. TFA'nın ise bebeklerde özellikle prematürelde, bu reaksiyonlarda yer alan enzim sistemleri için esansiyel yağ asitleri ile rekabet ettiği ve bebeklerde sinir sistemi ve görme bozuklukları ile doğrudan bağlantısının olduğu raporlanmıştır (Sugano ve Ikeda, 1996).

Dünya çapında seçilmiş merkezlerde 13-14 yaş arası çocuklarda astım, alerjik soğuk algınlığı ve astımlı egzama insidansı araştırılmıştır (Weiland ve ark. 1999). *Trans* yağ asitlerinin alımı ile bu hastalıklar arasında pozitif bir ilişki bulunmuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitlerinin alımı için böyle bir ilişki gözlemlenmemiştir (Willet ve ark., 1993).

Obezite araştırmaları, benzer bir kalori alımına rağmen *trans* yağın kilo alımını ve karın yağ birikimlerini artırabileceğini göstermektedir. Altı yıllık bir çalışma, *trans* yağ diyeti ile beslenen maymunların vücut ağırlıklarının %7.2'sini, tekli doymamış yağ diyeti ile beslenen maymunların ise %1.8'ini kazandığını ortaya koymuştur (Kavanagh ve ark., 2007).

Altmış yedi yaş üstü, nonsteroidal antienflamatuar ilaçlar kullanmayan kadın ve erkeklerin, yüksek seviyelerde *trans* yağ asitleri tükettiklerinde kolon kanseri gelişme riskinin %50 daha fazla olduğu bildirilmiştir. *Trans* yağ asitlerinin bağışıklık tepkisini, hücre duvarı bütünlüğünü ve prostaglandin sentezini değiştirerek kanser riskini artırabileceği varsayılmıştır (Slattery ve ark., 2001).

TFA'nın meme kanserindeki olası rolüne ilişkin çelişkili kanıtlar vardır. Diyet yağ alımlarında büyük farklılıklar gösteren Avrupa popülasyonlarında TFA ile menopoz sonrası meme kanseri arasındaki ilişki araştırılmıştır. TFA'nın yağ konsantrasyonu, meme kanseri ile yaş, vücut kitle indeksi, eksojen hormon kullanımı veya sosyo-ekonomik statüdeki farklılıklara bağlanamayan pozitif bir ilişki göstermiştir. Kadınların kan serumlarındaki *trans* ve *cis* yağ asitleri düzeylerinin analizi, işlenmiş gıda tüketimini yansıtan *trans* yağ asidi düzeyindeki artışla meme kanseri riskinin arttığı görülmüştür. Serum *trans* yağ asidi düzeyleri yüksek olan kadınların, düşük düzeylere sahip kadınlara kıyasla meme kanserine yakalanma riskinin iki kat daha fazla olduğu bildirilmiştir (Kohlmeier ve ark., 1997).

TFA'nın organizmada uzun sürede ortaya çıkabilecek etkileri sonuçsuz kalmasına rağmen, kanser riskinde artış ile ilişkilendirilmiştir (Ansorena ve ark., 2013; Mitrou ve Lawrence, 2014).

Trans yağ asitlerinin metabolizmaya lipit olan ve lipit olmayan (sistemik inflamasyon, endotel disfonksiyon vs.) birçok zararlı etkisi araştırmalar ile kanıtlanmıştır. Ancak yapılan çalışmalarda tüm *trans* yağ asitlerinin sağlığa zararlı olmadığı da belirtilmiştir. Ruminant kaynaklı *trans* yağ asitlerinin koroner kalp hastalıkları için risk oluşturmadığı aksine olumlu bir etki yaptığı belirtilmiştir. Bazı

çalışmalar r-TFA'ların sağlığa yararlı olabileceğini önerirken (Field ve ark., 2009) diğer çalışmalar r-TFA'nın sağlığa faydalı olup olmadığı konusunda tarafsız kalınması gerektiğini önermektedir (Jakobsen ve ark., 2008; Bendsen ve ark., 2011).

1.6 *Trans* Yağ Asidi Analiz Yöntemleri

Bir katı veya sıvı yağın yağ asidi profilinin belirlenmesi genellikle 58 veya daha fazla yağ asidinin eşzamanlı olarak hesaplanmasını gerektirmektedir (Delmonte ve Rader, 2007).

Trans yağ asitlerini analiz etmek için çeşitli kromatografik ve spektroskopik yöntemler uygulanmıştır. Bunlar arasında sıvı kromatografisi (LC), gaz kromatografisi (GC), gaz iyonizasyon tespiti (GC-FID), Fourier dönüşümü kızılötesi (FTIR) spektroskopisi, gümüş iyon kromatografisi (SIC), gümüş iyonu ince tabaka kromatografisi (Ag + - TLC), Ag + yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Ag + -HPLC), ters fazlı yüksek performanslı sıvı kromatografisi (RP) HPLC, kılcal elektroforez (CE), 2- boyutlu GC x GC, kemometrik analizle birlikte kızıl ötesi spektroskopisi, azaltılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR- FTIR), nükleer manyetik rezonans (NMR) bulunmaktadır (Delmonte, ark., 2006; Mossoba ve Kramer, 2009; Azizian ve ark., 2010; Lisa ve ark., 2011; Wang ve ark., 2013; Kramer ve ark., 2014).

Sıvı ve katı yağlardaki *trans* içeriği tayini için en yaygın kullanılan yöntemler gaz kromatografisi (GC) ve kızılötesi (IR) spektroskopisidir (Priego-Capote ve ark., 2004; Priego-Capote ve ark., 2007). 1940'lardan bu yana, kızılötesi spektroskopi, esas olarak basitliği ve hızından dolayı, katı ve sıvı yağların *trans* içeriğini belirlemenin ana yöntemi olmuştur. IR spektroskopisinde TFA'nın belirlenmesi kantitatif ölçümlere dayanmaktadır ve *trans* yağ miktarlarını tayin etmek için yapılan en basit prosedür olarak bilinmektedir. IR yöntemleri, 966 cm⁻¹ bandının absorpsiyonunun ölçümü ile saf bir yağın veya yağdaki *trans* yağın sayısal verilerinin elde edilmesini sağlar. Bazı ortak çalışmalar yoluyla onaylanan çeşitli IR prosedürleri son yıllarda yayınlanmıştır. Tüm bu prosedürler için ortak bir faktör, *trans* yağ konsantrasyonlarının < % 5 (toplam yağın %'si olarak) miktarını ölçmede karşılaşılan güçlülüdür ve bu durum IR prosedürlerini “*trans* yağ içermez” beyanını destekleyecek seviyelerdeki *trans* yağ içeriğinin ölçümü için uygun hale getirmemektedir. Ayrıca IR yöntemleri, gıdaların ve besin takviyelerinin etiketlerinde de rapor edilebilecek doymuş ve çoklu doymamış yağ asitlerinin içeriğini sağlamamaktadır (Delmonte ve Rader, 2007).

Yemelik katı ve sıvı yağlardaki toplam TFA'ların hızlı bir şekilde belirlenmesi için onlarca yıldır yaygın olarak FTIR spektroskopisi kullanılmaktadır (Mossoba ve Kramer, 2009). Sıvı ve katı yağ analizi için Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisinin kullanılması, yağ asidi metil esterleri üretmek için yağların sabunlaştırılması ve metillenmesi ihtiyacını ortadan kaldırarak trigliserit emilimini engellemiştir. Son zamanlarda FT-IR spektroskopisi, kimyasal sistemler için kullanılan araçların desteği ile birlikte nicel veriler elde etmek için kullanılmaktadır (Sherazi ve ark., 2018).

Azaltılmış toplam yansıma Fourier dönüşümü kızılötesi spektroskopisi (ATR-FTIR) % 5'den fazla *trans* yağ içeren numuneler için tekrarlanabilir ölçümler sağlarken, daha düşük *trans* yağ seviyelerini ölçmek için gaz kromatografisine (GC) dayanan yöntemlere ihtiyaç vardır (Delmonte ve Rader, 2007). Yapılan bir çalışmada *trans* yağ düşük konsantrasyonlarının nicel ve doğru tahmini için kısmi en küçük kareler regresyonu (PLSR) ile birlikte azaltılmış toplam yansıma Fourier-dönüşüm kızılötesi (ATR-FTIR) spektroskopisini kullanarak hızlı bir tarama prosedürü geliştirmek (TFA'lar toplam yağ asitlerinin (FA) <% 1'i) amaçlanmıştır. GC tarafından toplam FA'ların % 0.13'ü olarak belirlenen en düşük TFA konsantrasyonu, ATR-FTIR/ PLSR tarafından toplam FA'ların % 0.18'i olarak doğru bir şekilde tahmin edilmiştir. Bu basit, hızlı ATR-FTIR/ PLSR metodolojisi, yenilebilir yağların ve gıda lipid ekstraktlarının düzenleyici amaçlar ve hammadde ve işlenmiş gıdaların kalite kontrolü için TFA içeriğini tahmin etmek için geleneksel gaz kromatografik yöntemlerine bir tarama alternatifi olarak kullanım potansiyeline sahiptir, PLSR analizi ile kombinasyon halinde ATR-FTIR, yağlar ve fastfood lipid ekstraktları için düşük (<% 1) TFA konsantrasyonlarının yağ asidi metil esterlerine (FAME'lere) türevlendirilmeden doğru tahmin edilmesini sağlayarak başarıyla uygulanmıştır (Karunathilaka ve ark., 2018).

Trans yağların GC ile analizi, tek TFA'ların kromatografik ayrılmasını, tanımlanmasını ve miktarını içermektedir. Onlarca yıldır, gaz kromatografisi, yağ asidi analizinin birincil yöntemi olmuştur. Başarısı, çok sayıda yağ asidini ayırma yeteneğine, referans materyallerinin bulunmadığı analitler için öngörülebilir yanıt faktörlerine ve düşük performans maliyetine dayanmaktadır. Bununla birlikte, gıda numunelerinde yaygın olarak bulunan yağ asitlerinin tamamı GC metodolojileriyle ayrılmamakta ve spesifik analitik problemleri çözmek için doğrudan kantitasyon veya numune hazırlama için alternatif metodolojiler kullanılmaktadır. GC *trans* yağ nicelemesi son zamanlarda

daha fazla yağ asidi düşünülerek, düşük miktarlarda bulunan yağ asitlerine daha fazla odaklanarak ve optimum ayırma için 100 m yüksek polariteli kılcal kolonlar kullanılarak Association of Official Analytical Chemists (Resmi Analitik Kimyagerler Derneği/ AOAC) tarafından güncellenmiştir. FA ve TFA'ların nicelendirilmesi için GC tekniğinde en yaygın kullanılan dedektör alev iyonizasyon dedektörüdür (FID) (Ratnayak ve ark., 2002; Cruz-Hernandez ve ark., 2004; Mossoba ve ark., 2005; Delmonte ve Rader, 2007).

Yenilebilir katı yağlar, sıvı yağlar ve gıdalardaki toplam TFA'ları ölçmek için en yaygın 2 analitik yaklaşım GC-FID ve FTIR'dır. GC-FID geleneksel olarak TFA tayinleri için kullanılmıştır çünkü besin etiketlemesi için gerekli olan doymuş ve tekli doymamış FA içeriği dahil olmak üzere yağ bileşimlerini sağlamaktadır (Mossoba ve Kramer, 2009). Bununla birlikte, GC-FID zaman alıcı ve zahmetlidir ayrıca tehlikeli çözücü ve reaktiflerin kullanımını içermektedir (Tyburczy ve ark., 2012b). FTIR spektroskopisi basit, hızlı ve incelenen bileşenlere zarar vermeyen alternatif bir metodoloji sağlamakta ancak tek değişkenli bir analiz yöntemi olarak kullanıldığı için toplam TFA'ların belirlenmesiyle sınırlı kalmaktadır (Mossoba ve Kramer, 2009; Tyburczy ve ark., 2012b). FTIR spektroskopik yöntemler, gıda üretimi sırasındaki kalite kontrol tespitlerinde ve kimlik doğrulamasında kullanıldığında toplam TFA'ları ölçmek için hızlı çözümler sunmaktadır (Rodriguez-Saona ve Allendorf, 2011).

Sıvı kromatografisi (LC) genellikle GC kantitasyonundan önce yağ asitlerinin fraksiyonlanması ve böylece GC analizini etkileyen koelüsyon problemlerini ortadan kaldırmak için kullanılmaktadır (Delmonte ve ark., 2006). LC, GC gibi türevlendirme ve uzun elüsyon süreleri gerektirmektedir. Ayrıca LC yöntemleri için fazla miktarlarda çözücü maddelere ihtiyaç vardır (Sanjeva ve ark., 2018).

SIC, TLC veya HPLC ile gümüş iyonlarının bir iyon değişim desteğine bağlandığı ve yağ asidi çift bağlarının polar reversibl kompleksleri oluşturan gümüş iyonlarıyla etkileşime girebileceği bir tekniktir (Albuquerque ve ark., 2011). Bazı durumlarda, özellikle 11:0-18:1 arasındaki bölgedeki kromatogramların karmaşıklığı nedeniyle, 18: 1t izomerlerinin tam çözünürlüğü için GC'den önce Ag⁺-TLC gerekmiştir (Destailats ve ark., 2006). Farklı şekillerde gümüş iyon kromatografisi [ince tabaka kromatografisi (Ag + -TLC), yüksek performanslı sıvı kromatografisi (Ag + -HPLC), katı faz ekstraksiyonu (Ag + SPE)] fraksiyonlara, lipitin doğrudan sınıfları ve yağ asitleri kantitasyonuna uygulanmıştır. Gümüş iyon kromatografisinin dayandığı

ilke, gümüşün d orbitalleri ile çift bağların π elektronları arasında yük transfer komplekslerinin oluşmasıdır. Yağ asitleri, serbest yağ asitleri ve esterler gibi birincil fonksiyonel gruplarına, çift bağ sayısına, geometrik konfigürasyona ve pozisyona göre ayrılmaktadırlar (Delmonte ve Rader, 2007). HPLC zayıf uygulanmış ve çoğu zaman bir preparatif olarak kullanılmıştır. GC analizinden önce yağ asidi fraksiyonlamasını mümkün kılan bir yöntemdir, GC analizi üzerinde HPLC kullanmanın yararı lipidlerin türevlendirme prosedürü olmadan doğrudan ayrılabilmesidir (Barra ve ark., 2013).

FA standartlarının yüksek maliyeti ve sınırlı bulunabilirliği ve yağ asidi kompozisyonlarının karmaşıklığı nedeniyle, geleneksel FID dedektörü ile bazı FA piklerini tanımak çok karmaşıktır (Huang ve ark., 2006). Bu sorunun üstesinden gelmek için GC verilerinden FA'ların doğru sonuçlarını elde etmek amacıyla Kısmi En Küçük Kare (PLS) kullanılarak kemometrik yaklaşım başarıyla uygulanmıştır (Hajimahmoodi ve ark., 2005). Triglicerit analizi için kapsamlı iki boyutlu GC-GC uygulamaları da bildirilmiştir, ancak bu tekniğin uygulanabilirliği sınırlıdır (Haglund ve ark., 2002). Kütle Spektrometresi (MS) dedektörü ile birleştirilmiş GC, FA'ların nicel olarak belirlenmesi için 'altın standart' tekniği olarak yansıtılmıştır, özellikle *cis* ve *trans* geometrik izomerleri ayırt etmiştir. Bu teknikteki ön piklerin ayrılması, GC tarafından izlenmekte ve bunu moleküler iyon piklerine dayanan MS tanıma takip etmektedir (Kandhrove ark., 2008; Aftab ve ark., 2013). MS (kütle dedektörü), kütle spektrumu bilgisinin karşılaştırılmasıyla zirve kimliklerinin daha iyi onaylanmasına sağlamaktadır (Albuquerque ve ark., 2011).

RP-HPLC ile MS'nin lipidlerin ve hidrolize FA'ların *cis* ve *trans* izomerlerinin ayrılması için başka bir analitik teknik uygulanmıştır. Ancak çok miktarda çözücünün kullanımı, analiz maliyeti ve çevresel konular nedeniyle, RP-HPLC/ MS, FA'ların nicelleştirilmesi ve lipidlerin *cis-trans* oranı için çok sık kullanılmamaktadır (Juenada, 2002; Momchilova ve ark., 2010; Bird ve ark., 2013).

NMR tekniği, lipid sınıflarını ayırt etmek için yapılan ileriye dönük araştırmalardandır. Hem ^1H hem de ^{13}C NMR, doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış bileşenler ile katı ve sıvı yağlarda *cis* ve *trans* doymamışlık arasındaki nicel ayırım için araştırılmıştır. NMR'nin kısıtlamaları hassasiyetiyle ilişkilidir (Shoolery, 1975; Sherazi, 1996). Bununla birlikte, ^1H NMR, ^{13}C NMR'ye göre hassasiyet avantajına sahiptir. Ayrıca NMR için kullanılan ölçüm araçlarının yüksek maliyeti, frekans uygulamasının bir başka dezavantajıdır. Yüksek çözünürlüklü NMR

spektroskopisi, son yıllarda sıvı ve katı yağlarda bulunan bileşenlerin doğası hakkında diğer spektroskopik tekniklerden daha fazla bilgi sunmak için potansiyel bir araç olarak ortaya çıkmıştır (Hidalgo ve Zamora, 2003; Mannia ve ark., 2003). Örneğin, tek bir NMR spektrumundan birçok parametre, herhangi bir numune ön muamelesi yapılmaksızın aynı anda belirlenebilir. Bu nedenle, her bir yağ asidi grubu, yani doymuş, tekli doymamış, çoklu doymamış ve TFA'lar, hem 1H hem de ^{13}C NMR spektrumlarında spesifik NMR sinyalleri verir, bu da sonuç olarak *trans* yağ da dahil olmak üzere farklı yağ sınıflarının ölçümü için kullanılabilir (Wollenberg, 1990; Miyake ve ark., 1998). Bitkisel yağ numunelerinin NMR'si TFA'nın daha hızlı değerlendirilmesini sağlamaktadır, çünkü bu tekniğin herhangi bir ekstraksiyon, türevlendirme ve numune hazırlama aşamasına ihtiyacı yoktur (Sherazi ve ark., 2018).

1.7 Endüstriyel *Trans* Yağlar Yerine Kullanılabilecek Alternatif Yöntemler

İşlenmiş gıdaların çoğunun giderek daha düşük *trans* yağ içeriğine sahip yağlar kullanılarak yeniden formüle edilmesi, toplam *trans* yağ içeriğinin belirlenmesi veya doğrulanması için katı ve sıvı yağ endüstrisi ve düzenleyici otoriteler tarafından yaygın olarak kullanılan resmi yöntemlerin yeniden değerlendirilmesini gerekli kılmıştır. Daha hassas ve doğru yöntemlerin geliştirilmesine acilen ihtiyaç duyulmuştur, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağın ana diyet kaynağı olan, kısmen hidrojene yağlar (PHO), artık gıdalarda herhangi bir kullanım için genel olarak güvenli (GRAS) olarak kabul edilmemektedir (Doell ve ark., 2012; Tybreczy ve ark., 2012a; Tybreczy ve ark., 2012b; Mossoba ve ark., 2014; Karunathilaka ve ark., 2018).

Sıvı yağlar, katı yağlar ve margarinler gibi gıdalarda TFA içeriklerinin azaltılması 1990'lı yılların ortalarında başlamıştır. Ancak TFA etiketleme gerekliliği ile birlikte, çok bileşenli gıda üreticilerinin ürünlerine daha düşük miktarlarda TFA içeren yağları dahil etmeleri için teşvikler artmıştır (Tarrago-trani ve ark., 2006). Gıda endüstrisi, tüm ürünlerde PHO'nun yerini alabilecek standart, çok amaçlı bir yağ olmadığını, ikame katı ve sıvı yağların optimal karışımının aynı kategorideki gıdalar arasında bile büyük ölçüde farklılıklar gösterebileceğini kabul etmiştir (Eckel ve ark., 2007).

Gıda ürünlerinden *trans* yağ asitlerinin çıkarılması ve hatta gıda etiketinden 'hidrojene' teriminin çıkarılması için artan baskı; çok daha düşük doymuş yağ içeriğine sahip ürünler tedarik etme dürtüsüyle birleştiğinde, küresel bir yüksek profilli konu

haline gelmiştir. Doymuş yağlar bakımından zengin yağlar, 1980'lerin sonlarında hidrojene yağlarla değiştirilene kadar gıda ürünlerinde yaygın olarak kullanılmıştır. Tereyağı, palm, palm çekirdeği, hindistancevizi ve diğer hayvansal yağlar, doymuş yağ asitlerince zengin yağlardan bazılarıdır. Doymuş yağların çoğunun kolesterol seviyelerini artırma eğiliminde olduğunu ve beslenme kılavuzlarının tüketicilerin hem *trans* hem de doymuş yağ tüketimini azaltmasını önerdiğini unutulmamalıdır (Dunford, 2014). Doymuş yağlar, olumlu fonksiyonel özelliklere sahip olmalarına ve gıdaların işlenmesinde kilit rol oynamalarına rağmen, aşırı tüketimi insanlar için birçok sağlık problemine yol açabilmektedir. İdeal yağ, sıvı yağın kimyasal bileşimine (yüksek oranda mono ve çoklu doymamış yağlar), katı bir yağın tüm fonksiyonel özelliklerine sahip olmalıdır (Temkov ve Mureşan, 2021). Ürünlerdeki kısmi hidrojene yağlar, mümkün olduğunca az doymuş yağ ve mümkün olduğu kadar çok doymamış yağ asidi içeren formülasyonlarla değiştirilmelidir (WHO, 2019c).

TFA'ların sağlık üzerindeki etkileri konusunda artan tüketici bilinci hem bölgesel hem ulusal çapta bu yağ asitlerinin restoranlar ve yemek hizmeti kuruluşları tarafından kullanımını sınırlama veya yasaklama çabalarıyla sonuçlanmıştır (Dhaka ve ark., 2011). Gıda üreticileri, yalnızca beslenme taleplerini karşılamakla kalmayıp, aynı zamanda fizyolojik, dokusal veya diğer teknik perspektifler açısından kabul edilebilir işlevsel performans sağlayan, *trans* yağ içermeyen seçenekler yaratma zorluğuyla karşı karşıyadır. Bütün bunlar yapılırken endüstriyel olarak üretilen *trans* yağ asitlerini kullanmayı bırakmak da gıda kalitesini bozmamalıdır (Wassell ve Young, 2007). Gıda ürünlerindeki doymuş ve *trans* yağları organoleptik özellikleri olumsuz etkilemeden değiştirme stratejileri üzerine araştırmalar, gıda endüstrisi için giderek artan bir endişe kaynağıdır (Tanti ve ark., 2016). TFA'yı işlenmiş gıdalardan çıkarmanın temel kaygısı, hangi alternatif bileşenlerin kullanılacağı ve gıdanın beslenme kalitesi üzerindeki etkisinin ne olacağıdır (Van Camp ve ark., 2012).

Trans yağ asitlerine kolayca atfedilebilen bir dizi faydalı fonksiyonel özellik nedeniyle, *trans* yağ asitlerinin başarılı bir şekilde değiştirilmesi, basit bir şekilde *trans* izomerin çıkarılmasıyla elde edilememektedir. *Trans* izomerlerin varlığı gıdaya erime davranışı, dokusal özellikler ve oksidatif kararlılık sağlamaktadır. Düşük *trans* yağ asidi içeren veya *trans* yağ asidi içermeyen yağ karışımlarının üretimi, bu nedenle bazı doğal katı veya sıvı yağların modifikasyonu gibi teknolojik teknikler gerektirmektedir (Morin, 2006). Endüstriyel *trans* yağ asitleri yerine kullanılacak alternatifler şu şekildedir;

1.7.1 Hidrojenasyon işleminin modifikasyonu

Tüm doğal katı ve sıvı yağlar tekli doymamış, çoklu doymamış ve doymuş yağ asitlerinin bir kombinasyonudur. Hidrojenasyon, yağ asitlerindeki çift bağların bir kısmını doyurarak, bir kısmını ise *trans* konfigürasyona dönüştürerek, katı ve yarı katı yağların üretimini sağlayan, yağlara sertlik ve plastisite kazandırmak için kullanılan yaygın bir tekniktir. Bitkisel yağların hidrojenlenmesinin ana nedenleri ise oksitlenme eğilimini azaltarak yağın stabilitesini artırmak böylece raf ömrünü ve kızartma ömrünü uzatmak, tat ve doku gibi gelişmiş işlevsellik için daha kolay kullanım ve kıvam için fiziksel özellikleri değiştirmektir. *Trans* yağ asitleri, katı yağlar üretmek için yaygın olarak ticarileştirilen bir işlem olan bitkisel yağın endüstriyel kısmi hidrojenasyonu sırasında oluşmaktadır. Hidrojenasyon koşullarının (örneğin zaman, katalizör, sıcaklık, hidrojen basıncı) değiştirilmesi, yağların türleri, oranları, tekli doymamış yağ asitlerinin (MUFA) ve çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) bileşimi oluşan TFA miktarı dahil olmak üzere elde edilen yağın yağ asidi bileşimini ve yağın erime noktası ve katı yağ içeriği gibi özelliklerini etkilemektedir. Hidrojenasyon derecesinde değişiklik yaparak TFA seviyesini düşürüp, doymuş yağ asitlerinin seviyesini artıran TFA içeriği yüksek yağlarla eşdeğer performans gösteren düşük TFA'lı yağlar üretilmektedir. Düşük *trans* yağ içeriğine sahip pişirme işlemlerinde kullanılan katı yağları hazırlamak için hidrojenasyon işleminin modifikasyonu kullanılabilir. TFA içermeyen veya düşük miktarlarda TFA içeren pişirme yağları, α -linolenik, linoleik ve oleik asitlerin hidrojenasyonundan kaynaklanan artan stearik asit seviyelerine sahiptirler ve işlevsellik için önemli miktarlarda palmitik asit içerebilirler (Ghafoorunissa, 2008; Dhaka ve ark., 2011; Dunford, 2014).

1.7.2 İnteresterifikasyon

İnteresterifikasyon işlemi, yağ asitlerinin trigliseritler içinde ve arasında kimyasal veya enzimatik olarak dağılımını yeniden düzenlemektedir. Böylece yağ asidi dağılımı değişmekte ancak yağ asidi bileşimi aynı kalmaktadır. İnteresterifikasyon ile yağın erime ve kristalleşme davranışını değiştirerek, *trans* yağların arzu edilen fiziksel özelliklerine sahip olan ve *trans* yağ içermeyen yağların üretilmesi mümkün olmaktadır. İnteresterifikasyon genellikle yüksek oranda doymuş yağların (palm yağı, palm stearin, tamamen hidrojene bitkisel yağlar gibi) sıvı yenilebilir yağlarla reaksiyona girerek ara özelliklere sahip yağlar elde edilmesiyle yapılmaktadır. Bu işlemin güncel bir

uygulaması, *trans* yağ asitleri içermeyen yağlar veya düşük *trans* yağ asidi içeriğine sahip margarin ve katı yağların üretimidir (Hunter, 2001; Dunford, 2014). Kimyasal interesterifikasyon sırasında sabun ve yağ asidi metil esterlerinin oluşumundan dolayı önemli miktarda yağ kaybı (yaklaşık %30) olmaktadır. Enzimatik interesterifikasyon, kimyasal interesterifikasyona göre daha yeni bir teknolojidir ve daha fazla avantajı vardır. Enzimatik interesterifikasyonda yumuşak işleme koşulları, daha az saflaştırma aşaması, daha az enerji tüketimi gerektirmektedir. Mikrobiyal lipazların kullanımıyla enzimatik interesterifikasyon, lipazlar spesifik etkileşime girdiğinden daha seçicidir (Kellens, 2000; De Martini Soares ve ark., 2013). Bu süreçte lipaz enzimi, gliserol ve yağ asitleri arasındaki ester bağlarını kesmekte ve daha sonra serbest yağ asitleri, aynı gliserol molekülünün farklı bir pozisyonuna veya farklı bir gliserol molekülüne yeniden bağlanmaktadır (Zhang ve ark., 2020).

1.7.3 Fraksiyonlama

Fraksiyonlama, lipid yapılandırması ve çeşitli uygulamalarda daha iyi performans ve uygunluk için kimyasal ve fiziksel özellik değişiklikleri için yaygın olarak kullanılan geleneksel bir tekniktir. Hidrojenasyon ve kimyasal interesterifikasyon, lipid bileşiminde geri dönüşü olmayan kimyasal değişikliklere neden olurken, fraksiyonlama, termomekanik tersinir bir işlemdir. Yağların fraksiyonlanmasının ana prensibi, farklı erime noktalarına sahip (molekül ağırlığına ve doymamışlık derecesine bağlı olarak) mevcut triaçilgliserollerin daha fazla işlenebilen iki farklı üründe (stearin ve olein) ayrılmasıdır. Kuru fraksiyonlama, solvent fraksiyonasyonu ve deterjan fraksiyonasyonu olmak üzere üç tür fraksiyonlama bulunmaktadır. Kuru fraksiyonlama işleminde, herhangi bir katkı maddesi eklenmeden eriyikten kristaller oluşturulur. Solvent fraksiyonasyonu, aseton veya heksan gibi çözücülerin kullanımını içerir ve belirli bir sıcaklıkta triaçilgliserollerin farklı çözünürlüklerine dayanır. Deterjan fraksiyonlama işlemi kuru fraksiyonlama ile başlar, ardından kristalleri yağ fazından sulu faza yeniden yerleştirmek ve ayırmanın ardından yardımcı olmak için bir sürfaktan sulu solüsyonu eklenir (Rajah, 1994). Fraksiyonlama işlemi basit ve ucuz tekniği nedeniyle daha fazla ilgi görmüştür (Temkov ve Mureşan, 2021).

Fraksiyonlama işlemi, birkaç on yıl önce ticarileştirilmiştir ve her türlü farklı üründe (stabil kremler, soslar, bebek formülleri, dondurma, unlu mamuller ve çikolata)

kullanılmak üzere palm yağı fraksiyonları elde etmek için kullanılmıştır (Kellens ve ark., 2007). Hindistan cevizi, palm ve palm çekirdeği yağları gibi doğal yağlardan elde edilen fraksiyonlar fonksiyonel içerikli yağların bileşenleri olmuştur. Yüksek doymuş yağ asitleri içeriğine (%50) ve daha yüksek erime noktalarına sahip olan bu yağlar özellikle fırın ve şekerleme ürünlerinde kısmen hidrojene katı yağların yerini almaya aday olarak kabul edilmiştir. Bu yağların fiziksel yöntemlerle fraksiyonlanması, çok sayıda uygulamaya uygun farklı erime noktalarına sahip fraksiyonların izolasyonunu sağlamaktadır (Dhaka ve ark., 2011).

1.7.4 Özelliği geliştirilmiş yağların kullanımı

Özelliği geliştirilmiş bitkisel yağlar, istenen işlevsellik ve oksidatif stabiliteye sahip yağların elde edildiği yağlı tohumlar oluşturmak için geleneksel yetiştirme yöntemleri ve biyoteknoloji araçları kullanılarak geliştirilmiştir (Dunford, 2014). Son birkaç on yılda, modifiye edilmiş yağ asidi bileşimine sahip bir dizi yağlı tohum piyasaya sürülmüştür. Bu yağların çoğu, *trans* yağ asitlerini ve/veya doymuş yağ asitlerini azaltma konusunda umut vaat etmektedir. Oleik asit içeriği yüksek olan yağlar oksidatif olarak kararlıdır ve hidrojenasyon gerektirmemektedir, doymuş yağ asitlerinin yüksek olduğu yağlar ise *trans* yağ içermemektedir (List, 2004).

Özelliği geliştirilmiş yağlar genellikle üç kategoriye ayrılmaktadır: yüksek oleik asit içeriğine sahip ayçiçeği ve kanola yağları gibi yüksek oleik asit içeren yağlar, orta oleik asit içeriğine sahip ayçiçeği ve soya fasulyesi yağları gibi orta oleik asit içeren yağlar ve düşük linolenik asit içeriğine sahip kanola ve soya fasulyesi yağları gibi düşük linolenik asit içeren yağlar. “Düşük linolenik” terimi genellikle yaklaşık %1-3 α -linolenik asit içeren yağı ifade etmektedir. Soya fasulyesi yağı tipik olarak yaklaşık %7 ve kanola yağı yaklaşık %10 α -linolenik asit içermektedir. Bu tür yağlar, geleneksel bitki ıslahı veya biyoteknolojik yöntemler kullanılarak üretilmektedir. Bu iyileştirilmiş yağların tümü, onları kızartma ve bazı fırıncılık uygulamaları için uygun kılan iyi oksidatif stabiliteye sahiptir. Bu modifikasyon teknikleri, yağ karışımlarının *trans* yağ asidi içeriğini en aza indirme ve kontrol etme şansı sunmaktadır ve *trans* yağ asidi içermeyen sert stokları başarılı bir şekilde formüle etmek için kullanılabilir. Bununla birlikte, bu tekniklerin kombinasyonu, katı yağ fazı ve erime noktası davranışı gibi daha geniş fiziksel özelliklere sahip çok çeşitli sert stoklara yol açabilmektedir (Dhaka ve ark., 2011).

1.7.5 Sıvı Yağ ve Katı Yağ Karışımları

Gıda endüstrisinde, *trans* yağ ve doymuş yağ asidi içeriğini azaltmak, lezzet profilini iyileştirmek ve ürünlerin raf ömrünü uzatmak için sıvı ve katı yağ karışımlarının kullanılması çok yaygındır. Kanola, pamuk tohumu ve soya fasulyesi yağının diğer sıvı ve katı yağlarla karışımları, kısmen ve tamamen hidrojene yağlar ile çok yaygın şekilde karıştırılarak kullanılır. Sıvı ve katı yağ karışımları ile interesterifikasyon ile elde edilen yağlar arasındaki fark, yağ karışımlarının çeşitli sıvı ve katı yağların fiziksel olarak karıştırılmasıyla üretilmesi, interesterifikasyonda ise *trans* yağ üretmeyen kimyasal veya enzimatik reaksiyonlar yoluyla üretilmesidir (Dunford, 2014).

1.7.6 Oleojelasyon

TFA'nın daha sağlıklı yağlarla değiştirilmesi için daha yeni gelişmelerden biri, yağlara yapı ve işlevsellik sağlamak için oleojellerin ve yapılandırılmış emülsiyonların kullanılmasıdır. Ürünler, sıvı ve katı yağ bazlı katı stoklardan önemli ölçüde farklı fiziksel özelliklere ve işlevselliğe sahip olabilmektedir (WHO, 2019c). Sıvı yağı kimyasal yapısını değiştirmeden “jel benzeri” viskoelastik malzemeye dönüştürmeyi temsil eden yöntem oleojelasyondur (Patel ve Dewettinck, 2016; Puşcaş ve ark., 2020). Son zamanlarda, yapılandırılmış yemeklik yağlar (oleojeller), gıda ürünlerinde doymuş ve *trans* yağ asitleri bakımından zengin yağların yerini almak için en umut verici ve çok yönlü stratejilerden biri olarak kabul edilmiştir (Rogers ve ark., 2014). Dikkatler, üründe görsel ve şiddetli bir değişiklik olmaksızın mümkün olduğunca çok sayıda gıda ürünüde geleneksel yağların yerini alacak oleojellerin yöntem ve formülasyonlarının geliştirilmesine odaklanmıştır. Oleojeller, kristal parçacıklar veya kendi kendine birleşen düşük moleküler ağırlıklı bileşikler ve kendi kendine birleşen yüksek moleküler ağırlıklı polimerler kullanılarak oluşturulabilmektedir (Temkov ve Mureşan, 2021).

1.8 Paketli Gıdalarda *Trans* Yağların Etiketlenmesi ve Etiketlemenin Tüketici Üzerindeki Etkisi

Türk Gıda Kodeksi'nde gıda etiketi terimi “gıdanın ambalajının veya kabının üzerine yazılmış, basılmış, şablon ile basılmış, işaretlenmiş, kabartma ile işlenmiş, soğuk baskı ile basılmış, yapıştırılmış veya iliştilirilmiş olan herhangi bir işaret, marka, damga, resimli veya diğer tanımlayıcı unsurlar” olarak, gıda etiketleme ise “gıdaya eşlik

eden veya atıfta bulunan herhangi bir ambalaj, belge, bildirim veya etiket üzerinde yer alan gıda ile ilgili herhangi bir yazı, bilgi, ticari marka, resimli unsur veya işaretler” olarak tanımlanmaktadır (Anonim, 2017).

Beslenme etiketlemesi, tüketicilerin gıda satın alma kararlarını etkileyen önemli bir faktördür ve gıda ürünlerindeki besin içeriği bir güven niteliği olarak kabul edilmektedir. Bazı ülkelerdeki (örneğin ABD, Avustralya vb.) düzenleyici ortam, standartlaştırılmış paket üzerindeki beslenme bilgilerinin potansiyelini kabul ederek tüm işlenmiş gıda ürünlerinde beslenme etiketlerinin bulunmasını zorunlu kılmıştır. Beslenme etiketleme literatürü son yıllarda önemli ölçüde büyüme göstermiştir (Drichoutis ve ark., 2006).

Sağlık üzerindeki olumsuz etkilerinden dolayı *trans* yağ asitlerinin etiketlerde doymuş yağ asitlerine ayrı bir sınıf olarak eklenmesi veya bunlara dahil edilmesi ayrıca sağlıkla ilgili beyanlar için *trans* yağ asitlerine eşik bir değerin uygulanması önerilmiştir (Feldman ve ark., 1996). Kanada 2003 yılında, paketlenmiş gıdaların gıda etiketlerinde porsiyon başına *trans* yağ asidi içeriğinin gıda etiketlemesini uygulayan ilk ülke olmuştur; bu gıda etiketleme uygulaması perakende sektöründe Aralık 2005’de zorunlu hale getirilmiştir (Anonymous, 2006). FDA, 1999 yılında bir porsiyon gıdadaki TFA’nın gıda etiketlerinde belirtilen SFA miktarına dahil edilmesini şart koşan bir teklif yayınlamıştır (Thompson, 1999). Kamuoyu yorumu ve müzakeresinden sonra, 2003 yılında FDA, TFA ve SFA’nın ayrı ayrı kaleme alınmasını gerektiren nihai TFA kararını yayınlamıştır. Amerika Birleşik Devletleri’nde Haziran 2003’de onaylanan mevzuata göre tüm gıda etiketlerindeki besin değerleri panelinin 1 Ocak 2006’ya kadar *trans* yağ içeriğini göstermesi gerekmektedir (Jang ve ark., 2005). Böylece, TFA etiketlemesine ilişkin FDA nihai kuralı, belirtilen tarihten itibaren geçerli olmak üzere gıda ürünlerinin besin değerleri panelinde TFA içeriğinin beyan edilmesini zorunlu kılmış ve TFA, SFA’nın altında ayrı bir satırda rapor edilmiştir. Bir ürünün TFA içeriği porsiyon başına 0.5 g’a eşit veya daha fazla ise, söz konusu ürünün besin değerleri panelinde beyan edilmelidir. Öte yandan, TFA içeriği porsiyon başına 0.5 g’ın altındaysa, TFA 0 g olarak bildirilmelidir. Etiketleme yönetmeliklerine uymak için gıda ve yemeklik yağ endüstrileri, TFA’yı doğru bir şekilde analiz etme ve raporlama zorluğuyla karşı karşıya kalmıştır (Tarrago-trani ve ark., 2006). Etkili bir etiket, Codex Alimentarius (Codex) yönergelerine uygun olarak TFA miktarının tutarlı ve anlaşılır bir ifadesini, yani toplam yağın beyanının hemen ardından, 100 gram veya 100 mililitre

veya paket başına gram olarak ifade edilen bir miktarı içermelidir (WHO, 2019c). Dünya Sağlık Örgütü (WHO), *trans* yağ etiketlemesinin tek başına önemli azalmalar sağlamadığı takdirde, dünya çapındaki hükümetlerin kısmen hidrojene yağları aşamalı olarak kullanımdan kaldırmasını tavsiye etmiştir (Dhaka ve ark., 2011).

WHO *trans* yağ asitlerini azaltma stratejileri için etiket analizi yapılmasını önermiştir. Bunun için besin etiketlerinde TFA miktarlarının belirtilmesi ve diğer bileşenlerle birlikte PHO'nun veya eşdeğerlerinin listelenmesi gerekmektedir. Bu şekilde *trans* yağ asitlerinin denetimi, özellikle bilimsel testler yaygın olarak mevcut olmadığında, bir TFA sınırını veya bir PHO yasağını hızla uygulamak için kullanılabilecektir (WHO, 2019f). WHO etiketlerin, herhangi bir TFA içeren gıdaları veya bir bileşen olarak PHO listelenmiş gıdaları tanımlamak için kullanılabileceğini bildirmiştir (WHO, 2019d). Amerika Birleşik Devletleri ve Kanada'da yapılan zorunlu TFA etiketlemesinin etkisini inceleyen çalışmalarda TFA etiketleme politikalarının gıdalardaki TFA miktarlarındaki azalma ile ilişkilendirildiği bildirilmiştir. Ancak, yapılan bu çalışmalarda bazı ürün kategorilerindeki TFA miktarlarının yüksek kaldığı da belirtilmektedir (Downs ve ark., 2018).

Tüketiciler, satın aldıkları gıdalar hakkında bilgi toplayabilmeleri için aileden gelen deneyimler, eğitim, medya, ürün reklamları ve gıda etiketleri gibi çeşitli kaynaklardan yararlanabilmektedir. Etiketleme, sağlık açısından gıdaların besin içeriği ve sağlık yararları hakkında bilgiler içerdiği için özellikle önemlidir. Gıda ürünlerinde bu anlamda görünen iki tür bilgi, "beslenme etiketleri" ve "sağlık beyanları"dır. Gıdalarla ilgili beslenme etiketleri ve sağlık beyanları, halk sağlığı hedeflerine ulaşılmasına katkıda bulunma potansiyeline sahiptir. Etiketleme, tüketicilere bir gıdanın besinsel özellikleri ve sağlık beyanları (bir gıda, gıda bileşeni veya besin maddesini istenen sağlık durumuna bağlayan ifadeler) hakkında bilgi sağlamaktadır. Genel olarak, etiket kullanımının beslenmeyi, besin bilgisinin gıda seçimini etkilediğini belirtilmektedir (Hawkes, 2004). Gıda etiketlerinin kullanımının artması, gıda seçiminde motivasyonun artmasının yanı sıra daha sağlıklı beslenme davranışı kalıpları ile ilişkilendirilmiştir (Coulson, 2000). Besin etiketi kullanımının, ürünün değerlendirilme ve algılarını etkilediği için satın alma davranışını etkilediği görülmektedir. Paketin önündeki sağlık beyanları da ürün hakkında daha olumlu yargılar oluşturmaktadır (Levy ve Fein, 1998). Talepler için paketin iki yüzünün kullanılması (önde kısa talep, arkada uzun talep) sağlık beyanlarının inanılabilirliğini

artırmaktadır (Wansink, 2003). Bu daha kısa sağlık iddiaları ayrıca ürün hakkında daha olumlu düşüncelere ve daha olumlu bir imaja yol açmaktadır. Böylece sağlık beyanları da gıda şirketleri tarafından kullanılan bir pazarlama tekniği haline gelmiştir (Hawkes, 2004). Yapılan bir çalışmada sağlıkla ilgili değişkenlerin, etiket kullanımında en önemli grup olduğu öngörülmüştür, bunu motive edici faktörler ve sosyodemografik değişkenler izlemiştir. Sağlığa, sağlıklı beslenmeye ve gıdanın besin değerine önem verme, diyetle bağlı hastalıklara karşı algılanan savunmasızlık, beslenme bilgisi, matematiksel beceri ve cinsiyetin, gıda etiketi kullanım sıklığı ile pozitif ilişkiliyken; alışveriş alışkanlıkları ve yemek yemeyi olumlu bir şey olarak görme gıda etiketi kullanım sıklığı ile negatif ilişkili olduğu öngörülmüştür (Hess ve ark., 2012). Etiket kullanıcılarının genellikle kullanmayanlara göre daha sağlıklı diyetlere sahip olduklarını, yani yağ ve doymuş yağdan daha düşük kalori yüzdesine, daha düşük kolesterol ve sodyum alımına ve daha yüksek lif alımına sahip olduklarını bulunmuştur (Kim ve ark., 2000). Türkiye’de yapılan gıda etiketi okuryazarlığının belirlenmesi ile alakalı bir çalışmada ise katılımcıların yağlarla ilgili sorulara verdikleri yanıtların ortalama %55.3 doğru olduğu ve katılımcıların *trans* yağ asitlerinin zararları hakkında %77.9 gibi yüksek bir bilgi sahibi oldukları bildirilmiştir (Kızgın ve Tuncer, 2020). Bir etiketin en çok bakılan bileşenlerinin enerji ve yağ olduğu bulunmuştur, ancak tüketici uzmanları doymuş yağ gibi daha detaylı diğer bilgileri arama eğilimindedir (Higginson ve ark., 2002).

Gıda endüstrisi, etiketleme gereksinimlerini karşılamak ve paketlenmiş perakende ürünlerin *trans* yağ asidi içeriğini azaltmak için çaba sarf etmesine rağmen etiketleme politikalarını inceleyen araştırmalar, bu politikaların uygulanmasıyla gıdalarda bulunan TFA’lardaki azalmaların aynı zamana denk geldiğini fakat TFA oranı yüksek gıdaların marketlerde satılmaya devam ettiğini belirtmektedir (List, 2004). Yüksek TFA’lı gıdaların düşük TFA’lı muadillerinden daha ucuz olma eğiliminde olduğu göz önüne alındığında, bu politika yaklaşımlarının, nüfusun en dezavantajlı kesimlerine hizmet edememe ihtimali bulunmaktadır. Düşük gelirli tüketiciler genellikle fiyat farklılıklarına daha duyarlıdır ve bu nedenle daha düşük maliyetli, daha yüksek TFA içeren ürünleri satın alma olasılıkları daha yüksektir. Ayrıca, gıdalardaki TFA içeriklerinin zorunlu olarak etiketlenmesini gerektiren ülkelerde, daha düşük beslenme bilgisi ve aritmetik bilgisi olan tüketicilerin beslenme etiketlerini anlamaları veya kullanmaları daha az olasıdır (Ricciuto ve ark., 2009; Hess ve ark., 2012). Bu nedenle

tüketiciler yüksek miktarda TFA içeren ürünleri satın almayı sürdürmektedir. Bu durum, TFA içermeyen ürünlerin çoğunlukta olduğu ülkelerde bile yüksek endüstriyel TFA'ları içeren ürünler mevcut olduğu sürece TFA tüketiminin muhtemelen bir halk sağlığı sorunu olmaya devam edeceğini ve düşük sosyoekonomik grupların daha yüksek tüketimi nedeniyle sağlık eşitsizliklerine katkıda bulunacağını göstermektedir. Ek olarak, Avrupa'da TFA politika yaklaşımlarının etkisini inceleyen modelleme çalışması, zorunlu TFA etiketlemesinin maliyet etkin olma ihtimalinin düşük olduğunu bulmuştur (Martin-Saborido ve ark., 2016).

Gıda arzındaki TFA'ları azaltmayı amaçlayan politikalar etkilidir ve özellikle en savunmasız sosyoekonomik gruplar arasında diyetle ilgili hastalık yükünü muhtemelen azaltacaktır. Sadece birkaç ülke TFA'ları katı bir şekilde sınırlandırmış veya yasakları benimsemiştir. Bu politikalar gıda arzındaki TFA miktarlarını önemli ölçüde azaltmıştır. Etiketleme politikaları da gıda arzındaki TFA seviyelerinde azalmalara yol açmıştır ancak bu azalma tüm ürün kategorilerinde yapılamamaktadır ve yüksek TFA içeren ürünler gıda arzında kalmaktadır. Bu nedenle ilerleyen zaman içerisinde bölgesel, ülke düzeyinde veya küresel düzeyde TFA düzenlemeleri yapılmalıdır. TFA düzenlemeleri, TFA tüketimini azaltmak için en etkili, ekonomik ve adil yaklaşım olmaya devam etmektedir (Downs ve ark., 2018).

1.9 Çeşitli Ülkelerde ve Türkiye'de *Trans* Yağ Asitleriyle İlgili Düzenlemeler

Trans yağların sağlık üzerindeki olumsuz etkisi ve elimine edilme çalışmaları dünya genelinde giderek artan bir öncelik haline gelmektedir.

1994 yılında İngiltere Sağlık Bakanlığı, TFA tüketiminin günümüzdeki tahmini 5 g/ gün veya %2 gıda enerjisinden daha fazla artmaması gerektiğini ve bunun için de TFA'yı azaltmanın yollarının belirlenmesini önermiştir. Ortalama nüfus alımları tavsiye edilen alım sınırlarının altında veya yakınındayken, nüfusun önemli oranlarda yüksek miktarda TFA tükettiği endişesi, bazı ülkelerde alımını azaltmaya yönelik müdahalelere yol açmıştır. 2007'de, Birleşik Krallık Gıda Standartları Ajansı, Devlet Sağlık Sekreterinden gelen bir talebe yanıt olarak Beslenme Bilim Danışma Komitesine (SACN) *trans* yağ asitlerinin sağlık üzerindeki etkileri hakkındaki son verileri gözden geçirmesini istemiştir (SACN, 200) (Roe ve ark., 2013).

Avrupa en çok zorunlu TFA limitine sahip bölgedir. Danimarka, 2004 yılında tüm gıdalardaki 100 gram sıvı ve katı yağ başına 2 gram TFA sınırını koyarak,

endüstriyel olarak üretilen TFA'yı düzenleyen ilk ülke olmuştur. Danimarka'da yapılan çalışmalarda gıdalarda endüstriyel işlemler sonucu ortaya çıkan *trans* yağ asitlerine getirilen yasal düzenlemelerle *trans* yağ asidi alımın düşürüldüğünü bildirilmiştir. Danimarka'daki kardiyovasküler hastalıkların ölüm oranları, bu kısıtlamaları uygulamayan benzer ülkelere göre %3-2 oranında azalmıştır (Stender ve ark., 2006; Restrepo ve Rieger, 2016).

Danimarka'nın TFA'ları sınırlandırma yolundaki bu öncü çabaları ve elde ettiği sağlık üzerindeki olumlu etkileri Avusturya, Macaristan, İzlanda, Norveç ve 2018 itibariyle Letonya ve Slovenya'da benzer uygulamaların düzenlenmesini sağlamıştır. İsviçre'de sadece sıvı ve katı yağlar için bir TFA limiti vardır. Ocak 2018 itibariyle, Ermenistan, Beyaz Rusya, Kazakistan, Kırgızistan ve Rusya Federasyonu da dahil olmak üzere Avrasya Ekonomik Birliği ülkelerinde sıvı ve katı yağlarda TFA'yı %2 ile sınırlandıran bir düzenleme yürürlüğe girmiş ve o zamandan beri yürürlükte olan daha az kısıtlayıcı sınırları güçlendirmiştir. Nisan 2019'da, Avrupa Birliği, tüm gıda ürünlerinde endüstriyel olarak üretilen TFA'yı 100 gram toplam yağ başına 2 gram TFA ile sınırlandıran düzenlemeleri kabul etmiştir; bu karar Avrupa Birliği'nin tüm üye devletlerinde doğrudan 2021'den itibaren geçerli olacaktır (WHO, 2019g). Doğu Akdeniz Bölgesi küresel olarak en yüksek tahmini TFA alımına sahiptir. En yüksek TFA alımlarının Mısır ve Pakistan'da olduğu tahmin edilmektedir (sırasıyla toplam enerji alımının %6.5 ve %5.7'si) (Wang ve ark., 2016). 2016 yılında yürürlüğe giren sıvı ve katı yağlarda %2'lik bir sınırla TFA'yı ortadan kaldırmak için bölgede ilk adım atan ülke İran olmuştur. Suudi Arabistan'daysa 2019'un sonuna kadar PHO'nun yasaklanacağı bildirilmiştir. Bahreyn ve Suudi Arabistan, paketlenmiş gıdalarda TFA'nın etiketlenmesini zorunlu kılmaktadır. 2019'un başlarında WHO, ilgili ülkelerdeki TFA kaynaklarını ve gıdalardaki seviyeleri değerlendirmek için Mısır ve Pakistan hükümetleriyle işbirliği yapmıştır. Güneydoğu Asya Bölgesi 2018'den beri TFA eliminasyon politikalarında önemli adımlar atmıştır. 2011'de Hindistan, tüm sıvı ve katı yağlar için %10'luk bir TFA limiti belirlemiştir ve bu limit 2015'de %5'e düşürülmüştür. Aralık 2018'de Hindistan Gıda Güvenliği ve Standartları Kurumu bu limitin de düşürülmesini önermiştir. 2019'da Tayland, PHO'yu yasaklamıştır. Batı Pasifik Bölgesi'nde, Singapur'da sıvı ve katı yağlarda TFA için %2'lik zorunlu sınırlar ve paketlenmiş yemeklik sıvı ve katı yağlar üzerinde TFA'nın zorunlu etiketlenmesi bulunmaktadır. Çin, Kore Cumhuriyeti ve Filipinler, TFA ve diğer beslenme bilgileri

dahil olmak üzere önceden paketlenmiş gıdaların zorunlu olarak etiketlenmesi yönetmeliğine sahiptir. Ocak 2018'den bu yana yeni TFA politikaları uygulanmamıştır (WHO, 2019g).

Türkiye’de, Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği yemeklik için kullanılan zeytinyağı ve prina yağı tebliğinde doğal zeytinyağları, rafine zeytinyağı, riviera zeytinyağı, rafine prina yağı ve karma prina yağlarında *trans* C18:1 ile *trans* C18:2 ve *trans* C18:3 yağ asitleri toplamının yasal sınırlamalara göre bulunabileceği en yüksek değerler belirtilmiştir. 23 Ağustos 2007 tarihinde resmi gazetede yayınlanan, Türk Gıda Kodeksi Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği’ne göre gıdaların enerji değeri tablosunda çoklu doymamış yağ asitleri ve/veya kolesterol oranına ek olarak doymuş yağ asitleri ve TFA miktarının da belirtilmesi gerektiği açıklanmıştır. Gıda, toplam yağın %1’in den az TFA içeriyorsa “TFA içermez” ibaresinin ambalaj üzerinde yer alabileceği belirtilmiştir. Diğer taraftan Gıda, Tarım ve Hayvancılık Bakanlığı Türk Gıda Kodeksi “Gıda Etiketleme ve Tüketicileri Bilgilendirme” yönetmeliğini (Anonim, 2017) yayımlayarak beslenme bildiriminin içeriğinde *trans* yağ asitleri konusunda ilave ve yeni bir düzenleme getirmiştir. Söz konusu düzenleme ilgili yönetmeliğin 35/1. Maddesi ç bendinde “Diğer mevzuat hükümleri saklı kalmak kaydıyla; yağ, doymuş yağ, karbonhidrat, şekerler, protein ve tuz miktarları bilgilerine ilave olarak, sadece ilgili gıda kodeksinde tanımlanan sürülebilir yağ/ margarinler, yoğun yağlar, bitkisel yağlar ve bu yağları içeren gıdaların %2’den fazla *trans* yağ içermesi durumunda *trans* yağ miktarı bildirilir” şeklinde yer almaktadır. Ayrıca 31 Aralık 2019 tarihine kadar ilgili yönetmelik (Anonim, 2017) hükümlerine uyulması zorunluluğu da getirilmiştir. 7 Mayıs 2020 tarihinde ise Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği’ ne “Hayvansal kaynaklı yağlarda doğal olarak bulunan *trans* yağ dışındaki *trans* yağlarda geçerli olmak üzere perakende işletmelere arz edilen gıdalar ile son tüketiciye sunulan gıdalarda *trans* yağ miktarı toplam yağın 100 gramında 2 gramı geçemez.” düzenlemesi getirilmiştir. WHO’nun öngördüğü şekilde yapılan bu düzenlemenin uygulamaya geçiş tarihi 1 Ocak 2021’dir.

Son 15 yılda 28 ülke, dünya genelinde 2.4 milyar insanı (%31) kapsayan zorunlu TFA sınırlarını uygulamaya koymuştur (Anonymous, 2017). Dünya nüfusunun yüzde kırktan fazlası şu anda zorunlu TFA kısıtlamaları olan ülkelerde yaşamaktadır (WHO, 2020).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

Ackman ve Mag (1998), kısmi hidrojene yağın TFA içeriğinin, 10 ile 60 g/100 g arasında değişebileceğini ve 25 ile 45 g/100 g en sık konsantrasyon olduğunu, geviş getiren yağlarda (örneğin sığır don yağı ve tereyağı) TFA konsantrasyonu 5 ile 8 g/100 g ve rafine yemeklik yağlarda 3 g/100 g'a kadar olduğunu, koku giderme prosedürü sırasında kullanılan yüksek sıcaklıklar nedeniyle rafine yemeklik yağlarda az miktarda TFA izomerleri bulunacağını bildirmişlerdir.

List (2014), araştırma kanıtlarından yola çıkarak bitkisel yağların rafine edilmesi veya kokularının giderilmesi sırasında özellikle *trans* dienler ve trienler olmak üzere eser miktarda TFA'nın (~1.0-1.5%) üretildiğini bildirmiştir.

Kızartma işlemi yağlarda oksidatif bozulmaya ve *trans* yağ asitlerinin (TFA) oluşmasına neden olduğunu göstermek için yapılan bir çalışmada, patates kızartması hazırlamak için kullanılan yerfıstığı yağının TFA içeriği üzerinde kızartma sıcaklıklarının ve kızartma döngülerinin etkisini değerlendirilmiştir, TFA, değişen sıcaklıklarda (160°C, 180°C, 200°C, 220°C, 230°C) ve kızartma döngülerinde (1., 4., 8. 16. ve 32.) gaz kromatografisi ile tahmin edilmiştir. Yükselen kızartma sıcaklıkları ve aşamalı kızartma döngüleri ile ortalama *cis* doymamış yağ asitleri azalırken, ortalama doymuş yağ asitlerinin ve TFA'nın arttığı görülmüştür (Jain ve ark., 2020).

Song ve ark., (2015) lipid oksidasyonu ve *trans* yağ oluşum oranlarını hızlandırabilecek pişirme yöntemlerini test etmişler ve bunlardan 170 °C'de tavada kızartma işlemi ve sürekli karıştırma işleminin *trans* yağ oluşumunu hızlandırabileceği sonucuna varmışlardır. Bununla birlikte, kızartma işleminden sonra bitkisel yağdaki *trans* yağ içeriği, kısmen hidrojene yağlardan yapılan margarin gibi diğer gıda ürünlerine kıyasla *trans* yağ seviyesinin çok altında olduğunu belirtmişlerdir.

Bhardwaj ve ark. (2016), Asyalı yerliler tarafından kullanılan katı yağların ve sıvı yağların ısıtılması, yeniden ısıtılmasının *trans* yağ asidi oluşumu üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışma yapmış ve derin kızartma sırasında, özellikle kızartma yağlarının yeniden kullanımıyla, yağların/ kızarmış yiyeceklerin TFA içeriğinde önemli bir artış olduğunu görmüşlerdir.

Kahraman ve Küplülü (2011), beslenme ile vücuda alınan *trans* yağ asitlerinin % 2-8'inin hayvansal gıdalardan biyohidrojenasyon yoluyla, %82-90'ı endüstriyel kaynaklı kısmi hidrojenasyon ile alındığını ve bu yağ asitlerinin ise LDL kolesterolü artırırken HDL kolesterolü azalttığını bildirmişlerdir.

Taşan ve Dağlıoğlu (2005), hidrojene yağların gıda endüstrisinde büyük önem arz ettiğini, margarin ve şortening üretiminde kullanıldığı için bu ürünlerin *trans* yağ asitleri tüketimine kaynaklık ettiğini bildirmişlerdir.

Patterson (2011), bitkisel yağ ve margarin, kısmen hidrojene yağın (PHO) iyi örnekleri olduğunu belirtmiştir. Mutfak amaçları için iyi özelliklere sahip olan hidrojene yağların, kullanımının kolay, üretiminin ucuz ve hayvansal yağlara ucuz alternatifler olduklarını, tam hidrojenasyonun ise ürünler oda sıcaklığında çok katı olduğu ve mutfak amaçları için uygun olmadığı için istenmediğini bildirmiştir.

Isıl işlemlerin ve ısıtma süresinin katı ve sıvı yağ numunelerinde [iki katı halde (margarin ve ghee) ve iki sıvı halde (zeytinyağı ve mısır yağı)] *trans* yağ asitlerinin (elaidik asit olarak) miktarına etkisinin araştırıldığı bir çalışmada incelenen tüm margarin ve ghee örnekleri, çalışmada kullanılan ısıtma işlem öncesi ve sonrası elaidik asit içerirken mısır yağı ve zeytinyağı, incelenen ısıtma işlemlerden önce ve sonra elaidik asitten arındırılmıştır. Bu nedenle katı yağlar yerine bitkisel yağlarla (mısır yağı gibi) pişirilmiş yemekler tavsiye edilmektedir (Afanah ve ark., 2017).

Ceriani ve ark., (2008) optimizasyonla birlikte, TFA oluşumu ile ilgili olarak bitkisel yağların endüstriyel fiziksel arıtma tesislerinde daha iyi işleme koşullarını göstermek için yaptıkları çalışmada, fiziksel rafinasyonun asitten arındırma adımı sırasında total TFA seviyelerinin üretilebileceğinin güçlü bir göstergesi olduğunu, doymamış yağ asitlerinin *cis-trans* izomerizasyonunu en aza indirmek için daha düşük sıcaklıklar ve daha kısa ısıtma süreleri kullanılması gerektiğini, TFA içeriği yüksek yağın düşük kalite rafine yağ olduğunu bildirmişlerdir.

Ayçiçeği yağının rafine edilmesi sırasında farklı aşamalarda oluşan *trans* yağ asitlerinin incelendiği bir çalışmada kimyasal olarak rafine edilmiş ayçiçeği yağlarının TFA içeriğinin %1'in altında olduğu, fiziksel rafinasyonun son aşamasında uygulanan yüksek sıcaklık nedeniyle toplam TFA içeriğinin kimyasal rafinasyona göre daha yüksek olduğu bildirilmiştir (Taşan ve Demirci, 2003).

Dünya çapında en büyük 12 uluslararası gıda ve alkolsüz içecek şirketini temsil eden bir birlik olan Uluslararası Yiyecek ve İçecek Birliği (IFBA), ürünlerinde endüstriyel olarak üretilen TFA'nın dünya çapında 2018 yılının sonunda 100 gram ürün başına 1 gramın altına düştüğünü bildirmiştir. (Anonymous, 2018).

2012’de İspanya’da araştırılan ticari unlu mamuller markalarındaki toplam TFA içeriğinin 0.17 ila 0.22 g/100 g (ortalama 0.19 g/ 100 g) arasında olduğu bildirilmiştir (Ansorena ve ark., 2013).

Richter ve ark. (2009) İsviçre marketlerinde satılan *trans* yağ asitlerinin kaynağı olan gıdaları belirlemek ve mevcut durumu değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. Farklı kategorilerde 119 adet gıda numunesi alınarak analiz edilmiştir. Analiz edilen örneklerin yaklaşık %40’ının %2’den fazla TFA’ya sahip olduğu, en yüksek ortalama TFA değerlerinin unlu mamullerde (%6 TFA) ve en düşük ortalama TFA değerlerinin kahvaltılık gevreklerde (<%0.4 TFA) olduğu gözlemlenmiştir.

Beninca ve ark. (2009) Brezilya’da yaptıkları bir araştırmada, marketlerde satışa sunulan margarinlerdeki *trans* yağ asidi içeriği, etiketleme düzenlemeleri ve bununla ilgili tüketici bilgilerini incelemişlerdir. 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 kategorize 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.

İngiltere’de gıda endüstrisinin, işlenmiş ürünlerdeki yapay *trans* yağ asidi içeriğini düşürmek için yaptığı son reformülasyon çalışmasına yanıt olarak, 5 ile 12 arasında alt numuneden oluşan 62 gıda numunesinin *trans* yağ asidi içeriğini belirlemek için bir araştırma yapılmıştır. *Trans* yağ asidi seviyelerinin, karşılaştırmaların mümkün olduğu benzer gıdaların İngiltere’deki önceki analizlerine kıyasla önemli ölçüde azaldığı, tüm numunelerde endüstriyel *trans* yağ asidinin baskın izomeri olan elaidik asit konsantrasyonlarının %2’nin altında olduğu görülmüştür (Roe ve ark., 2013).

Brezilya’da gıda etiketi üzerinde bulunan besin değerleri panelinde ve içerik listesinde *trans* yağ bilgilerinin varlığını, Brezilya’da pazarlanan paketlenmiş yiyecek ve içeceklerde *trans* yağ beyanlarının kullanımını araştıran bir çalışmada paketlenmiş gıdaların neredeyse beşte birinde *trans* yağ içeriği bulunmuştur. Mevcut Brezilya mevzuatının, paketlenmiş gıdalardaki *trans* yağların içeriği hakkında tüketicileri bilgilendirmek için yeterli olmadığı ve endüstriyel olarak üretilen *trans* yağların

kullanımını kısıtlamaya yönelik önlemlerin yanı sıra, beslenme etiketlemesinde de iyileştirmelere ihtiyaç olduğu bildirilmiştir (Ricardo ve ark., 2019).

Amerika’da, zorunlu *trans* yağ etiketlemesinin atıştırma ürünlerinin piyasaya sürülmesi üzerindeki etkisi incelenmiş, etiket bilgileri kullanılarak, lipid bileşenleri ve yağ profilleri, etiketleme öncesi ve sonrası karşılaştırılmıştır. 2001 (etiketleme öncesi) ve 2009 (etiketleme sonrası) arasında satışa sunulan 5000’den fazla atıştırma ürünü cips ürünlerinde etiketleme sonrası kısmen hidrojene bitkisel yağ kullanımının azaldığı, kurabiye ürünlerinde ise önemli ölçüde daha yüksek doymuş yağ seviyeleri ve doymuş yağın toplam yağ oranının arttığı görülmüştür (Van Camp ve ark., 2012).

Portekiz’de marketlerde satılan gıdaların TFA içeriği hakkında veri elde etmek için yapılan çalışmada özellikle içerik listesinde hidrojene veya kısmen hidrojene yağın varlığını gösteren numunelere odaklanılarak 268 ürün incelenmiştir. İncelenen ürünlerin % 19’unda TFA seviyesinin % 2’nin üzerinde olduğu, Portekiz gıdalarında TFA içeriği açısından hala çok fazla iyileştirmeye ihtiyaç olduğunu vurgulanmıştır (Costa ve ark., 2016).

Garsetti ve ark., (2016) Amerika’da yaptıkları çalışmada 2013’de satılan bitkisel yağdan elde edilen sürülebilir ürünlerin yağ bileşimini 2002’de satılanlarla karşılaştırmıştır. Gıda etiketindeki içerik listesi analizi, 2013’de sürülen ürünlerin %86’sının kısmen hidrojene bitkisel yağlar içermediğini göstermiştir. 2002’ye göre 2013 yılında 14 g’lık bir porsiyonda toplam yağ ve *trans* yağ asidi içeriği sırasıyla ortalama 2.2 gr ve 1.5 gr azalmıştır.

Stender ve ark., (2016) altı Doğu Avrupa ülkesinde 2012 yılından 2014 yılına kadar sık tüketilen gıdalar olan bisküvi, kek ve gofretlerde endüstriyel *trans* yağ asidi varlığındaki değişimi izlemek için araştırma yapmışlardır. Çalışma 100 gr da 15 gr veya daha fazla yağ bulunduran ve içerik listesinde (içeriğe göre sıralanmış) ilk 4 arasında kısmen hidrojene yağ veya benzeri bir terime yer verilen ürünlerle yapılmış, hidrojene edilmemiş yağ veya tamamen hidrojene yağ terimini içeren paketler satın alınmamıştır. Çalışmada endüstriyel *trans* yağ asitlerinin %2’den düşük olduğu paketli gıdalar 69’dan 235’e yükselirken, endüstriyel *trans* yağ asitlerinin %2’den fazla olduğu paketli gıdalarında 197’den 408’e çıktığı sonucuna ulaşılmıştır. Rakamlardaki artışa rağmen, çalışmaya dahil edilme kriterlerini karşılayan tüm ürünler içinde %2’den fazla endüstriyel *trans* yağlara sahip ürünlerin oranı %74’ten %63’e düşmüştür.

Kuşar ve ark. (2021), Sloven gıda arzındaki TFA seviyelerini araştırmak için yapmış oldukları çalışmada, Slovenya’da satın alınan 282 gıdanın TFA içeriği belirlenmiştir. İncelenen örneklerin çoğunda düşük TFA seviyeleri bulunurken, bazı gıdalarda 100 g gıda başına 6.8 g’a kadar TFA gözlenmiştir. Önceden paketlenmiş 207 gıdada, yüksek TFA seviyelerine sahip örneklerin en yüksek oranı, PHO etiketli çerezler arasında bulunmuştur.

Tayland’da, ulusal gıda arzındaki TFA içeriğinin değerlendirmesinin ve TFA tüketiminin azaltılması için kullanılan stratejilerin açıklandığı bir çalışmada, kısmen hidrojene yağlar (PHO’lar) içeren unlu mamullerin Tayland’daki TFA’ların başlıca kaynakları olduğu, palm ve hindistancevizi yağının yanı sıra PHO ikamelerinin yerel olarak mevcut olduğu, Tayland Gıda ve İlaç İdaresi’nin, PHO’ların ve ürünlerinin üretimini, ithalatını ve dağıtımını yasaklamak için yasal işlem başlattığı, pazarlama sonrası TFA seviyelerinin şu anda izlendiği ve katı yağ/sıvı yağ ve tereyağındaki TFA’ların yağ içeriğinin sırasıyla %2 ve %6’yı geçmemeleri gerektiği belirtilmiştir (Chavasit ve ark., 2020).

Kanada’da yapılan bir çalışmada perakende gıdaların *trans* yağ içeriğinin etiketlenmesinin ve birçok gıdada bitkisel yağlardan *trans* yağ asitlerinin çıkarılmasının veya azaltılmasının, insan sütünün *trans* yağ konsantrasyonundaki bir düşüşün eşlik edip etmediğini incelenmiş ve insan sütündeki *trans* yağ asitlerinde bir azalma olduğu bulunmuştur. Kadınlar arasında, özellikle *trans* yağ asidi alımının daha yüksek olduğu kadınlar arasında, *trans* yağların etiketlenmesinin ardından *trans* yağ asidi alımının azaldığına dair kanıt sağlanmıştır (Friesen ve Innis, 2006).

Kanada’da yapılan başka bir çalışmada ise 2013-2017 yılları arasında satılan, paketlenmiş gıdalarda PHO ve HO ve/veya her ikisinin prevalansını ve bu tür yağları içeren ürünlerin ortalama TFA seviyeleri Kanada’da kullanılan bir gıda etiket bilgi programı ile değerlendirilmiş, PHO, HO ve/veya her ikisinin kullanımının, Kanada gıdalarında 2013’den 2017’ye önemli ölçüde azaldığı görülmüştür (Franco-arellano ve ark., 2020).

Almanya’da yapılan bir çalışmada marketlerde satılan 339 gıda ürünü 6 kategoriye ayrılıp TFA içeriği ve miktarı dikkate alınarak analiz edilmiştir. TFA içerikleri, özellikle unlu mamullerde %0 ila %35 ve şekerlemelerde %0 ila %40 arasında yüksek oranda değişiklik göstermiştir. Ayrıca araştırmacılar aynı ürünün farklı

serileri arasında bile TFA içeriğinde farklılıklar olduğu belirtmişlerdir (Khunt ve ark., 2011).

Karabulut, (2007) Türkiye’de sıklıkla tüketilen gıdaların yağ asidi bileşimini, özellikle *trans* yağ asitleri üzerinde durarak analiz etmiştir. Et ürünleri, çikolatalar, unlu mamuller ve diğerleri olarak kategorize edilen 134 numune üzerinde yapılan çalışmada unlu mamullerin en yüksek *trans* yağ içeriğine sahip olduğu bildirilmiştir.

Trans yağ asidi alımının insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkileri sebebiyle Türkiye marketlerinde satılan tüm markalara ait cips ve keklerin yağ asidi bileşimini ve *trans* yağ asidi içeriğini belirlemek amacıyla yapılan çalışmada cips ve kek örneklerindeki *trans* yağ asitleri çok çeşitli olduğu; tüm cipslerde ve bazı keklerde *trans* izomer seviyesinin düşük olduğu görülmüştür (Çakmak ve ark., 2011).

Taşan ve Demir, (2019) ülkemizde yaptıkları çalışmada etiketlerinde *trans* yağ asidi içermez beyanı bulunan 4 gıda grubunda 29 farklı markaya ait gıdaların *trans* yağ asitlerini analiz ederek Türk Gıda Kodeksi tebliğine uygunluklarını incelemişlerdir. İncelenen 28 markanın toplam *trans* yağ asidi içeriklerinin ilgili tebliğdeki koşullara uygun olduğu tespit edilmiştir.

Huang ve ark., (2020) Avustralya’da 2018 yılında toplanan önceden paketlenmiş gıdaları büyük bir gıda izleme veritabanını kullanarak, iTFA içermesi muhtemel ürünleri belirlemek için spesifik ve spesifik olmayan içerik terimlerini kullanarak gıdaların etiket bilgilerini ve içerik listesini incelemişlerdir. Toplam 28.349 paketli gıda analiz edilmiş ve oranı az da olsa bazı gıda kategorilerinde *trans* yağların önerilenden yüksek olduğunu görmüşlerdir.

Marakis ve ark., (2020) Yunanistan’da yaygın olarak tüketilen işlenmiş gıdaların TFA ve iTFA’ya odaklanarak yağ asidi profilini araştırmışlardır. Çalışmada tatlı ve tuzlu, önceden paketlenmiş ve paketlenmemiş olan işlenmiş gıdalardan 140 adet numune alınarak analiz edilmiştir. Ruminant TFA (r-TFA) tahmini bütirik asit değerlerine dayandırılmış ve i-TFA, toplam TFA’dan r-TFA çıkarıldıktan sonra değerlendirilmiştir. Bu gıda gruplarından bazı ürünlerin doymuş yağ içeriği yüksek olmasına rağmen, kek, bisküvi, kruvasan ve donutların hem toplam hem de i-TFA içerikleri ortalama olarak düşük (toplam yağın < %2’si) olduğu görülmüştür. Başta milföy hamurundan yapılan hamur işleri olmak üzere turtalar ve hamur işleri en yüksek i-TFA içeriğine sahip olmuştur. Tüm örneklerin yaklaşık %15.7’sinin bir i-TFA

içeriğine sahip olduğu, et ürünleri ve patates kızartmasında ise toplam yağın %1'ini aşmayan i-TFA seviyelerinin olduğu görülmüştür.

Albers ve ark., (2008) gıda ürünlerinin üretiminde kullanılan katı ve sıvı yağların *trans* yağ içeriğini azaltmak için daha yeni teknolojilerin geliştirilmesi üzerine bu değişikliklerin marketlerdeki gıdalar üzerindeki etkilerini incelemek için, margarinler ve tereyağları, kurabiyeler ve atıştırmalık kekler, tuzlu atıştırmalıklar olmak üzere üç gıda kategorisinde mevcut *trans* ve doymuş yağ seviyelerini değerlendirmek için çalışma yapmışlardır. 29 adet margarin ve tereyağından 21'inin, 44 adet kurabiye ve atıştırmalık kekin 34'ünün ve 40 adet tuzlu atıştırmalığın 31'inin *trans* yağ içermez şeklinde etiketlendiğini ancak bazı ürünlerin önemli miktarda *trans* yağ içerdiğini bulmuşlardır. Bu çalışmada hem *trans* yağın hem de doymuş yağın sağlığa olumsuz etkileri olduğundan, ürünlerin besin içeriğini değerlendirirken her iki yağ asidi türü de dikkate alınmıştır. Toplam yağın yüzdesine oranlanarak en yüksek doymuş ve *trans* yağ oranlarına sahip olduğu tespit edilen ürünler, tereyağı, patlamış mısır, kurabiye ve atıştırmalık keklerdir. Çalışmanın nihai amaçlarından biri olan ürün fiyatının doymuş ve *trans* yağ içeriği ile bağlantısı da incelemiş, tuzlu atıştırmalıklar ve margarinlerde doymuş ve *trans* yağların miktarı azaldıkça fiyatlarının arttığı bildirilmiştir.

Belirli yasal limitlere uyarak gıda ambalajlarına *trans* yağsız ibaresi eklenebilmektedir. Ancak şeker, tuz veya doymuş yağ asitleri bakımından yüksek sağlıksız gıdaların pazar çekiciliğini artırmak için “*trans* yağsız” ibaresi kullanmanın tüketici sağlığı açısından sorunlu olabileceği kaydedilmiştir (Jacobson, 2006).

Avustralya Yeni Zelanda Gıda Standartları (FSANZ) araştırması, Avustralyalıların %84'ünün ve Yeni Zelandalıların %81'inin, gıdaların beslenme bilgileriyle ilgili birincil bilgi kaynağı olarak gıda etiketlerinden bahsettiğini göstermiştir (Blewett, 2011).

Güneş ve ark., (2014) ülkemizdeki tüketiciler arasında etiket okuma alışkanlığının %56 oranında olup, eğitim düzeyinin artışıyla etiket okuma alışkanlığı arasında pozitif bir ilişki saptamıştır.

Amerika'da yetişkinlerin ulusal olarak temsili bir örnekleminde gıda etiketi kullanımının yaygınlığını ve gıda etiketi kullanımı ile besin alımı arasındaki ilişkinin tanımlanması için yapılan bir çalışmada katılımcıların %61.6'sı beslenme gerçekleri panelini kullandığını, %51.6'sının içerik listesine baktığı, %47.2'sinin porsiyon boyutuna baktığı ve %43'ünün en azından bazen bir gıda ürünü satın almaya karar

verirken sağlıkla ilgili iddiaları incelediği bildirilmiş ve toplam enerji, toplam yağ, doymuş yağ, kolesterol, sodyum, diyet lifi ve şekerin ortalama besin alımında önemli farklılıklar bulunmuştur. Gıda etiketi kullanıcılarının, etiket bilgilerini kullanmayanlara göre daha sağlıklı besin tüketimini bildirdikleri gözlenmiştir (Ollberding ve ark., 2011).



3. MATERYAL ve YÖNTEM

Türkiye’de tüketilen paketlenmiş gıdaların *trans* yağ içeriğine ilişkin market araştırması, ön çalışma ile belirlenen beş ulusal süpermarket zinciri aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. Beş ulusal süpermarket zincirinin seçiminde, ülke genelinde tüketici tercihlerini sattıkları ürünlere yansıtan, pazar payı en yüksek, ürün çeşitliliği en fazla olan marketler tercih edilmiştir. Bu çalışmaya dahil edilen tüm süpermarket zincirlerinden ve idari makamlardan resmi izin ve etik kurul onayı alınmıştır. Süpermarketlerdeki gıda ürünlerinin *trans* yağ etiket bilgileri ve besin değerleri panelini incelemek için 11 gıda kategorisi belirlenmiştir. Bu kategoriler unlu mamuller, hazır gıdalar, bitkisel yağlar, toz içecekler, sürülebilir gıdalar ve soslar, pastacılık ürünleri, kahvaltılık gevrekler-barlar, bebek mamaları, işlenmiş etler, dondurmalar, çikolatalar-gofretler ve atıştırmalıklardan oluşmaktadır (Ricardo ve ark., 2019). Yağ içermeyen ve endüstriyel *trans* yağ potansiyeli olmayan (içecekler, bal ürünleri, süt ürünleri gibi) paketlenmiş gıda ürünleri inceleme dışında tutulmuştur.

Her paketin ön yüzü, varsa *trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez beyanı, içindekiler listesi, ağırlık ve besin değerleri paneli dahil olmak üzere en az üç fotoğraf çekilmiştir. Veri toplama sürecinin sağlıklı ilerleyebilmesi için çekilen fotoğraflar hızlı bir şekilde veri havuzuna kaydedilmiştir. Tekrarı önlemek için ürün bilgileri detaylı olarak girilmiş ve her ürün için bağlantılı olduğu kategori dikkate alınarak kodlar girilmiştir. Genellikle ambalaj boyutunun farklılık gösterdiği benzer ürünlerde büyük ebatlı ürünlerin fotoğraflanması tercih edilmiştir. Saha çalışmasında, yüksek çözünürlüklü kameralara sahip akıllı telefonlar kullanarak ürünlerin fotoğrafları çekilmiştir. Veri toplama işlemi, süpermarketlerin işleyişini aksatmamak için 2021 yılının yaz tatillerinde gerçekleştirilmiş ve müşteri yoğunluğunun nispeten düşük olduğu salı, çarşamba ve perşembe günleri fotoğraf çekimi yapılmıştır. Ürünlerin fotoğrafları müşterileri rahatsız etmeyecek şekilde gündüz saatlerinde ve maksimum 30 dakika boyunca çekilmiştir. Tüm fotoğraflama işlemleri iki ay içerisinde tamamlanmıştır. Veri toplama sırasında müşterilerle iletişim kurulmaması için çaba sarf edilmiştir. Tüm bu çalışmaların sonucunda yaklaşık 5049 fotoğraf çekilmiş ve 1411 örnek tek tek incelenmiştir. Etiketleme verilerinin toplanması ve sınıflandırılmasında kullanılan tüm yöntemler Kanter ve ark.,’nın (2017) çalışma modeline uyarlanarak gerçekleştirilmiştir.

Etiket bilgilerine göre *trans* yağ içerikleri Ricardo ve ark.'nın (2019) yaptıkları çalışmadan uyarlanarak sınıflandırılmıştır. *Trans* yağ içeriği olan ürünleri tanımlamak için kullanılan anahtar kelimeler Çizelge 3.1'de listelenmiştir. 'Spesifik terimi', *trans* yağ kaynakları olduğu bilinen anahtar kelimelere sahip ürünler için kullanılmıştır. Kısmi hidrojene yağ, hidrojene bitkisel yağ ve hidrojene bu kategori için seçilmiştir. *Trans* yağ kaynağı olması muhtemel ürünler için 'muhtemel', *trans* yağ kaynağı olma olasılığı düşük ürünler için 'düşük olasılık' ve belirsiz anahtar kelimelere sahip ürünler için 'belirsiz' sınıflandırmaları kullanılmıştır.

İncelenen 1411 ambalajlı gıda maddesinin etiketleme, besin içerikleri veri havuzuna kaydedildikten sonra 6 adet yağ çeşidi içeriğinin tespit edilebilmesi için data analizi yapılmıştır. 6 adet yağ çeşidi ambalajlı gıdalarda en çok bulunan palm yağı, ayçiçek yağı, kanola yağı, pamuk yağı, hindistan cevizi yağı ve kakao yağı olarak belirlenmiştir. Diğer yağ çeşitleri de data analizinde miktar olarak belirlenmiştir fakat miktar olarak az olduklarından tez içeriğine dahil edilmemişlerdir. Her bir paketli gıda ürününün içeriğinde bulunan yağ çeşitleri ayrı ayrı kaydedilmiş ve her bir kategoriye göre hangi yağ çeşidinin hangi oranda kullanıldığı tespit edilmiştir.

Çizelge 3.1. Etiket bilgilerine göre *trans* yağ içeriğinin sınıflandırılması

<i>Trans</i> yağ sınıflandırmaları	Anahtar kelimeler
Spesifik	Kısmi hidrojene yağ, hidrojene bitkisel yağ, hidrojene
Muhtemel	Şorteningler, margarin
Düşük olasılık	Tam hidrojene bitkisel yağ, rafine bitkisel yağ, hidrojene olmayan bitkisel yağ, palm olein, kızartma yağları, bitkisel krema, shea
Belirsiz	Organik bitkisel yağ, yağ tozu, palm yağı fraksiyonları, tereyağı aromalı bitkisel yağ, bitkisel yağ

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI ve TARTIŞMA

4.1 Tüm Kategorilerde Paketli Gıda Ürünlerinin İçerik Listelerinde Olası *Trans* Yağ Kaynaklarının Belirlenmesi

Unlu mamuller (bisküvi, kek, kraker vb. mamuller) kategorisi için 312 adet numune incelenmiştir. Bu ürünlerin %92'sinin içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Kalan ürünlerin %8'inin içeriğinde bitkisel yağ tozu, tereyağı aromalı bitkisel yağ, margarin, bitkisel susuz yağ, tam hidrojene yağ, kısmi hidrojene yağ ve hidrojene yağ terimleri kullanılmaktadır. Paketlerin üzerindeki bu ifadelerin yanında mevcut yağ içeriği parantez içinde listelenmiştir. *Trans* yağ varlığının göstergesi olan PHO'lar 312 numunede ortalama %3.2 oranında bulunmuştur, *trans* yağ içermesi muhtemel içerikler ise %1.9 oranında bulunmuştur. Bu kategorideki ürünlerin %18'inde *trans* yağ olma olasılığı düşük yağ içeriği tespit edilirken %3.2'sinde ise belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçindekiler listesine göre, incelenen 312 örneğin %74'ü *trans* yağ içirme potansiyeli olmayan yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.1, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde %34.9 oranında '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanıldığı görülmektedir. %65.1'inde *trans* yağ ile ilgili bilgi bulunamamıştır (Çizelge 4.1, Şekil 4.14).

Çizelge 4.1. Unlu mamüller kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n= ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımını		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
														Var		Yok	
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Unlu mamuller kategorisi	312	286	92	10	3.2	6	1.9	55	18	10	3.2	231	74	109	34.9	203	65.1

Atıştırmalıklar kategorisi (cips, çerez, mısır ürünleri) için 117 örnek incelenmiştir. Bu ürünlerin %94.9'u içeriklerinde 'bitkisel yağ' terimini kullanmaktadır.

Kalan kısım ise yağ içeriği ile ilgili bir terim içermemektedir. İçerik bilgisinde %4 oranında kısmi hidrojene yağ bulunmuş olup muhtemel bir *trans* yağ kaynağı olabilecek yağ içeriğine rastlanmamıştır. Bu kategorideki ürünlerin %46.2'sinde düşük olasılıklı *trans* yağ içeriği belirlenmiştir, ürünlerin %3.4'ünde ise belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 117 örneğin %47'si *trans* yağ içermeye potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.2, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde, tüm ürünlerin %52'sinde '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerine rastlanmaktadır. Kalan %44'de *trans* yağ ile ilgili ifadeler bulunmamıştır (Çizelge 4.2, Şekil 4.14). Bu kategorinin sonuçlarına göre incelenen ürünlerin neredeyse yarısının düşük de olsa *trans* yağ içerebilen ürünlerden oluştuğu görülmüştür.

Çizelge 4.2. Atıştırmalıklar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Atıştırmalıklar kategorisi	117	111	94.9	4	3	0	0	54	46.2	4	3.4	55	47	65	55.6	52	44.4

Van Camp ve ark., (2012) Amerika'da etiket bilgileri kullanılarak, lipit bileşenleri ve yağ profillerini, etiketleme öncesi ve sonrası karşılaştırdıkları çalışmada Amerika diyetinde yaygın ve başlıca *trans* yağ kaynağı olan gıdalar çerez ve kurabiyeler olarak tuzlu ve tatlı atıştırmalıkların bulunduğu 2 kategoriye ayrılmıştır. Çalışma sonucunda her iki kategoride de *trans* yağ azalırken kurabiye kategorisinde doymuş yağ oranının arttığı görülmüştür. Ayrıca '0 gr *trans* yağ' beyanı Amerika'da 2003 yılından itibaren her iki kategoride de artış göstermiştir. Ancak her iki kategoride de böyle bir beyanı kullanan ürünlerin payının, bunu yapmaya hak kazanan paydan çok daha düşük olduğu görülmüştür. 2009'da çerez kategorisini %85'i ve kurabiye kategorisinin %77'si '0 g *trans* yağ' beyanı yapmaya uygun olduğu halde, sırasıyla

yalnızca %55 ve %23'ü bu beyanı taşıdığını bildirilmiştir. Araştırmacılar bunun nedeninin atıştırılabilir gıda üreticilerinin sağlıkla ilgili endişeleri yatıştırmak ile marka imajlarının merkezinde olan iyi tat ve yeme zevki algısını sürdürmek arasında kaldıklarından dolayı olabileceğini belirtmişlerdir. Bu tez çalışmasındaki unlu mamuller kategorisiyle Van Camp ve arkadaşlarının çalışmasındaki kurabiye kategorisinin verileri benzer özelliktedir. Fakat bu tez çalışmasında incelenen *trans* yağ içerme potansiyeli olan çerez kategorisindeki ürünlerin oranı daha yüksektir. Ayrıca bu çalışmada etiketleme öncesi ve sonrası lipid profili değişimi gözlemlenmemiştir.

Ülkemizde Sağlık Enstitüsü Derneği araştırmasından elde edilen son ön verilere göre, TFA kaynakları arasında paketlenmiş ve geleneksel yöntemlerle hazırlanmış unlu mamuller ve cipsler yer almaktadır (WHO, 2019g).

Ülkemizde farklı yıllarda unlu mamuller ve çerez kategorisindeki gıdaların TFA içeriği ile ilgili analizler yapılmıştır. 2007 yılında yapılan çalışmada unlu mamullerin *trans* yağ asidi miktarlarının 0.99 ile 17.77 g/100 g arasında değişerek en yüksek *trans* yağ asidi içeriğine sahip ürün kategorisi olduğu görülmüştür. 2011 yılında yapılan bir çalışmada, bu tez çalışmasında unlu mamül kategorisinde yer alan 5 farklı ulusal pasta markasına ait 50 kek ve bu tez çalışmasında çerez kategorisinde yer alan 15 farklı ulusal cips markasına ait 57 cips analiz edilmiştir. Toplam *trans* yağ asitlerinin, keklerde 0.00 ila 5.05 g/ 100 g yağ asitleri, cipslerde sırasıyla 0.02 ila 1.35 g/100 g yağ asitleri arasında değiştiği, tüm cipslerde ve bazı keklerde *trans* izomer seviyelerinin düşük olduğu görülmüştür. 2019 yılında 8'er adet kek, bisküvi ve 5 adet cips analiz edilmiştir. Çalışmada *trans* yağ asidi analizi yapılan ürünlerden keklerin toplam *trans* yağ asitlerinin % 0.17 ile % 0.92 arasında, bisküvilerin toplam *trans* yağ asitlerinin % 0.11 ile 0.46 arasında, cipslerin toplam *trans* yağ asitlerinin ise %0.26-1.21 arasında değiştiği görülmüştür (Karabulut, 2007; Çakmak ve ark., 2011; Taşan ve Demir, 2019). Bu çalışmalara bakıldığında ülkemizde yıllar içerisinde TFA eliminasyonunun etkili olduğu ve ürünlerdeki TFA miktarlarının azalma eğiliminde olduğu ve bu tez çalışmasındaki verilerin yapılan diğer çalışmalarla tutarlı olduğu görülmektedir.

Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi için 127 örnek incelenmiştir. Bu ürünlerin %90'ının içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Kalan %10'luk kısımda kızartma yağı, bitkisel rafine yağ, margarin, bitkisel susuz yağ, tam hidrojene yağ ve hidrojene yağ terimleri kullanılmaktadır. *Trans* yağ içeriğinin açık bir göstergesi olan PHO, içerik bilgilerinde

%0.8 oranında bulunmuştur. %5.5 oranında *trans* yağ içermesi muhtemel içerikler tespit edilmiştir. Bu kategorideki ürünlerin %15.7'sinde düşük olasılıklı içerikler tespit edilmiş, ürünlerin %5.5'inde belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre incelenen 127 örneğin %72.4'ü *trans* yağ içirme potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.3, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde %13.4 oranında '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanıldığı görülmektedir. %86.6'sında *trans* yağ ile ilgili bilgi bulunamamıştır (Çizelge 4.3, Şekil 4.14). Bu kategorideki paketlenmiş gıdalar en az *trans* yağ içeriği bilgisine sahip gıdalardır.

Çizelge 4.3. Hazır gıdalar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		<i>Trans</i> yağ içermeyen bileşenler içerenler		<i>Trans</i> -yağ içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var	%	Yok	%
Hazır gıdalar kategorisi	127	114	90	1	0.8	7	5.5	20	15.7	7	5.5	92	72.4	17	13.4	110	86.6

Ricardo ve ark.,'nın (2019) yaptıkları çalışmada hazır gıdalarda %6 oranında spesifik *trans* yağ içerikli bileşenler bulunmuştur. Ayrıca bu kategorideki ürünlerde *trans* yağ içeriği belirsiz olan yağ bileşenlerinin diğer ürün grupların göre daha yaygın olduğu görülmüştür. Elde edilen veriler yapılan bu tez çalışmasında ulaşılan sonuçlara göre oldukça fazladır.

Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi için 83 ürün incelenmiştir. Bu ürünlerin %88'inin içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Kalan %12'lik kısımda ise yağ içeriği ile ilgili bir terim kullanılmamıştır. *Trans* yağ içeriğinin açık bir göstergesi olan PHO ve muhtemel *trans* yağ kaynak içeriği bilgisi bulunamamıştır. Bu kategorideki ürünlerin %11'inde düşük olasılıklı içerikler tespit edilmiş, ürünlerin %14.5'inde belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 83 örneğin %74.7'si *trans* yağ içirme potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.4,

Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde, %26.5 oranında ‘*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez’ ifadelerinin kullanıldığı görülmektedir. %73.5’inde *trans* yağ ile ilgili bilgi bulunamamıştır (Çizelge 4.4, Şekil 4.14).

Çizelge 4.4. Sürülebilir gıdalar kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi														Trans-yağ içerik bilgisi	
		‘Bitkisel yağ’ teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Var		Yok	
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sürülebilir gıdalar kategorisi	83	73	88	0	0	0	0	9	11	12	14.5	62	74.7	22	26.5	61	73.5

Bitkisel yağ kategorisi (rafine yağlar, rafine edilmemiş yağlar, margarinler, katı yağlar) için 52 numune incelenmiştir. Bu ürünlerin %65.4’ünün içeriğinde ‘bitkisel yağ’ terimi kullanılmaktadır. Kalan ürünlerin %34.6’sı margarin ve katı yağ olarak adlandırılmıştır. *Trans* yağ içeriğinin açık göstergesi olan kısmi hidrojene yağ ve hidrojene yağ, içerik bilgisinde yer almamaktadır. Ürünlerde muhtemel bir *trans* yağ kaynağı olduğuna dair içerik bilgisi %40.6’dır. Bu değerin yüksekliğinin sebebi, margarin üretim süreçlerinin son zamanlarda farklı tekniklerle geliştirilmiş olmasına rağmen, hala potansiyel bir *trans* yağ kaynağı olarak kabul edilmelerinden kaynaklanmaktadır. WHO’nun ülkemize ait *trans* yağ asitleri ile ilgili verilerinde de *trans* yağlara kaynaklık eden gıda ürünleri arasında margarinlerin bulunmaktadır (WHO, 2019g). Ancak ülkemizde yapılan yakın tarihli bir çalışmada margarin örneklerindeki toplam *trans* yağ asitlerini %0.19 ile 0.79 arasında olarak Türk Gıda Kodeksi tebliğine uygun olduğu bulunmuştur (Taşan ve Demir, 2019).

Bu kategorideki ürünlerin %4.8’inde düşük olasılıklı *trans* yağ içeriği tespit edilmiş, ürünlerin %3.8’inde belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 52 örneğin %48.1’i *trans* yağ içerme potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.5, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde, %38.5 oranında ‘*trans*

yağ yoktur veya *trans* yağ içermez’ ifadelerinin kullanıldığı görülmektedir. %61.5’inde *trans* yağ ile ilgili bilgi bulunamamıştır (Çizelge 4.5, Şekil 4.14). Sıvı yağlarda *trans* yağ ifadesinin kullanılmasına gerek olmadığı için bu sonuçlar beklendiği gibi düşüktür.

Çizelge 4.5. Bitkisel yağ kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		<i>Trans</i> yağ içermeyen bileşenler içerenler		<i>Trans</i> -yağ içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Bitkisel yağ kategorisi	52	34	65.4	0	0	21	40.4	4	4.8	2	3.8	25	48.1	20	38.5	32	61.5

Menea ve ark., (2013) geçmişte tüm margarinlerin sadece kısmi hidrojenasyon ile üretildiğini, günümüzde ise sadece interesterifikasyona tabi tutulmuş bitkisel yağlardan üretilebileceğini bildirmişlerdir. Ancak hidrojenasyona kıyasla diğer *trans* yağsız ürün oluşturan teknikler daha maliyetlidir. Costa ve ark.,’da (2016) hidrojene yağların teknolojik emsallerinden daha ucuz olduğunu ve bu nedenle potansiyel olarak daha düşük maliyetli gıda veya markalar tarafından kullanıldığını bildirmişlerdir. 2015 yılında Sırbistan’da yapılan bir çalışmada bazı margarinlerin hala PHO içerdiği saptanmıştır (Vučić ve ark., 2015).

Pastacılık ürünleri için 53 numune incelenmiştir. Bu ürünlerin %96.2’sinin içeriğinde ‘bitkisel yağ’ terimi kullanılmaktadır. Kalan kısım ise yağ içeriği ile ilgili bir terim içermemektedir. *Trans* yağ içeriğinin açık göstergesi olan kısmi hidrojene yağ ve hidrojene yağ içeriği %2 iken, muhtemel bir *trans* yağ kaynağı olabilecek yağ içeriği bulunamamıştır. Bu kategorideki ürünlerin %43.4’ünde düşük olasılıklı *trans* yağ içeriği tespit edilmiş, ürünlerin %3.8’inde belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 53 örneğin %50.9’u *trans* yağ içermeye potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.6, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde, pastacılık ürünlerinde ‘*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez’ ifadelerinin hiçbirinin kullanılmadığı

görülmektedir (Çizelge 4.6, Şekil 4.14). Bu sonuçlara göre pastacılık ürünlerinin yarısından fazlasının yağ içeriğinde doymuş yağ asitlerinin daha fazla kullandığı görülmektedir.

Çizelge 4.6. Pastacılık ürünleri kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Pastacılık ürünleri kategorisi	53	51	96.2	1	2	0	0	23	43.4	2	3.8	27	50.9	0	0	53	100

Karabulut'un (2007) ülkemizde yaptığı çalışmada da analiz edilen gıdalar arasında, kahve beyazlatıcı ve pastacılık malzemelerinden olan çırpılarak kıvam verilen toz ürünlerin, ortalama 98.71 g/100 g yağ asidi içeriği ile en yüksek doymuş yağ asidi içeriğine sahip olduğu bulunmuştur. Bulunan sonuçlar, bu tez çalışmasındaki verileri desteklemektedir. Mozaffarian ve Clarke (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, PHO'nun tereyağı ve/veya doymuş yağ asitlerinden yüksek tropikal yağlar ile değiştirilmesinin bile kardiyovasküler hastalık riskini azaltmasının makul oranlarda beklenebildiği bulunmuştur. Yine de alternatifinin bulunamadığı durumlar dışında doymuş yağ kullanımı da azaltılmalıdır.

Çikolata ve gofret kategorisi için 221 numune incelenmiştir. Bu ürünlerin tümünün içeriğinde 'bitkisel yağ' terimini kullanılmıştır. PHO ve türevleri bu kategoride bulunamamıştır. Ek olarak, muhtemel *trans* yağ kaynağı olabilecek hiçbir bileşen yoktur. Bu kategorideki örneklerin %20.4'ünün düşük olasılıklı bir *trans* yağ kaynağı olduğu bulunmuştur. İçerik bilgisine göre belirsiz olarak nitelendirilen bir ifade bulunmamaktadır. İncelenen 221 örneğe göre, *trans* yağ içerme potansiyeli olmayan %79.6'lık bir yağ içeriği vardır (Çizelge 4.7, Şekil 4.13). Bu kategori için %40.7 oranında '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadesinin kullanıldığı belirlenirken,

%59.3 oranında *trans* yağ ile ilgili bilgiye rastlanmamıştır (Çizelge 4.7, Şekil 4.14). Bu verilere göre bu kategorideki ürünlerin dörtte üçünün *trans* yağ içeriği açısından güvenli olduğu, kalan çeyreğin ise *trans* yağ içeriği olasılığı düşük olan yağ ikamelerinden üretildiği söylenebilmektedir. Buna rağmen ürünlerin yalnızca %40.7'sinde '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanılması dikkat çekicidir.

Çizelge 4.7. Çikolata ve gofret kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi														Trans-yağ içerik bilgisi	
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Var		Yok	
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Çikolata ve gofret kategorisi	221	221	100	0	0	0	0	45	20.4	0	0	176	79.6	90	40.7	131	59.3

Dondurma kategorisi için 87 örnek incelenmiştir. Bu ürünlerin %88.5'inin içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Kalan kısımda ise yağ içeriği ile ilgili herhangi bir ifade kullanılmamıştır. İçerik bilgilerinde PHO görülmemiştir ve muhtemel *trans* yağ olabilecek içerikler tespit edilmemiştir. Bu kategoride yer alan ürünlerin %3.4'ünde *trans* yağ içirme olasılığı düşük maddeler belirlenirken, ürünlerin %4.6'sında belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 87 örneğin %92'si *trans* yağ içirme potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.8, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde, dondurma kategorisinin tamamında '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanılmadığı görülmektedir (Çizelge 4.8, Şekil 4.14). Bu kategorideki paketlenmiş gıdaların etiket bilgilerine göre *trans* yağ içirme olasılığının en düşük olduğu söylenebilmektedir. Karabulut, (2007) dondurmaların ortalama *trans* yağ asidi içeriğini 1.50 g/ 100 g yağ asidi olarak bulmuştur. Ancak bu kategori genellikle süt bazlı ürünlerden oluştuğu için bu ortalama değerler r-TFA ve i-TFA miktarları belirtilmemiştir.

Çizelge 4.8. Dondurma kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Dondurma kategorisi	87	77	88.5	0	0	0	0	3	3.4	4	4.6	80	92.0	0	0	87	100

İşlenmiş et ürünleri kategorisi (sosis, salam, sucuk, jambon vb.) için 127 örnek incelenmiştir. Bu ürünlerin %24.4'ünün içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Bu değer beklendiği gibi düşüktür. Ayrıca içerik bilgilerinde %89 oranında "hayvansal yağ" terimi kullanılmakta olup, %7.9 oranında yağ içeriğine ilişkin herhangi bir açıklama bulunmamaktadır. *Trans* yağ içeriğinin açık bir göstergesi olan spesifik bileşenler, muhtemel bileşenler, düşük olasılıklı bileşenler, etiket bilgilerinde bulunamamıştır. Bu kategorideki ürünlerin %9.4'ünde yağ içeriği ile ilgili belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 127 örneğin %90.6'sı *trans* yağ içermeye potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.9, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde tüm işlenmiş et kategorisinde '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanılmadığı görülmektedir (Çizelge 4.9, Şekil 4.14). Bu kategoride üretilen paketli ürünlerde endüstriyel olarak üretilmiş yağların kullanımı sınırlı olduğu için *trans* yağ içeriği olasılığı çok düşüktür.

Çizelge 4.9. İşlenmiş et ürünleri kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
İşlenmiş et ürünleri kategorisi	127	31	24.4	0	0	0	0	0	0	12	9.4	115	90.6	0	0	127	100

Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi için 189 ürün incelenmiştir. Bu ürünlerin %75.1'i içeriklerinde 'bitkisel yağ' terimini kullanmaktadır. İçerik bilgilerinde %24.9 oranında yağ içeriği ile ilgili bir terim kullanılmamaktadır. *Trans* yağ içeriğinin açık bir göstergesi olan spesifik bileşenler, muhtemel bileşenler, düşük olasılıklı bileşenler, etiket bilgilerinde bulunamamıştır. Bu kategorideki ürünlerde, ürünlerin %24.9'unda yağ içeriği ile ilgili belirsiz ifadeler kullanılmıştır. İçerik listesine göre, incelenen 189 örneğin %75.1'i *trans* yağ içermeye potansiyeli olmayan bir yağ içeriğine sahiptir (Çizelge 4.10, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde bu kategoride %15.9 oranında '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadeleri kullanılırken, %84.1 oranında *trans* yağ içeriği ile ilgili herhangi bir ifadeye rastlanmamıştır (Çizelge 4.10, Şekil 4.14). Bu kategoride üretilen paketli ürünlerde endüstriyel olarak üretilmiş yağların kullanımına ilişkin belirsiz ifadelerin oranı diğer kategorilere göre oldukça yüksektir. Etiket bilgilerinde "*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez" ifadelerinin kullanımının da sınırlı olduğu gözlemlenmiştir.

Richter ve ark. (2009) İsviçre marketlerinde yaptıkları çalışmada en düşük ortalama TFA değerlerinin kahvaltılık gevreklerde (<%0.4 TFA) olduğunu gözlemlemişlerdir. Bu tez çalışmasında da kahvaltılık gevreklerin TFA içeriğiyle ilgili bileşenlere etiket bilgilerinde yer verilmemesi TFA'ların olmadığını ya da önemsenmeyecek kadar az olduğunu düşündürmektedir.

Çizelge 4.10. Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		<i>Trans</i> yağ içermeyen bileşenler içerenler		<i>Trans</i> -yağ içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi	189	142	75.1	0	0	0	0	0	0	47	24.9	142	75.1	30	15.9	159	84.1

Demin ve ark., (2020) bebek mamalarında daha yüksek TFA seviyelerine izin veren düzenleyici çerçevelerde tutarsızlıklar mevcut olduğunu bildirmişlerdir. Araştırmacılar, mevcut düzenlemenin tüm gıda ürünleri için TFA sınırlarını zorunlu kılacak şekilde genişletilmesini önermektedir. Ülkemizde yapılan bir çalışmada ise bebek bisküvilerinde TFA miktarlarının %3 ile %30.5 arasında değiştiği bildirilmiştir (Dağlıoğlu ve ark., 2000). Bu sonuçlar ile *trans* yağ miktarlarının fazla olduğu görülmektedir. TFA'nın bebekler üzerindeki kanıtlanmış olumsuz etkileri bilinmektedir bundan dolayı bebekler için üretilen gıdaların içerikleri de diğer gıdalarda da olması gerektiği gibi net olmalı ve belirsizliğe yer verilmemelidir.

Toz içecek ve kahve gibi hazır ürünler için 43 ürün incelenmiştir. Bu ürünlerin tamamının içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. *Trans* yağ içeriğinin açık bir göstergesi olan spesifik bileşenler, muhtemel bileşenler ve belirsiz ifadeler etiket bilgilerinde bulunamamıştır. *Trans* yağ içeriği ile ilgili düşük olasılık kategorisinde yer alan tam hidrojene yağların bu kategorideki ürünlerin tamamında kullanıldığı görülmüştür (Çizelge 4.11, Şekil 4.13). Etiket bilgileri incelendiğinde bu kategoride '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin hiç kullanılmadığı belirlenmiştir (Çizelge 4.11, Şekil 4.14).

Çizelge 4.11. Toz içecekler kategorisinde ürünlerin içerik listesinde olası *trans* yağ kaynaklarını içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (evet/hayır) içeren paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	Ürün Sayısı	İçerik Listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik (%)		Muhtemel		Düşük Olasılık		Belirsiz ifadeler		Trans yağ içermeyen bileşenler içerenler		Trans-yag içerik bilgisi			
	n	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	Var		Yok	
Toz içecekler kategorisi	43	43	100	0	0	0	0	43	100	0	0	0	0	0	0	43	100

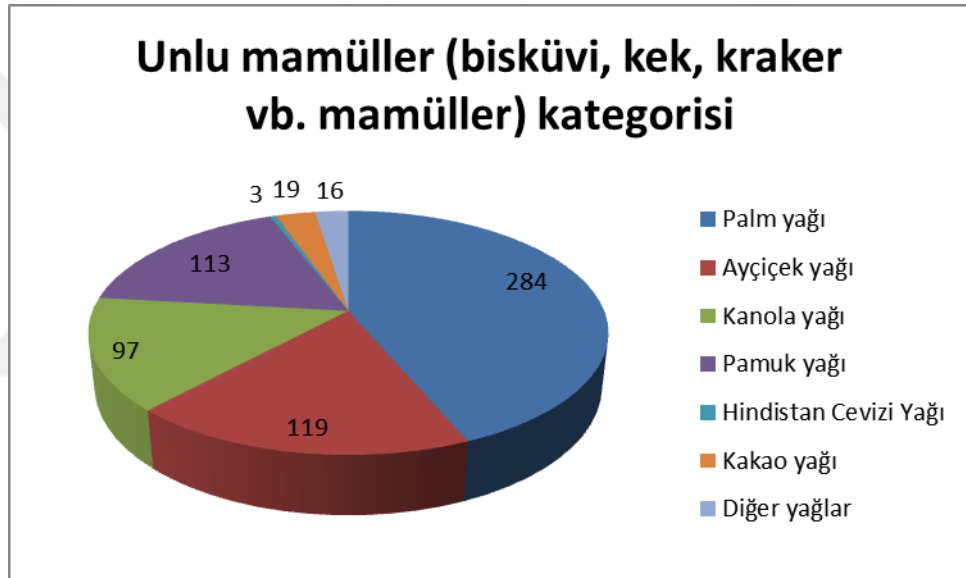
Tüm kategorilerin toplamında 1411 ürün incelenmiştir. Bu ürünlerin %83.8'inin içeriğinde 'bitkisel yağ' terimi kullanılmaktadır. Genel olarak bakıldığında 'bitkisel yağ' teriminin %83.8 gibi yüksek bir oranda kullanılması kavram kargaşasının en aza indirilmesi açısından önemlidir. %1 oranında spesifik, %2.4 oranında muhtemel ve %18.1 oranında düşük olasılıklı *trans* yağ içeriklerine, %7.1 oranında etiket bilgilerinde belirsiz ifadelerle rastlanmıştır. Tüm kategoriler incelendiğinde tüm ürünlerin %71.2'sinin *trans* yağ içermediği görülmüştür (Çizelge 4.24, Şekil 4.13). Etiket bilgisine göre tüm kategorilerde '*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ içermez' ifadelerinin kullanımı %25'tir. Kalan %75'lik kısım bu bilgiyi içermemektedir (Çizelge 4.23, Şekil 4.14).

4.2 Tüm Kategorilerdeki Ürünlerin Yağ Çeşidi İçeriklerinin Karşılaştırılması

Unlu mamuller (bisküvi, kek, kraker vb. mamuller) kategorisi için incelenen 312 adet üründe %91.03 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği palm yağıdır. Ürünlerin %38.14'ünün içeriğinde ayçiçek yağı, %36.22'sinin içeriğinde pamuk yağı, %31.09'unun içeriğinde kanola yağı, %6.09'unun içeriğinde kakao yağı bulunmaktadır. En az bulunan yağ içeriği ise %0.96 ile hindistan cevizi yağıdır (Çizelge 4.12, Şekil 4.1).

Çizelge 4.12. Unlu mamüller (bisküvi, kek, kraker vb. mamüller) kategorisinde paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Unlu mamüller kategorisi	284	91.03	119	38.14	97	31.09	113	36.22	3	0.96	19	6.09

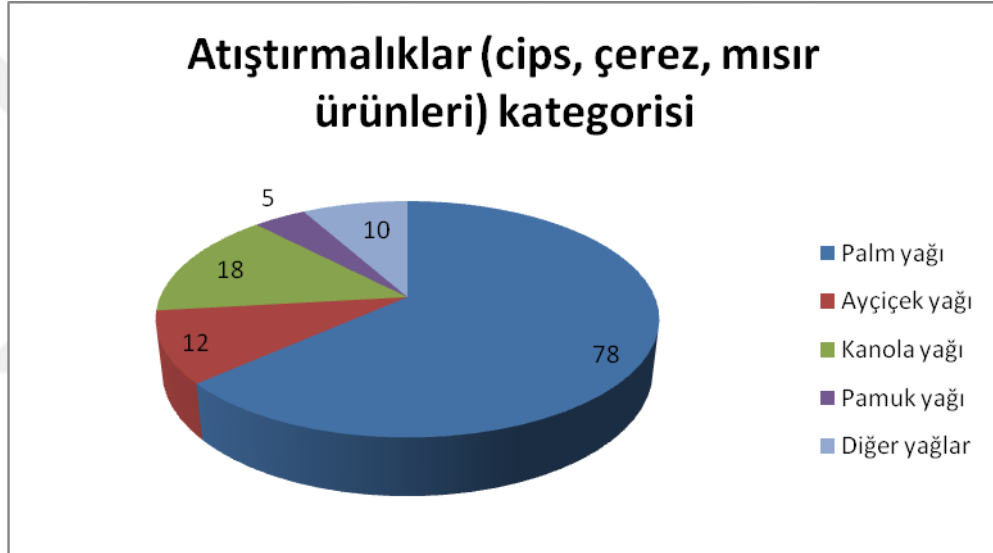


Şekil 4.1. Unlu mamüller kategorisi yağ içerik sayısı

Atıştırmalıklar kategorisi (cips, çerez, mısır ürünleri) için incelenen 117 adet üründe %66.67 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği palm yağıdır. Ürünlerde %15.38 oranında kanola yağı, %10.26 oranında ayçiçek yağı, %4.27 oranında pamuk yağı bulunurken hindistan cevizi yağı ve kakao yağı bu kategorideki ürünlerin içeriğinde yer almamaktadır (Çizelge 4.13, Şekil 4.2).

Çizelge 4.13. Atıştırmalıklar (cips, çerez, mısır ürünleri) kategorisinde paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Atıştırmalıklar kategorisi (cips, çerez, mısır ürünleri)	78	66.67	12	10.26	18	15.38	5	4.27	0	0	0	0



Şekil 4.2. Atıştırmalık kategorisi yağ içerik sayısı

Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi için incelenen 127 adet üründe %67.72 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği ayçiçek yağıdır. Ürünler %43.31 oranında palm yağı, %10.24 oranında kanola yağı, %5.51 oranında pamuk yağı içermektedir. Bu kategorideki ürünlerde hindistan cevizi yağı ve kakao yağı bulunmamaktadır (Çizelge 4.14, Şekil 4.3).

Çizelge 4.14. Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi	55	43.31	86	67.72	13	10.24	7	5.51	0	0	0	0

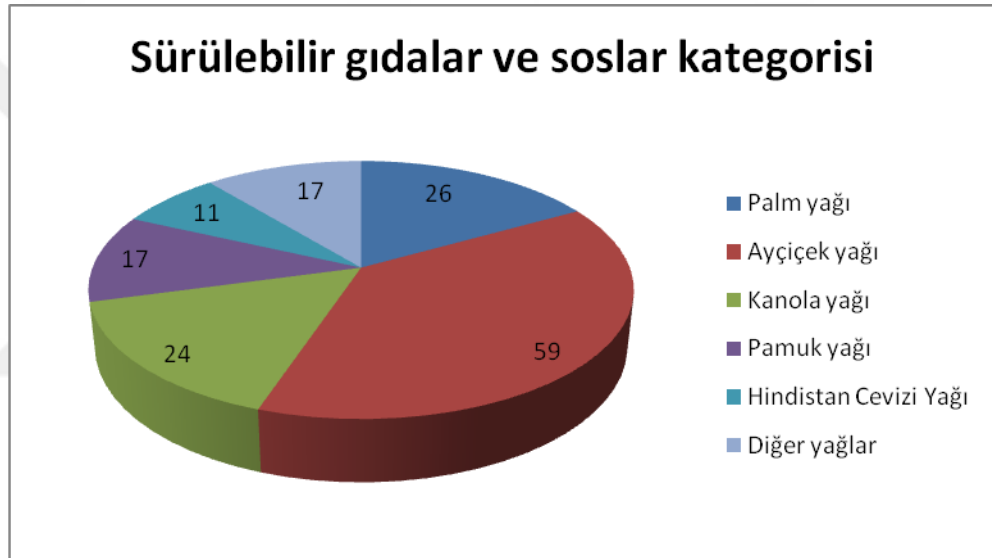


Şekil 4.3. Hazır gıdalar kategorisi yağ içerik sayısı

Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi için incelenen 83 adet üründe %71.08 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği ayçiçek yağıdır. Ürünlerde %31.33 oranında palm yağı, %28.92 oranında kanola yağı, %20.48 oranında pamuk yağı, %13.25 oranında hindistan cevizi yağı bulunurken kakao yağı içeriği bu kategoride bulunmamaktadır (Çizelge 4.15, Şekil 4.4).

Çizelge 4.15. Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi	26	31.33	59	71.08	24	28.92	17	20.48	11	13.25	0	0



Şekil 4.4. Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi yağ içerik sayısı

Bitkisel yağlar kategorisi (rafine yağlar, rafine edilmemiş yağlar, margarinler, katı yağlar) için incelenen 52 adet üründe %67.31 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği ayçiçek yağıdır. Ürünlerde %40.38 oranında palm yağı, %38.46 oranında kanola yağı, %30.77 oranında pamuk yağı içeriği mevcuttur. Hindistan cevizi yağı ve kakao yağı içeriği bu kategorideki ürünlerde bulunmamaktadır (Çizelge 4.16, Şekil 4.5).

Çizelge 4.16. Bitkisel yağlar kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Bitkisel yağlar kategorisi	21	40.38	35	67.31	20	38.46	16	30.77	0	0	0	0

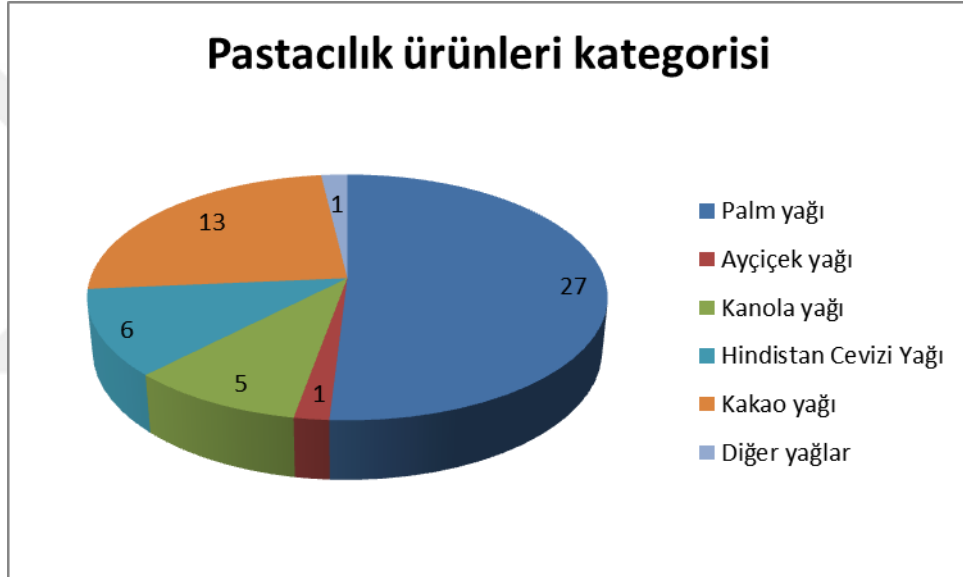


Şekil 4.5. Bitkisel yağlar kategorisi yağ içerik sayısı

Pastacılık ürünleri için incelenen 53 adet üründe %50.94 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği palm yağıdır. Ürünlerde %24.53 oranında kakao yağı, %11.32 oranında hindistan cevizi yağı, %9.43 oranında kanola yağı, %1.89 oranında ayçiçek yağı içeriği mevcuttur. Pamuk yağı içeriği bu kategorideki ürünlerde bulunmamaktadır (Çizelge 4.17, Şekil 4.6).

Çizelge 4.17. Pastacılık ürünleri kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Pastacılık ürünleri kategorisi	27	50.94	1	1.89	5	9.43	0	0	6	11.32	13	24.53

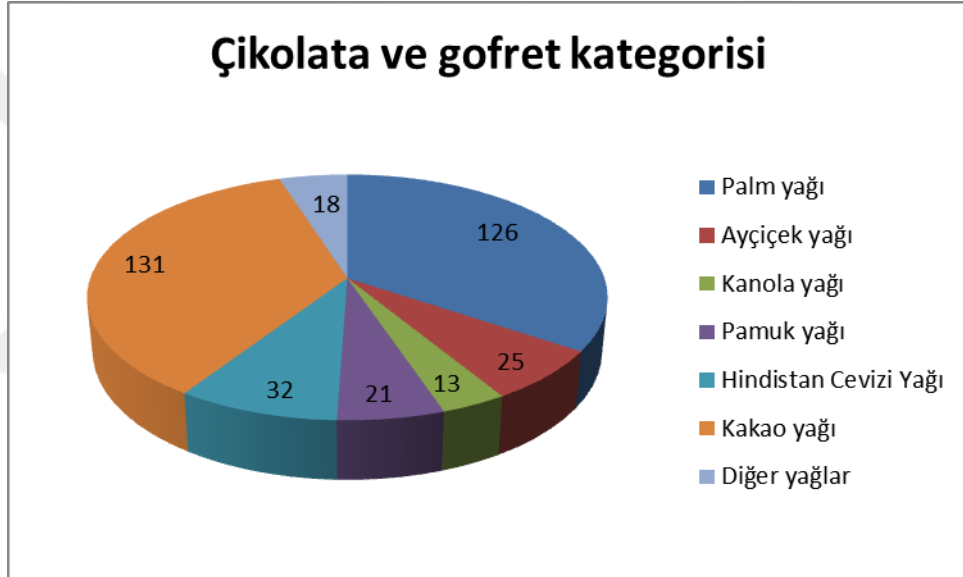


Şekil 4.6. Pastacılık ürünleri kategorisi yağ içerik sayısı

Çikolata ve gofret kategorisi için incelenen 221 adet üründe %59.28 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği kakao yağıdır. Ürünlerde %57.01 oranında palm yağı, %14.48 oranında hindistan cevizi yağı, %11.31 oranında ayçiçek yağı, %9.50 oranında pamuk yağı, %5.88 oranında kanola yağı içeriği bulunmaktadır (Çizelge 4.18, Şekil 4.7).

Çizelge 4.18. Çikolata ve gofret kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Çikolata ve gofret kategorisi	126	57.01	25	11.31	13	5.88	21	9.50	32	14.48	131	59.28

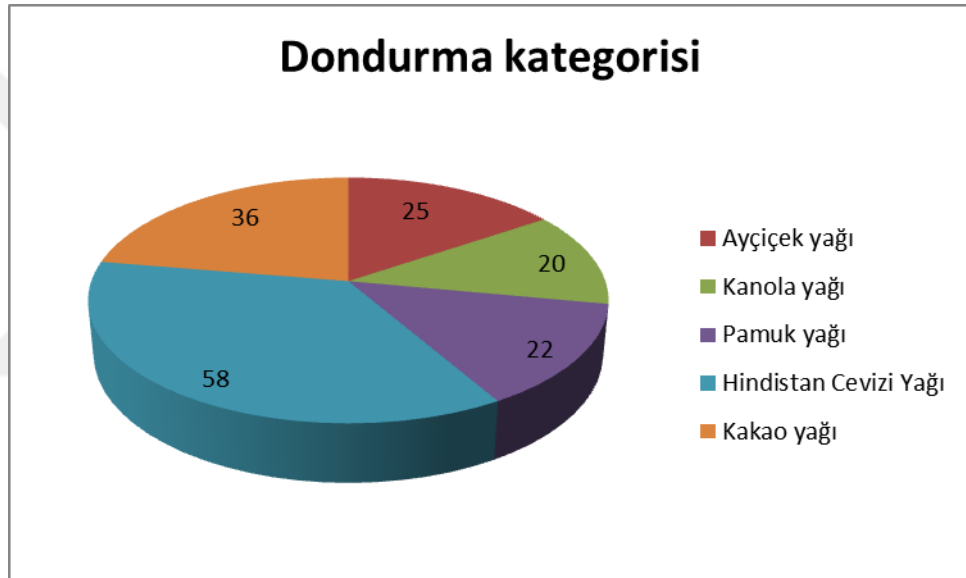


Şekil 4.7. Çikolata ve gofret kategorisi yağ içerik sayısı

Dondurma kategorisi için incelenen 87 adet üründe %66.67 oranıyla en fazla bulunan yağ içeriği hindistan cevizi yağıdır. Ürünlerde %41.38 oranında kakao yağı, %28.74 oranında ayçiçek yağı, %25.29 oranında pamuk yağı, %22.99 oranında kanola yağı bulunurken bu kategoride palm yağı içeriği mevcut değildir (Çizelge 4.19, Şekil 4.8).

Çizelge 4.19. Dondurma kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Dondurma kategorisi	0	0	25	28.74	20	22.99	22	25.29	58	66.67	36	41.38

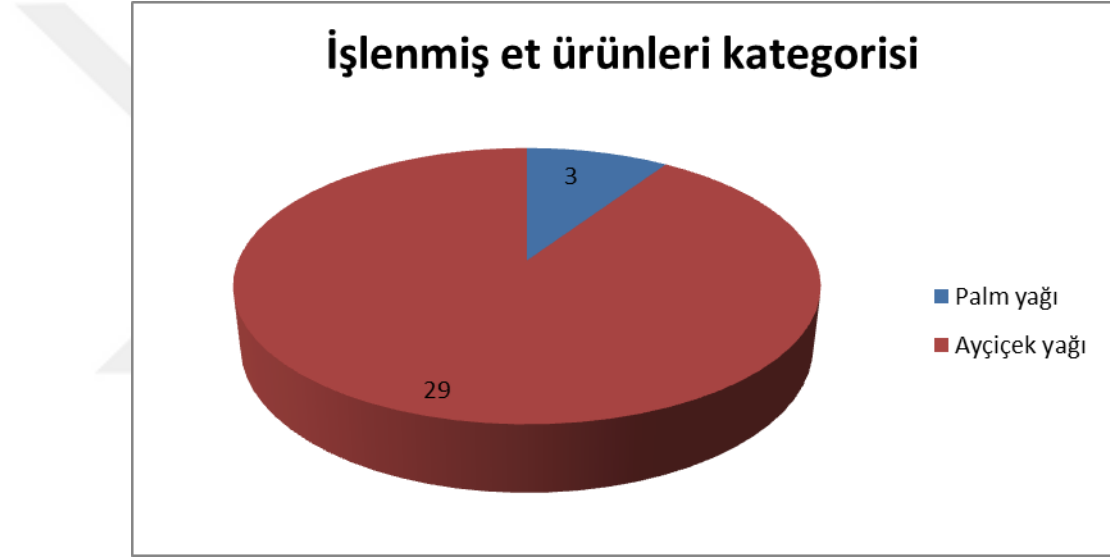


Şekil 4.8. Dondurma kategorisi yağ içerik sayısı

İşlenmiş et ürünleri kategorisi (sosis, salam, sucuk, jambon vb.) için incelenen 127 adet üründe %22.83 oranında ayçiçek yağı, %0.43 oranında palm yağı içeriği bulunmaktadır. Bu kategorideki ürünler kanola yağı, pamuk yağı, hindistan cevizi yağı ve kakao yağı içermemektedir (Çizelge 4.20, Şekil 4.9).

Çizelge 4.20. İşlenmiş et ürünleri kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
İşlenmiş et ürünleri kategorisi	3	0.43	29	22.83	0	0	0	0	0	0	0	0

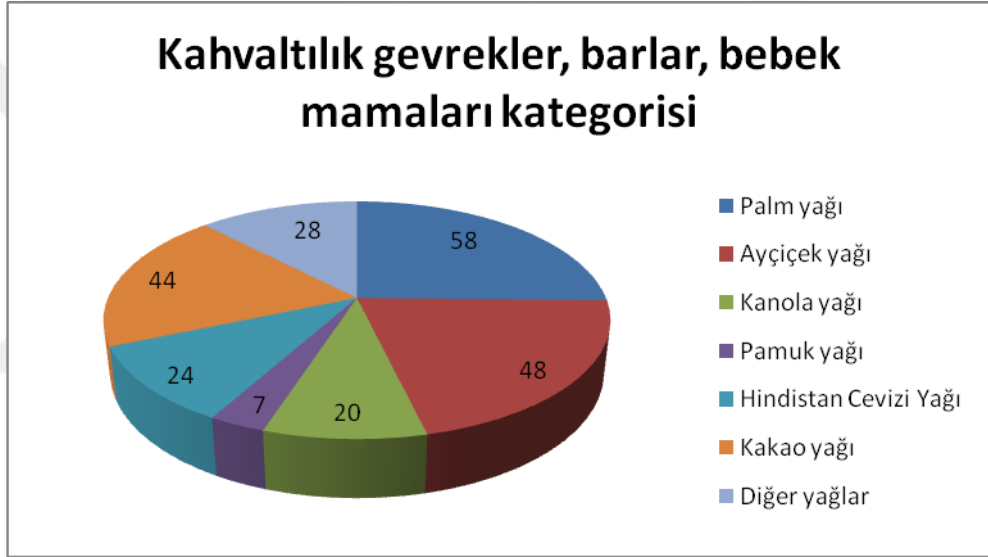


Şekil 4.9. İşlenmiş et ürünleri kategorisi yağ içerik sayısı

Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi için incelenen 189 adet ürün %30.69 oranında palm yağı, %25.40 oranında ayçiçeği yağı, %23.28 oranında kakao yağı, %12.70 oranında hindistan cevizi yağı, %10.58 oranında kanola yağı, %3.70 oranında pamuk yağı içermektedir (Çizelge 4.21, Şekil 4.10).

Çizelge 4.21. Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi	58	30.69	48	25.40	20	10.58	7	3.70	24	12.70	44	23.28

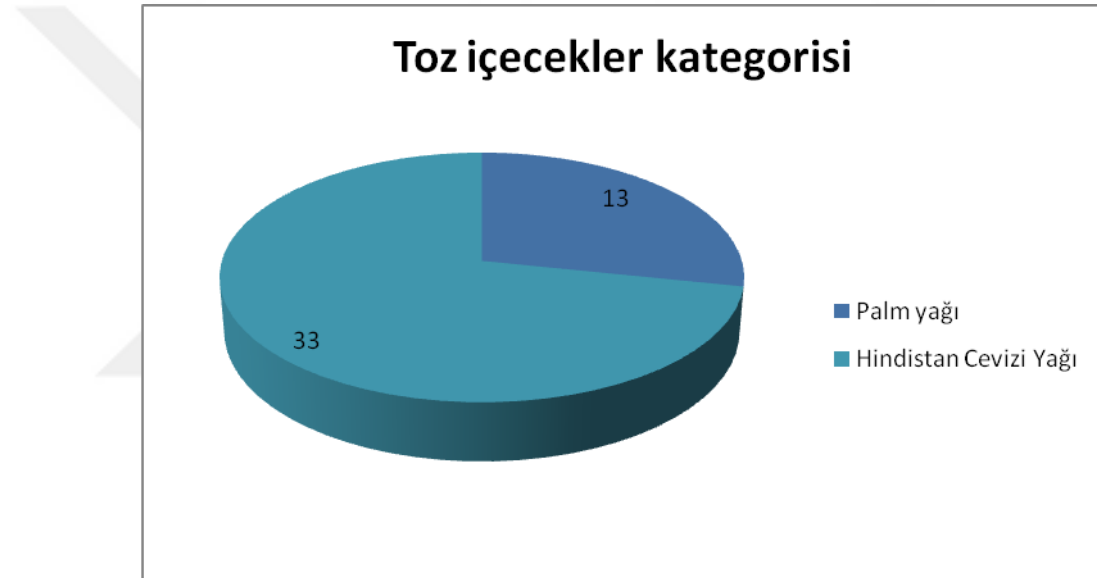


Şekil 4.10. Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi yağ içerik sayısı

Toz içecekler kategorisi için incelenen 43 adet ürün %76.44 oranında hindistan cevizi yağı, %30.23 oranında palm yağı içermektedir. Bu kategorideki ürünlerde ayçiçek yağı, kanola yağı, pamuk yağı ve kakao yağı içeriği mevcut değildir (Çizelge 4.22, Şekil 4.11).

Çizelge 4.22. Toz içecekler kategorisi paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip yağlar											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Toz içecekler kategorisi	13	30.23	0	0	0	0	0	0	33	76.44	0	0

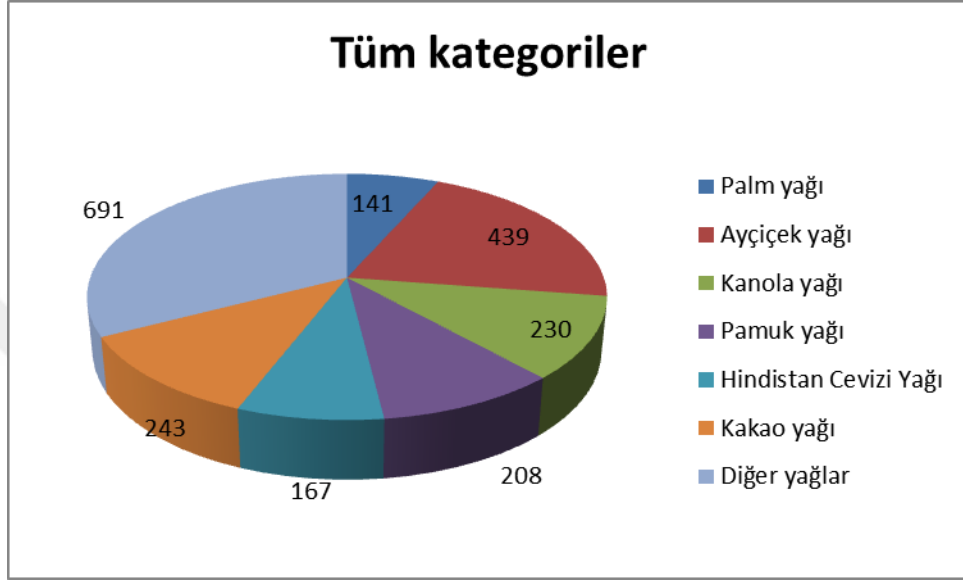


Şekil 4.11. Toz içecekler kategorisi yağ içerik sayısı

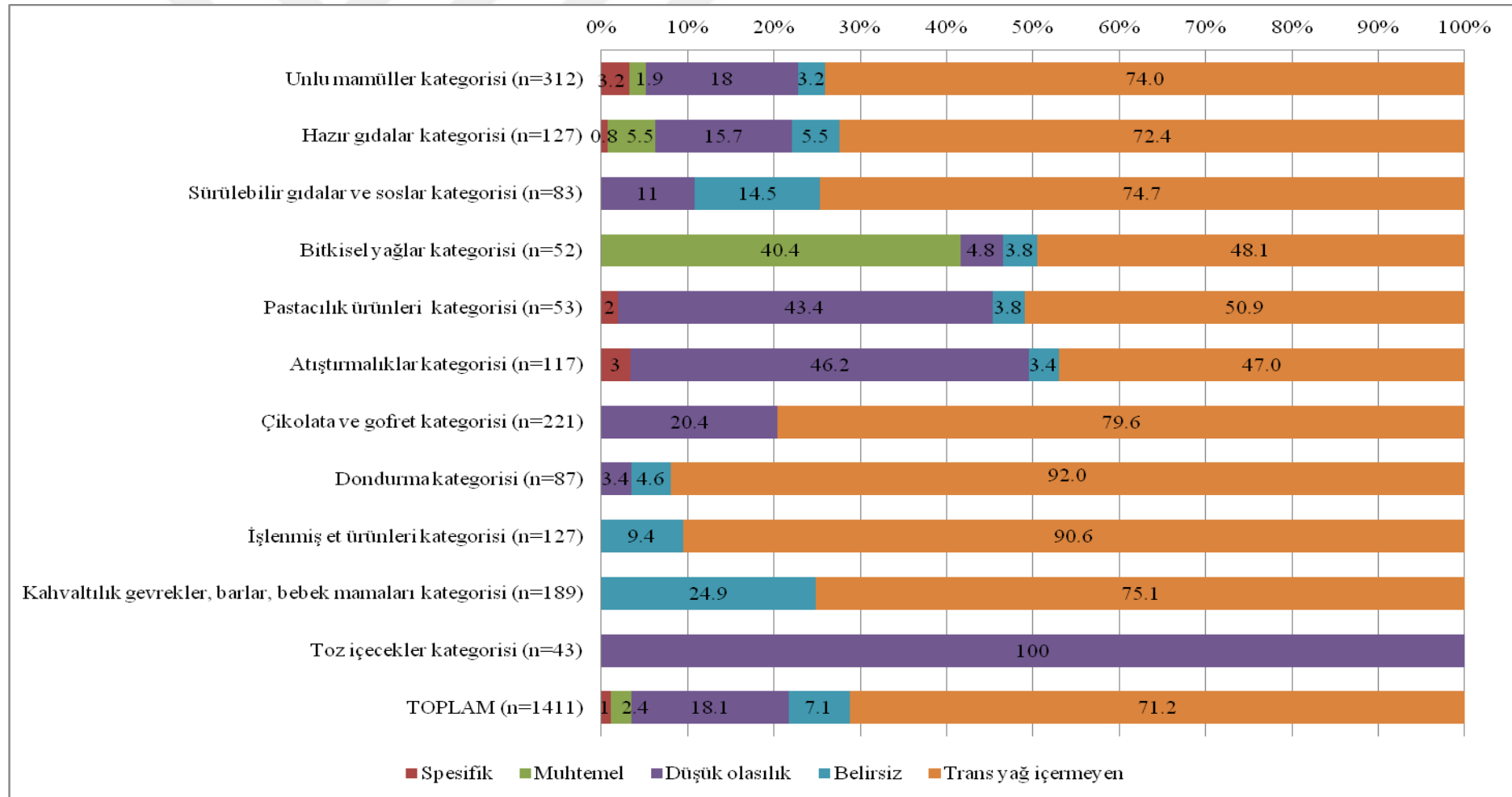
1411 paketli gıda ürününde 2119 bitkisel yağ içeriği belirtilmiştir. Tüm yağ içeriklerinin %32.61'ini palm yağı, %20.72'sini ayçiçek yağı, %11.47'sini kakao yağı, %10.85'ini kanola yağı, %9.82'sini pamuk yağı, %7.88'ini hindistan cevizi yağı oluşturmaktadır (Çizelge 4.24). Palm, ayçiçek, kanola ve pamuk yağları sırasıyla %41.10, %27.11, %42.17, %54.33 oranlarıyla en fazla unlu mamullerde bulunmaktadır. Dondurma kategorisinde incelenen ürünler palm yağı; toz içecek kategorisinde bulunan ürünler ayçiçek, kanola ve pamuk yağı; işlenmiş et ürünleri kategorisinde bulunan ürünler kanola ve pamuk yağı; pastacılık malzemeleri kategorisinde bulunan ürünler ise pamuk yağı içermemektedir. Hindistan cevizi yağı %34.73 oranıyla en fazla dondurma kategorisinde, kakao yağı %53.91 oranıyla en fazla çikolata ve gofret kategorisinde

bulunurken çizelgede belirtilmeyen diğer yağlar %25.53 oranıyla en fazla yenilebilir yağ kategorisinde bulunmaktadır (Çizelge 4.24).

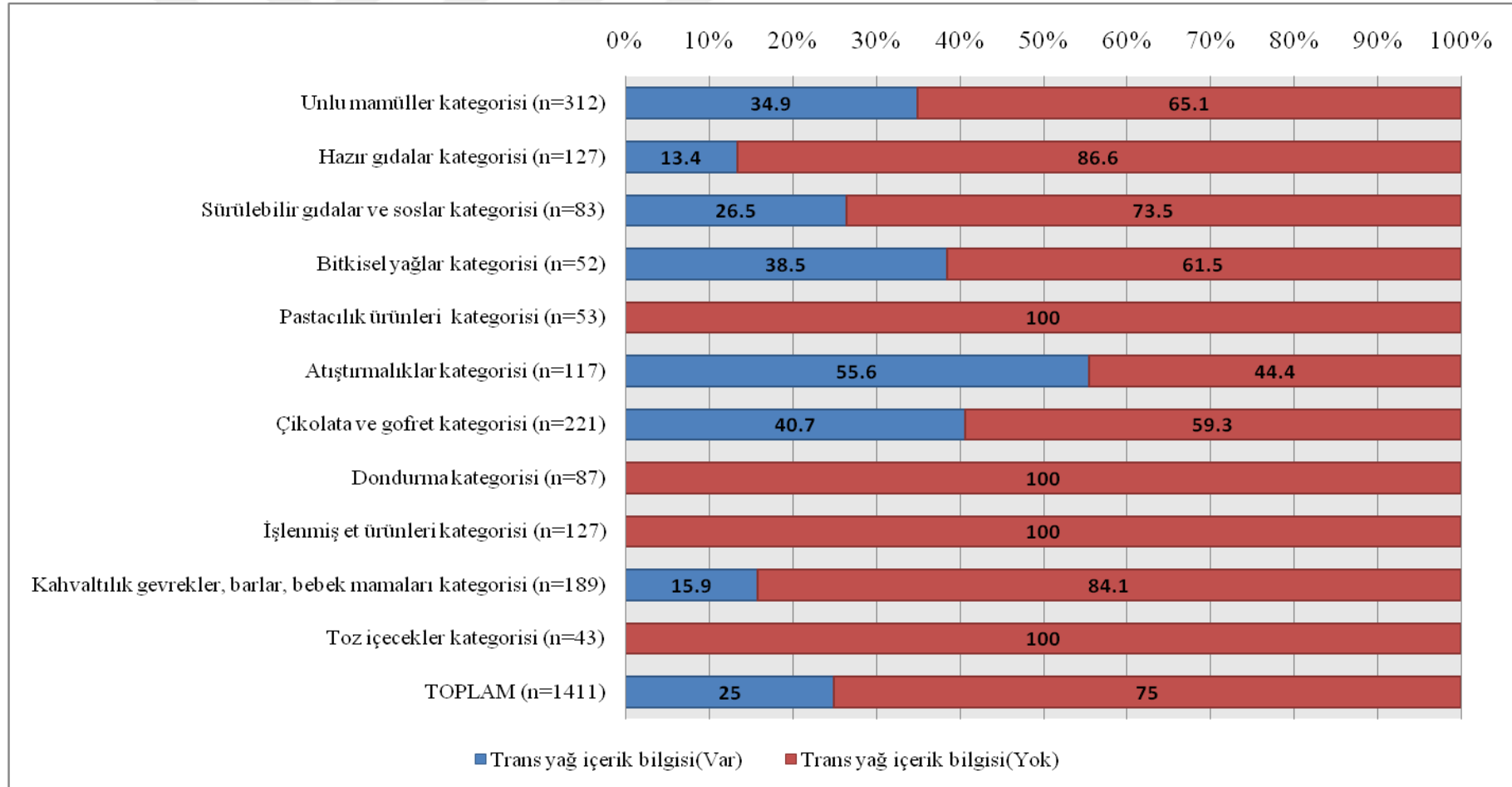
Çakmak ve ark., (2011) palm yağını oluşturan palmitik asidin, hem cips hem de kek örneklerinde başlıca doymuş yağ asidi olduğu bildirmişlerdir. Bu çalışmada da hem unlu mamullerde hem de çerez ürünlerinde en çok kullanılan yağın palm yağı olduğu görülmüştür.



Şekil 4.12. Tüm ürün kategorilerindeki yağ içerik sayısı



Şekil 4.13. Paketlenmiş ürünlerin *trans* yağ içerik oranları



Şekil 4.14. Paketlenmiş ürünlerin *trans* yağ beyanı oranı

4.3 Paketli Gıdalarda *Trans* Yağ İçeriklerinin ve Kullanılan Yağ Çeşitlerinin Kıyaslanması

WHO etiketlerinde “*trans* yağ asidi içermez” beyanı bulunan gıdaların sınırsız bir şekilde tüketilebileceği anlamına gelmemesi gerektiğini çünkü bu ürünlerde *trans* yağ asidini yerini doymuş yağ asitlerinin aldığını belirtmiştir. Ayrıca WHO’nun verilerine göre 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 (WHO, 2019c). Huang ve ark.,’da (2020) çalışmalarında iTFA içeren ürünlerin yaklaşık yarısının büyük gıda şirketleri tarafından üretildiği bildirilmiştir. Bu tez çalışmasında da ‘*trans* yağ yoktur veya *trans* yağ asidi içermez’ beyanında bulunan firmaların piyasada bilinen, pazara hakim olan ve en çok tercih edilen markalara ait büyük firmalar olduğu görülmüştür ancak büyük firma olmasına rağmen bu beyanda bulunmayan firmalar da mevcuttur.

Tüm bu veriler genel olarak değerlendirildiğinde 1411 ürünün %71.2’sinde *trans* yağ kaynağı olabilecek endüstriyel yağların kullanılmadığı görülmektedir. %18.1’lik düşük olasılık içeriği çoğunlukla tam hidrojene yağlardan kaynaklanmaktadır. Ambalaj bilgilerine göre, %18.1’lik tam hidrojene yağ kullanımının yarısından fazlası belirsiz olarak kabul edilebilecek palm yağı bazlı tam hidrojene yağ kullanımıdır. Bunun nedeni, birçok paketin yalnızca palm yağı içeriğini bildirmesi ancak hangi palm yağı türevinin kullanıldığını belirtmemesidir. Tüm bu ürünlerin %7.1’inde belirsiz ifadelerin kullanılması da dikkat çekicidir.

Ricardo ve ark., (2019) gıda paketleri üzerinde yer alan besin değerleri panelindeki ve içerik listesindeki *trans* yağ bilgilerinin varlığını, Brezilya’da pazarlanan paketli yiyecek ve içeceklerde *trans* yağların kullanımını araştırmak için 11.434 ürün analiz etmişlerdir. Bu ürünlerin %81.3’ü içerik listesinde *trans* yağ kaynağı göstermemiştir. İçindekiler listesinde spesifik (kısmen hidrojene yağ, hidrojene bitkisel yağ ve hidrojene) ve spesifik olmayan *trans* yağ terimleri (margarin, bitkisel yağ ve bitkisel krema) içeren ürünlerin yüzdeleri sırasıyla % 4.1 ve % 14.6 olarak bulunmuştur. Huang ve ark., (2020) yaptıkları araştırmada 28.349 paketli gıdanın etiket bilgilerindeki *trans* yağ içeriklerini Ricardo ve ark.’nın (2019) yaptıkları çalışmadan uyarlayarak analiz etmişlerdir. 131 (%0.5) ürünün iTFA’nın göstergesi olan belirli bileşenleri içerdiği ve 1.626 (%5.7) ürünün, iTFA’nın varlığını gösterebilecek spesifik olmayan

bileşenler içerdiği bulunmuştur. Bu çalışmadaki TFA içerme potansiyeli olan gıdaların oranı tez çalışmasındaki sonuçlara oranla daha düşüktür. Bu durumun sebebinin bu tez çalışmasında yağ içermeyen ve endüstriyel *trans* yağ potansiyeli olmayan paketlenmiş gıda ürünlerinin dahil edilmemesi olduğu düşünülmektedir.

Portekiz’de yapılan çalışmada incelenen gıda etiketlerinde %37 oranında ‘hidrojene yağ’ teriminin kullanıldığı, kısmen hidrojene yağ teriminin ise etiketlerde %9.6 oranında, tek başına veya hidrojene yağ, bitkisel yağ ve sıvı yağlar ile karışımlar halinde beyan edildiği bildirilmiştir. Etiketlerde genellikle bitkisel yağlar, hidrojene yağlar veya kısmen hidrojene yağlarla kombinasyon halinde %67 oranında bulunmuştur. Bu çalışmada gıda etiketlerinde net olarak kısmen hidrojene yağ ve hidrojene yağ kavramlarını belirtilmediği ve bunlardan herhangi birinin bulunduğu gıdalardan kaçınılması gerektiği vurgulanmıştır (Costa ve ark., 2016). Kanada’da tamamen veya kısmen hidrojene edilmiş katı ve sıvı yağların, sıvı yağ veya katı yağın özel adıyla beraber “hidrojene bitkisel sıvı yağ”, “hidrojene bitkisel katı yağ” veya “hidrojene” olarak etiketlenmesi gerekmektedir fakat hidrogenasyonun tamamen mi yoksa kısmen mi olduğunu tanımlamak gerekli değildir. Bu nedenle yalnızca hidrojene olarak etiketlenen yağların TFA kaynağı olabileceği bildirilmiştir (Franco-arellano ve ark., 2020). Bu tez çalışmasında da “hidrojene” olarak etiketlenen yağlar TFA kaynağı olarak kabul edilmiştir.

TFA eliminasyonu için mümkün olan her yerde ürünlere daha yüksek stabilite sağlayan katı yağlar, palm yağı ve fraksiyonları, hindistancevizi yağı gibi doğal bitkisel yağların karışımlarının hidrojene yağların yerine kullanılması önerilmiştir (Pedersen ve ark., 2005; L’Abbé ve ark., 2009). Ancak, TFA’ları azaltmak veya kaldırmak için yapılan ürün reformülasyonları sonrasında doymuş yağlarda artış olduğuna dair veriler bulunmuştur. Palm yağı doğal olarak meyilli yapısı nedeniyle genellikle TFA’nın işlevsel ihtiyaçlarının çoğunu karşılayan en uygun fiyatlı alternatif olarak tercih edilmektedir. Yapılan çeşitli çalışmalarda palm yağının zeytin ve ayçiçeği yağları gibi diğer bitkisel yağların çoğuna kıyasla yüksek miktarda doymuş yağ (toplam yağın %40-50’si) içerdiğini, düşük ve orta gelirli ülkelerin popülasyonları için önemli ve artan bir doymuş yağ kaynağı oluşturduğunu, tüketiminin fazla olduğu ülkelerde vergilendirilmesinin, kardiyovasküler hastalıklara bağlı ölümleri azaltmak için bir politika olarak önerildiği bilinmektedir (Wassell ve Young, 2007; Chen ve ark., 2011; Basu ve ark., 2013; Sun ve ark., 2015; Downs ve ark., 2018; WHO, 2019g). İspanya’da

yapılan bir çalışma fast food ve atıştırılmalık yiyeceklerin, özellikle hamburgerler, pizzalar, dondurmalar, kekler, bisküviler, çörekler ve peynirli atıştırılmalıklar olmak üzere yüksek oranda doymuş yağ asidine sahip olduğunu göstermiştir. Yağ fraksiyonundaki bu doymuş yağ asitlerinin kaynağının hayvansal yağlar, hindistancevizi yağı, palm çekirdeği yağı ve palm yağı olduğu belirtilmiştir (Fernández ve Juan, 2000). Chavasit ve ark., (2020) fast food ve unlu mamullerdeki birçok PHO içeriğinin, SFA'ları yüksek olan yerel tropik yağlar ile değiştirildiğini tespit etmiş, gıdalarda *trans* yağlarla birlikte doymuş yağ alımında da değerlendirilmesi gerektiğini bildirmişlerdir. SFA alımları FDA ve WHO yönergelerine göre değerlendirilerek doymuş yağlardan gelen enerjinin toplam enerji alımının %10'unu aşmaması gerektiği, doymuş yağların günlük alım limitinin en fazla 22 g veya porsiyon başına en fazla 5 g olması gerektiği belirtilmiştir. Taşan ve Demir (2019) ülkemizde inceledikleri gıdaların TFA açısından uygulanan politikalarla uyumlu olduğunu ancak doymuş yağ asidi (palmitik asit)/doymamış yağ asidi oranlarının sağlık açısından dengeli bir şekilde olması için yağ asidi bileşimlerinin optimizasyonunun önemli olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle palm yağının alternatif olarak kullanılması için sağlık için tehdit oluşturmayacak uygun teknolojik yöntemlerin kullanılması gereklidir. Bu nedenle paketli ürünlerde net olarak hangi palm yağı türevinin kullanıldığına yer verilmelidir ve belirsiz ifadelerden kaçınılmalıdır.

Çizelge 4.23. İçindekiler listesinde olası *trans* yağ kaynakları içeren ve ambalaj üzerinde *trans* yağ bilgisi (var/yok) bulunduran paketlenmiş gıdaların sayısı ve oranları (n = ürün sayısı)

Kategoriler	İncelenen ürün sayısı	İçerik listesi															
		'Bitkisel yağ' teriminin kullanımı		Spesifik		Muhtemel		Düşük olasılık		Belirsiz		<i>Trans</i> yağ içermeyen		<i>Trans</i> -yağ içerik bilgisi (Var)		<i>Trans</i> -yağ içerik bilgisi (Yok)	
		n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	312	286	92	10	3.2	6	1.9	55	18	10	3.2	231	74	109	34.9	203	65.1
2	127	114	90	1	0.8	7	5.5	20	15.7	7	5.5	92	72.4	17	13.4	110	86.6
3	83	73	88	0	0	0	0	9	11	12	14.5	62	74.7	22	26.5	61	73.5
4	52	34	65.4	0	0	21	40.4	4	4.8	2	3.8	25	48.1	20	38.5	32	61.5
5	53	51	96.2	1	2	0	0	23	43.4	2	3.8	27	50.9	0	0	53	100
6	117	111	94.9	4	3	0	0	54	46.2	4	3.4	55	47.0	65	55.6	52	44.4
7	221	221	100	0	0	0	0	45	20.4	0	0	176	79.6	90	40.7	131	59.3
8	87	77	88.5	0	0	0	0	3	3.4	4	4.6	80	92.0	0	0	87	100
9	127	31	24.4	0	0	0	0	0	0	12	9.4	115	90.6	0	0	127	100
10	189	142	75.1	0	0	0	0	0	0	47	24.9	142	75.1	30	15.9	159	84.1
11	43	43	100	0	0	0	0	43	100	0	0	0	0	0	0	43	100
TOTAL	1411	1183	83.8	16	1	34	2.4	256	18.1	100	7.1	1005	71.2	353	25	1058	75

- 1 Unlu mamuller (bisküvi, kek, kraker vb. mamuller) kategorisi
2 Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi
3 Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi
4 Bitkisel yağlar kategorisi
5 Pastacılık ürünleri kategorisi

- 6 Atıştırmalıklar (cips, çerez, mısır ürünleri) kategorisi
7 Çikolata ve gofret kategorisi
8 Dondurma kategorisi
9 İşlenmiş et ürünleri kategorisi
10 Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi
11 Toz içecekler kategorisi

Çizelge 4.24. Farklı kategorideki paketli gıdalarda bulunan en yüksek orana sahip 6 yağın içerik oranları (toplam yağ içerik bilgisi=2119)

Kategoriler	En yüksek orana sahip 6 yağ											
	Palm yağı		Ayçiçek yağı		Kanola yağı		Pamuk yağı		Hindistan Cevizi Yağı		Kakao yağı	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1	284	13.40	119	5.62	97	4.58	113	5.33	3	0.14	19	0.90
2	55	2.60	86	4.06	13	0.61	7	0.33	0	0	0	0
3	26	1.23	59	2.78	24	1.13	17	0.80	11	0.52	0	0
4	21	0.99	35	1.65	20	0.94	16	0.76	0	0	0	0
5	27	1.27	1	0.05	5	0.24	0	0	6	0.28	13	0.61
6	78	3.68	12	0.57	18	0.85	5	0.24	0	0	0	0
7	126	5.95	25	1.18	13	0.61	21	0.99	32	1.51	131	6.18
8	0	0	25	1.18	20	0.94	22	1.04	58	2.74	36	1.70
9	3	0.14	29	1.37	0	0	0	0	0	0	0	0
10	58	2.74	48	2.27	20	0.94	7	0.33	24	1.13	44	2.08
11	13	0.61	0	0	0	0	0	0	33	1.56	0	0
TOPLAM	691	32.61	439	20.72	230	10.85	208	9.82	167	7.88	243	11.47

- 1 Unlu mamuller (bisküvi, kek, kraker vb. mamuller) kategorisi
2 Hazır gıdalar (hazır dondurulmuş ürünler, hazır çorbalar, hazır tatlılar, konserve) kategorisi
3 Sürülebilir gıdalar ve soslar kategorisi
4 Bitkisel yağlar kategorisi
5 Pastacılık ürünleri kategorisi

- 6 Atıştırmalıklar (cips, çerez, mısır ürünleri) kategorisi
7 Çikolata ve gofret kategorisi
8 Dondurma kategorisi
9 İşlenmiş et ürünleri kategorisi
10 Kahvaltılık gevrekler, barlar, bebek mamaları kategorisi
11 Toz içecekler kategorisi

5. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Beslenmemizin bir parçası olan *trans* yağ asitleri ve *trans* yağ asidi kaynakları özellikle sağlık üzerindeki etkisinden dolayı birçok araştırmanın konusu olmuştur. Besinlerde en fazla bulunan *trans* yağ asidi kaynakları endüstriyel *trans* yağ asitleri ve ruminant (doğal) *trans* yağ asitleridir. Endüstriyel *trans* yağ asitlerinin sağlığa zararlı olduğu kanıtlanmıştır. Fakat ruminant *trans* yağ asitlerinin metabolizmaya olan etkisi henüz belirlenememiştir. Bazı araştırma sonuçlarına göre ruminant *trans* yağ asitleri sağlık için yararlıyken diğer bazı araştırmalarda zararlı ya da nötr özellikte olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum ruminant *trans* yağ asitlerinin endüstriyel *trans* yağ asitlerinden çok daha az miktarda tüketildiği ve süt ürünleri gibi sağlık için faydalı olan besinlerle birlikte tüketildiği gerçeğine bağlı olabilir (Warensjö ve ark., 2010). Ruminant *trans* yağ asitlerinin nispeten küçük lipitlerden oluşması ve serumda düşük konsantrasyonlarda bulunması epidemiyolojik araştırmaları sınırlandırmaktadır. Ruminant *trans* yağ asitlerindeki en baskın izomer olan vassenik asitin de kendi başına biyoaktivitesi henüz belli değildir (Bendsen ve ark., 2011). Vassenik asitin endojen olarak sağlık için yararlı olabilecek konjugelinoleik aside (CLA) dönüşümü de ruminant *trans* yağ asitlerini metabolizma için zararsız hale getirmiş olabileceği düşünülmektedir (Roe ve ark., 2013). Ruminant *trans* yağ asidinin tüketimi için herhangi bir sınırlama bulunmazken endüstriyel olarak üretilen *trans* yağ asidinin tüketimini en aza indirebilmek için dünya çapında bir çaba sarf edilmektedir.

Çoğunlukla yüksek gelirli yaklaşık 45 ülke, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağın azaltılmasına yönelik, yasal kısıtlamalar veya yasaklar, gönüllü veya zorunlu gıda etiketlemesi, gıda üreticileri tarafından gönüllülük esasına dayalı düzenlemeler ve tüketiciler ve üreticiler için kılavuz önerileri gibi yaklaşımları benimsemiştir (Downs ve ark., 2018). Bununla birlikte, dünya çapındaki insanların en az üçte ikisi, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağlardan yeterince korunmamaktadır ve bununla bağlantılı ölümlerin çoğu düşük ve orta gelirli ülkelerde bulunmaktadır (Wang ve ark., 2016). Bu ülkelerin çoğu, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağları kısıtlamak için ulusal politikaları henüz uygulamamıştır. Bu durum sağlık eşitsizliğine sebep olmaktadır.

Tüm gıdalardaki 100 gram toplam sıvı ve katı yağ başına endüstriyel olarak üretilmiş 2 gram TFA'nın zorunlu ulusal sınırı ve tüm gıdalarda bir bileşen olarak PHO üretimi veya kullanımına ilişkin zorunlu ulusal yasak, TFA'nın ortadan kaldırılması için

iki alternatif en iyi uygulama politikasıdır. Sadece 12 ülke, 540 milyon insanı (küresel nüfusun %7'si) kapsayan en iyi uygulama politikalarına sahiptir (WHO, 2019g). Üreticiler *trans* yağ asitleri için belirlenen sınırlara uyarak gıda üretmiş olsa da tüketicilerin bir öğünde *trans* yağ içeren birkaç ürün tüketme ve böylece önerilen dozu aşma olasılıkları vardır. Hazır gıda tüketiminin artmış olduğu günümüz beslenmesinde *trans* yağ içeren ürünü sağlığa zarar vermeden tüketmek garanti edilememektedir. Ülkemizde de günlük tüketimde *trans* yağ asitlerinin miktarı hakkında yeterli veriye rastlanmamaktadır. Bunun da ötesinde ülkemizde üretilen çeşitli gıda maddelerinin *trans* yağ asidi içerikleri hakkında düzenlenmiş yeterli bir veri tabanı bulunmamaktadır.

Dünya çapında *trans* yağ eliminasyonunun izlenmesi, yalnızca gıda tedarikindeki içeriği ve *trans* yağ tüketimindeki değişiklikleri değerlendirmek amacıyla değil, aynı zamanda daha da önemlisi, *trans* yağların yerine hangi yağ asitlerinin kullanıldığını değerlendirmek için gereklidir, çünkü bunun sağlıkla ilgili etkileri bulunmaktadır.

Toplumun sağlığı üzerindeki etkiyi en üst düzeye çıkarmak için işlenmiş *trans* yağ kaynakları ile yapılan gıdaların sınırlı tüketimi, *trans* yağ alımını azaltmanın en etkili yolunu sağlamaktadır. Yağ için önerilen diyet alımını, yani kalorinin %20 ila %30'una karşılık gelen miktarı karşılamak için TFA, daha sağlıklı yağlar ve katı yağlar ile değiştirilerek diyet yağlarının çoğu çoklu doymamış ve tekli doymamış yağ asitlerinden gelmeli ve doymuş yağ oranı azaltılmalıdır. Çoklu doymamış yağ asitlerinin bitki kaynakları soya fasulyesi yağı, mısır yağı, kanola yağı, ceviz, keten tohumu ve aspir yağı dahil olmak üzere bitkisel yağlardır. Eikosapentaenoik asit (EPA) ve dokosaheksaenoik asit (DHA), balık ve kabuklu deniz hayvanlarında bulunan omega 3 yağ asitleridir. Tekli doymamış yağ asitleri bakımından zengin bitki kaynakları arasında kanola yağı, zeytinyağı, yüksek oleik aspir yağı ve ayçiçek yağı ve fındık bulunur. Uygun değiştirmeler, kısmi hidrojene yağların (PHO) belirli kullanımları için gereken işlevselliğe bağlıdır. Sıvı yağlara ihtiyaç duyulduğunda, hızlı oksitlenmeyenler (örneğin, yüksek oleik kanola yağı veya antioksidanlı yüksek PUFA yağı) iyi ikame seçenekleridir. Daha sert yağlar gerektiren ürünler için, değiştirme seçenekleri interesterifikasyon ve karıştırılmış yağları içermektedir. Tüm bu değiştirmeler yağın işlevselliğini, yiyeceklerin tadını korumakta ve hayat kurtarmaktadır (Dhaka ve ark., 2011; WHO, 2019g).

Paketlenmiş gıda ürünlerinde TFA içeriğinin zorunlu olarak etiketlenmesi, tıbbi kanıtlarla desteklenen ve tüketicilerin ve gıda üreticilerinin eylemleri yoluyla halk sağlığı üzerinde etkisi olabilecek bir gıda politikası vaka çalışması sunmaktadır. *Trans* yağ etiketlemesinin hem talep hem de arz üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılması, tüketicilerin ve gıda üreticilerinin politika değişikliklerine nasıl tepki verdiğini değerlendirmek için gereklidir ve gelecekte etkili beslenme politikası oluşturmak için esastır (Van Camp ve ark., 2012). Ülkemizde çeşitli gıdaların *trans* yağ analizleriyle ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Ancak sıkça tüketilen ve ülkedeki birçok markette bulunan farklı gıda kategorilerinde etiket bilgilerine odaklanarak yapılmış araştırmalar yetersizdir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Türkiye’de paketlenmiş gıdaların *trans* yağ içeriği açısından önerilen yöntemler ve miktarlarla uyumlu olduğu görülmüştür. Ancak mevcut *trans* yağ seviyesinin daha da aşağılara çekilebilmesi için devlet kurumları tarafından süreklilik açısından etkin politikaların geliştirilmeye devam edilmesi ve denetim mekanizmasının etkin bir şekilde çalışması gerektiği unutulmamalıdır. *Trans* yağlardan arındırılmış bir diyet için daha çok çalışmaya yapılmasına ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

- Ackman, R. G., Mag, T. K. 1998. *Trans* fatty acids and the potential for less in technical products, *Trans fatty acids in human nutrition*, 35-58.
- Afaneh, I., Abbadi, J., Al-Rimawi, F., Al-Dabbas, G., Sawalha, S. 2017. Effect of frying temperature and duration on the formation of *trans* fatty acids in selected fats and oils.
- Aftab, A. K., Sherazi, S. T. H., Rubina, S., Razia, S., Arfa, Y. 2013. Consequence of fatty acids profile including *trans* fat in chocolate and pastry samples, *International Food Research Journal*, 20(2).
- Albers, M. J., Harnack, L. J., Steffen, L. M., Jacobs, D. R. 2008. 2006 marketplace survey of *trans*-fatty acid content of margarines and butters, cookies and snack cakes, and savory snacks, *Journal of the American Dietetic Association*, 108(2), 367-370.
- Albuquerque, T.G., Costa, H.S., Castilho, M.C., Sanches-Silva, A. 2011. Trends in the analytical methods for the determination of *trans* fatty acids content in foods, *Trends in food science & technology*, 22(10), 543-560.
- Aldai, N., de Renobales, M., Barron, L.J.R., Kramer, J.K. 2013. What are the *trans* fatty acids issues in foods after discontinuation of industrially produced *trans* fats? Ruminant products, vegetable oils, and synthetic supplements, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 115(12), 1378-1401.
- Allen, R. R. 1978. Principles and catalysts for hydrogenation of fats and oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(11), 792-795.
- Allinger, N.L., Cava M.P., De Jongh, Johnson C.R., Lebel N.A., Stevens C.L. 1978. *Química Orgânica*, 2nd ed., Rio de Janeiro: Ed Guanabara Koogan, 951.
- Amine, E., Baba, N., Belhadj, M., Deurenbery-Yap, M., Djazayery, A., Forrester, T., Galuska, D., Herman, S., James, W., MBuyamba, J. 2002. Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation, *World Health Organization*.
- Anonim, 2007. 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, 2017. Türk Gıda Kodeksi. Gıda etiketleme ve tüketicileri bilgilendirme yönetmeliği. 26.12.2017 ve 29960 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonim, 2020. Türk Gıda Kodeksi. Gıdalara Vitaminler, Mineraller ve Belirli Diğer Öğelerin Eklenmesi Hakkında Yönetmelikte yapılan değişiklik, 07.05.2020 ve 31120 sayılı Resmi Gazete, Ankara.
- Anonymous, 2006. Health Canada. *Trans* fat, Available from: www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/food_aliment/trans_e.html.
- Anonymous, 2017. United Nations Population Division, Department of Economic and Social Affairs. World population prospects 2017, New York: United Nations. (<https://population.un.org/wpp/Download/Standard/Population/>; Erişim tarihi: 18/10/ 2021).
- Anonymous, 2018. International Food and Beverage Alliance. Statement by the International Food and Beverage Alliance in support of The World Health Organization's call for the elimination of industrially produced *trans*-fatty acids from the global food supply by 2023. Geneva: IFBA. (https://ifballiance.org/uploads/press/pdf/iTFA_IFBA_Statement_11.05.18.pdf; Erişim Tarihi: 30/10/ 2021).

- Ansorena, D., Echarte, A., Olle, R., Astiasaran, I. 2013. 2012: no *trans* fatty acids in Spanish bakery products, *Food Chem*, 138(1), 422-429.
- Asp, M.L., Collene, A.L., Norris, L.E., Cole, R.M., Stout, M.B., Tang, S.-Y., Hsu, J.C., Belury, M.A. 2011. Time-dependent effects of safflower oil to improve glycemia, inflammation and blood lipids in obese, post-menopausal women with type 2 diabetes: a randomized, double-masked, crossover study, *Clinical Nutrition*, 30(4), 443-449.
- Azizian, H., Kramer, J. K. G., Mossoba, M. 2010. Progression to fatty acid profiling of edible fats and oils using vibrational spectroscopy. In E. Li-Chan, J. M. Chalmers, P. R. Griffiths (Eds.), *Application of vibrational spectroscopy to food science*, 519–538.
- Bamford, C., Jenkins, A., Johnston, R., 1957, Studies in Polymerization. XI. Reactions between Polymer Radicals and Ferric Chloride in Non-Aqueous Media, *Proceedings of the Royal Society of London A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences*, The Royal Society, 214-229.
- Barra, P., Barra, M., De Oliveira, M. 2013. Total *trans* fatty acid in spreadable cheese. in: *Handbook of cheese in health: Production, nutrition and medical sciences*, Wageningen Academic Publishers, 1-11.
- Basu, S., Babiarz, K. S., Ebrahim, S., Vellakkal, S., Stuckler, D., Goldhaber-Fiebert, J. D. 2013. Palm oil taxes and cardiovascular disease mortality in India: economic-epidemiologic model, *Bmj*, 347.
- Baum, S.J., Kris-Etherton, P.M., Willett, W.C., Lichtenstein, A.H., Rudel, L.L., Maki, K.C., Whelan, J., Ramsden, C.E., Block, R.C. 2012. Fatty acids in cardiovascular health and disease: a comprehensive update, *J Clin Lipidol*, 6(3), 216-34.
- Belitz, H.D., Grosch, W. 1999. *Food Chemistry*. Berlin: Springer, 145-157.
- Bendsen, N.T., Christensen, R., Bartels, E.M., Astrup, A. 2011. Consumption of industrial and ruminant *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis of cohort studies, *European journal of clinical nutrition*, 65(7), 773-783.
- Beninca, C., Zanoelo, F.E., Luzjunior, L.F., Spricigo, C.B. 2009. *Trans* fatty acids in margarines marketed in Brazil: Content, labeling regulations and consumer information, *European Journal Lipid Science Technology*, 111, 451–458.
- Bhardwaj, S., Passi, S.J., Misra, A. 2011. Overview of *trans* fatty acids: biochemistry and health effects, *Diabetes Metab Syndr*, 5(3), 161-164.
- Bhardwaj, S., Passi, S. J., Misra, A., Pant, K. K., Anwar, K., Pandey, R. M., Kardam, V. 2016. Effect of heating/reheating of fats/oils, as used by Asian Indians, on *trans* fatty acid formation, *Food chemistry*, 212, 663-670.
- Bird, S. S., Marur, V. R., Stavrovskaya, I.G., Kristal, B. S. 2013. Qualitative characterization of the rat liver mitochondrial lipidome using LC–MS profiling and high energy collisional dissociation (HCD) all ion fragmentation, *Metabolomics*, 9(1), 67-83.
- Blewett, N. 2011. Panel for the review of food labelling law and policy. Labelling logic, *Review of Food Labelling Law and Policy*, Department of Health and Ageing.
- Bockisch, M. 1998. Fats and oils handbook, 237–242.
- Bouchon, P. 2009. Understanding oil absorption during deep fat frying, *Advances in food and nutrition research*, 57, 209-234.
- Ceriani, R., Costa, A. M., Meirelles, A. J. 2008. Optimization of the physical refining of sunflower oil concerning the final contents of *trans*-fatty acids, *Industrial & engineering chemistry research*, 47(3), 681-692.

- Champ, M., Hoebler, C. 2009. Functional food for pregnant, lactating women and in perinatal nutrition: a role for dietary fibres?, *Current Opinion in Clinical Nutrition & Metabolic Care*, 12(6), 565-574.
- Chavasit, V., Photi, J., Dunkum, P., Krassanairawiwong, T., Ditmetharoj, M., Preecha, S., Martinez, F. 2020. Evolution of *trans* fatty acid consumption in Thailand and strategies for its reduction, *The Journal of Clinical Hypertension*, 22(8), 1347-1354.
- Chen, B. K., Seligman, B., Farquhar, J. W., Goldhaber-Fiebert, J. D. 2011. Multi-country analysis of palm oil consumption and cardiovascular disease mortality for countries at different stages of economic development: 1980-1997, *Globalization and health*, 7(1), 1-10.
- Chrysam, M. M. 1985. Table spreads and shortenings, *Bailey's industrial oil and fat products*, 3, 41-125.
- Costa, N., Cruz, R., Graça, P., Breda, J., Casal, S. 2016. *Trans* fatty acids in the Portuguese food market, *Food Control*, 64, 128-134.
- Coulson, N.S. 2000. An application of the stages of change model to consumer use of food labels, *British Food Journal*, 102(9), 661-68.
- Cruz-Hernandez, C., Deng, Z., Zhou, J., Hill, A. R., Yurawecz, M. P., Delmonte, P., Kramer, J. K. 2004. Methods for analysis of conjugated linoleic acids and *trans*-18: 1 isomers in dairy fats by using a combination of gas chromatography, silver-ion thin-layer chromatography/gas chromatography, and silver-ion liquid chromatography, *Journal of AOAC International*, 87(2), 545-562.
- Çakmak, Y. S., Güler, G. O., Yiğit, S., Caglav, G., Aktümsek, A. 2011. Fatty acid composition and *trans* fatty acids in crisps and cakes in Turkey's markets, *International Journal of Food Properties*, 14(4), 822-829.
- Dağlıoğlu, O., Taşan, M., Tuncel, B. 2000. Determination of fatty acid composition and total *trans* fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography, *European Food Research and Technology*, 211(1), 41-44.
- Dağlıoğlu, O., Taşan, M., 2005. *Trans* yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 79-88.
- Delmonte, P., Kramer J., Yurawecz, M.P. 2006 In: Mossoba MM, Kramer JKG, Brenna JT, McDonald RE (eds) *Lipid analysis and lipidomics*, AOCS, Champaign, IL.
- Delmonte, P., Rader, J. I. 2007. Evaluation of gas chromatographic methods for the determination of *trans* fat, *Analytical and bioanalytical chemistry*, 389(1), 77-85.
- De Martini Soares, F. A. S., Osório, N. M., da Silva, R. C., Gioielli, L. A., Ferreira Dias, S. 2013. Batch and continuous lipase catalyzed interesterification of blends containing olive oil for *trans* free margarines, *European journal of lipid science and technology*, 115(4), 413-428.
- Demin, A., Løge, B., Zhiteneva, O., Nishida, C., Whiting, S., Rippin, H., Breda, J. 2020. *Trans* fatty acid elimination policy in member states of the Eurasian Economic Union: Implementation challenges and capacity for enforcement, *The Journal of Clinical Hypertension*, 22(8), 1328-1337.
- De Souza, R. J., Mente, A., Maroleanu, A., Cozma, A. I., Ha, V., Kishibe, T., Anand, S. S. 2015. Intake of saturated and *trans* unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies, *Bmj*, 351.
- Destailats, F., de Wispelaere, M., Joffre, F., Golay, P.-A., Hug, B., Giuffrida, F., Fauconnot, L., Dionisi, F. 2006. Authenticity of milk fat by fast analysis of triacylglycerols:

- Application to the detection of partially hydrogenated vegetable oils, *Journal of Chromatography A*, 1131(1), 227-234.
- Dhaka, V., Gulia, N., Ahlawat, K. S., Khatkar, B.S. 2011. *Trans* fats—sources, health risks and alternative approach-A review, *Journal of food science and technology*, 48(5), 534-541.
- Dhibi, M., Brahmi, F., Mnari, A., Houas, Z., Chargui, I., Bchir, L., Gazzah, N., Alsaif, M.A., Hammami, M. 2011. The intake of high fat diet with different *trans* fatty acid levels differentially induces oxidative stress and non alcoholic fatty liver disease (NAFLD) in rats, *Nutrition & metabolism*, 8(1), 1.
- Drichoutis, A.C., Lazaridis, P., Nayga Jr, R.M. 2006. Consumers use of nutritional labels: a review of research studies and issues, *Academy of marketing science review*, 2006, 1.
- Doell, D., Folmer, D., Lee, H., Honigfort, M., Carberry, S. 2012. Updated estimate of *trans* fat intake by the US population, *Food Additives and Contaminants:Part A*, 29, 861–874.
- Downs, S. M., Bloem, M. Z., Zheng, M., Catterall, E., Thomas, B., Veerman, L., Wu, J. H. 2018. The impact of policies to reduce *trans* fat consumption: a systematic review of the evidence, *Current developments in nutrition*, 1(12), 1-10.
- Dunford, N. 2014. Low *Trans* Fat and *Trans*-Free Fat Update.
- Eckel, R. H., Borra, S., Lichtenstein, A. H., Yin-Piazza, S.Y. 2007. Understanding the complexity of *trans* fatty acid reduction in the American diet: American Heart Association *Trans* Fat Conference 2006: report of the *Trans* Fat Conference Planning Group, *Circulation*, 115(16), 2231-2246.
- Feldman, E. B., Kris-Etherton, P. M., Kritchevsky, D., Lichtenstein, A. H. 1996. Position paper on *trans* fatty acids, *American Journal of Clinical Nutrition*, 63(5), 663-670.
- Fernández, P. M., Juan, S. 2000. Fatty acid composition of commercial Spanish fast food and snack food, *Journal of Food Composition and Analysis*, 13(3), 275-281.
- Field, C.J., Blewett, H.H., Proctor, S., Vine, D. 2009. Human health benefits of vaccenic acid, *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 34(5), 979-991.
- Franco-Arellano, B., Arcand, J., Kim, M. A., Schermel, A., L'Abbé, M. R. 2020. Progress towards eliminating industrially produced *trans*-fatty acids in the Canadian marketplace, 2013–2017, *Public Health Nutrition*, 23(13), 2257-2267.
- Friesen, R., Innis, S. M. 2006. *Trans* fatty acids in human milk in Canada declined with the introduction of *trans* fat food labeling, *The Journal of nutrition*, 136(10), 2558-2561.
- Garsetti, M., Balentine, D. A., Zock, P. L., Blom, W. A., Wanders, A. J. 2016. Fat composition of vegetable oil spreads and margarines in the USA in 2013: a national marketplace analysis, *International journal of food sciences and nutrition*, 67(4), 372-382.
- Ghafoorunissa, G. 2008. Role of *trans* fatty acids in health and challenges to their reduction in Indian foods, *Asia Pac J Clin Nutr* 17,212–215.
- Ghebreyesus, T. A., Frieden, T. R. 2018. REPLACE: a roadmap to make the world *trans* fat free by 2023, *The Lancet*, 391(10134), 1978-1980.
- Ghotra, B. S., Dyal, S. D., Narine, S.S. 2002. Lipid shortenings: a review, *Food Research International*, 35(10), 1015-1048.
- Goyal, N., Sundararaj, P. 2009. Are We Unknowingly Consuming *Trans* Fats and Abused Oils?, *Bull Nutr Found India*, 30(2), 4-7.
- Güneş, F. E., Aktaç, Ş., Korkmaz, B. İ. O. 2014. Tüketicilerin gıda etiketlerine yönelik tutum ve davranışları, *Akademik Gıda*, 12(3), 30-37.

- Gunstone, F.D. 1998. Movements towards tailor-made fats, *Progress in lipid research*, 37(5), 277-305.
- Hachul, A.C.L., Mennitti, L.V.V., de Oliveira, J.L.L., Moreno, M.F., Okuda, M.H., dos Santos, B., Oyama, L.M., Ribeiro, E.B., do Nascimento, C.M.O., Pisani, L.P. 2013. Oligofructose supplementation (10%) during pregnancy and lactation does not change the inflammatory effect of concurrent *trans* fatty acid ingestion on 21-day-old offspring, *Lipids in health and disease*, 12(1), 1.
- Hajimahmoodi, M., Vander Heyden, Y., Sadeghi, N., Jannat, B., Oveisi, M. R., Shahbazian, S. 2005. Gas-chromatographic fatty-acid fingerprints and partial least squares modeling as a basis for the simultaneous determination of edible oil mixtures, *Talanta*, 66(5), 1108-1116.
- Hawkes, C., World Health Organization. 2004. *Nutrition labels and health claims: the global regulatory environment*. World Health Organization.
- Hess, R., Visschers, V. H., Siegrist, M. 2012. The role of health-related, motivational and sociodemographic aspects in predicting food label use: a comprehensive study, *Public health nutrition*, 15(3), 407-414.
- Higginson, C.S., Rayner, M.J., Draper, S., Kirk, T.R. 2002. The nutrition label - Which information is looked at?, *Nutrition and Food Science*, 32(3), 92-99.
- Hidalgo, F. J., Zamora, R. 2003. Edible oil analysis by high-resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy: recent advances and future perspectives, *Trends in Food Science & Technology*, 14(12), 499-506.
- Huang, L., Federico, E., Jones, A., Wu, J. H. 2020. Presence of *trans* fatty acids containing ingredients in pre packaged foods in Australia in 2018, *Australian and New Zealand Journal of Public Health*, 44(5), 419-420.
- Huang, Z., Wang, B., Crenshaw, A. A. 2006. A simple method for the analysis of *trans* fatty acid with GC-MS and ATTM-Silar-90 capillary column, *Food Chemistry*, 98(4), 593-598.
- Hunter, J.E., 2001. Studies on effects of dietary fatty acids as related to their position on triglycerides, *Lipids*, 36, 655-668.
- Innis, S.M. 2006. *Trans* fatty intakes during pregnancy, infancy and early childhood, *Atherosclerosis Supplements*, 7(2), 17-20.
- Jacobson, M.F. 2006. Center for Science in the Public Interest (CSPI) letter. In: Schneeman, B. (ed.). Food and Drug Administration, Center for Food Safety and Applied Nutrition.
- Jain, A., Passi, S. J., Selvamurthy, W., Singh, A., Thakkar, H. 2020. Effect of frying temperature/frying cycles on *trans* fat content of groundnut oil, *Plant Archives*, 20(1), 2565-2568.
- Jang, E. S., Jung, M. Y., Min, D. B. 2005. Hydrogenation for low *trans* and high conjugated fatty acids, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 4(1), 22-30.
- Jakobsen, M.U., Overvad, K., Dyerberg, J., Heitmann, B.L. 2008. Intake of ruminant *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease, *International journal of epidemiology*, 37(1), 173-182.
- Juanéda, P. 2002. Utilisation of reversed-phase high-performance liquid chromatography as an alternative to silver-ion chromatography for the separation of *cis*-and *trans*-C18: 1 fatty acid isomers, *Journal of Chromatography A*, 954(1-2), 285-289.
- Kahraman, S. D, Küplülü, Ö. 2011. *Trans* Yağ Asitleri, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 82(2), 15-24.

- Kahyaoğlu, G. 2006. Gıda maddelerinde *trans* yağ asiti içeriklerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesi, Yüksek lisans tezi, *Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Kandhro, A., Sherazi, S. T. H., Mahesar, S. A., Bhanger, M. I., Talpur, M. Y., Rauf, A. 2008. GC-MS quantification of fatty acid profile including *trans* FA in the locally manufactured margarines of Pakistan, *Food Chemistry*, 109(1), 207-211.
- Kanter, R., Reyes, M., Corvalán, C., 2017. Photographic methods for measuring packaged food and beverage products in supermarkets, *Curr. Dev. Nutr*, 1, 1-9.
- Karabulut, I. 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.
- Karunathilaka, S. R., Farris, S., Mossoba, M. 2018. Rapid prediction of low (< 1%) *trans* fat content in edible oils and fast food lipid extracts by infrared spectroscopy and partial least squares regression, *Journal of food science*, 83(8), 2101-2108.
- Kavanagh, K., Jones, K. L., Sawyer, J., Kelley, K., Carr, J. J., Wagner, J. D., Rudel, L.L. 2007. *Trans* fat diet induces abdominal obesity and changes in insulin sensitivity in monkeys, *Obesity*, 15(7), 1675-1684.
- Kellens, M., 2000. Oil modification processes, Hamm, W., Hamilton, R.J., Boca Raton, FL: CRC Press, 129-173.
- Kellens, M., Gibon, V., Hendrix, M., De Greyt, W. 2007. Palm oil fractionation, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 109(4), 336-349.
- Kızgın, Y., Tuncer, B. 2020. Türk Gıda Kodeksine göre gıda etiketi okuryazarlığının belirlenmesi : Genç tüketiciler üzerinde bir araştırma, *BMIJ*, 8(2), 1849–1865.
- Kiage, J.N., Merrill, P.D., Robinson, C.J., Cao, Y., Malik, T.A., Hundley, B.C., Lao, P., Judd, S.E., Cushman, M., Howard, V.J. 2013. Intake of *trans* fat and all-cause mortality in the Reasons for Geographical and Racial Differences in Stroke (REGARDS) cohort, *The American journal of clinical nutrition*, 97(5), 1121-1128.
- Kim, S.-Y., Nayga, R. M., Jr., and Capps, O., Jr. 2000. The Effect of food label use on nutrient intakes: An en-dogenous switching regression analysis, *Journal of Agricultural and Resource Economics*, 25(1), 215–31.
- Kohlmeier, L., Simonsen, N., van't Veer, P., Strain, J. J., Martin-Moreno, J. M., Margolin, B., Kok, F.J., 1997. Adipose tissue *trans* fatty acids and breast cancer in the European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infarction, and Breast Cancer, *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 6(9), 705-710.
- Krogager, T.P., Nielsen, L.V., Kahveci, D., Dyrland, T.F., Scavenius, C., Sanggaard, K.W., Enghild, J.J. 2015. Hepatocytes respond differently to major dietary *trans* fatty acid isomers, elaidic acid and *trans*-vacenic acid, *Proteome Sci*, 13, 31.
- Kuhnt, K., Baehr, M., Rohrer, C., Jahreis, G. 2011. *Trans* fatty acid isomers and the *trans*-9/*trans*-11 index in fat containing foods, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 113(10), 1281-1292.
- Kummerow, F.A. 2009. The negative effects of hydrogenated *trans* fats and what to do about them, *Atherosclerosis*, 205(2), 458-465.
- Kušar, A., Hribar, M., Lavriša, Ž., Zupanič, N., Kupirovič, U. P., Hristov, H., Pravst, I. 2021. Assessment of *trans*-fatty acid content in a sample of foods from the Slovenian food supply using a sales-weighting approach, *Public Health Nutrition*, 24(1), 12-21.
- L'Abbé, M. R., Stender, S., Skeaff, C. M., Tavella, M. 2009. Approaches to removing *trans* fats from the food supply in industrialized and developing countries, *European Journal of Clinical Nutrition*, 63(2), 50-67.

- Levy, A.S., Fein, S.B. 1998. Consumers' ability to perform tasks using nutrition labels, *Journal of Nutrition Education*, 30(4), 210–17.
- Lisa, M., Netusilova, K., Franek, L., Dvorakova, H., Vrkoslav, V., Holcapek, M. 2011. Characterization of fatty acid and triacylglycerol composition in animal fats using silver-ion and non-aqueous reversed-phase high-performance liquid chromatography/mass spectrometry and gas chromatography/flame ionization detection, *Journal of Chromatography A*, 1218, 7499–7510.
- List, G. R. 2004. Decreasing *trans* and saturated fatty acid content in food oils, *Food Technology*, 58(1), 23–31.
- List, G. R. 2014. *Trans* fat replacements: A global overview, *Lipid Technology*, 26(6), 131-133.
- Lock, A.L., Bauman, D.E. 2004. Modifying milk fat composition of dairy cows to enhance fatty acids beneficial to human health, *Lipids*, 39(12), 1197-1206.
- Lottenberg, A.M., Afonso Mda, S., Lavrador, M.S., Machado, R.M., Nakandakare, E.R. 2012. The role of dietary fatty acids in the pathology of metabolic syndrome, *J Nutr Biochem*, 23(9), 1027-40.
- Lozano, R., Naghavi, M., Foreman, K., Lim, S., Shibuya, K., Aboyans, V., Remuzzi, G. 2012. Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010, *The lancet*, 380(9859), 2095-2128.
- Mannina, L., Sobolev, A. P., Segre, A. 2003. Olive oil as seen by NMR and chemometrics, *Spectroscopy Europe*, 15(3), 6-14.
- Marakis, G., Fotakis, C., Tsigarida, E., Mila, S., Palilis, L., Skoulika, S., Proestos, C. 2020. Fatty acid profile of processed foods in Greece with focus on *trans* fatty acids, *Journal of Consumer Protection and Food Safety*, 15, 373-381.
- Martin, C.A., Milinsk, M.C., Visentainer, J.V., Matsushita, M., De-Souza, N.E. 2007. *Trans* fatty acid-forming processes in foods: a review, *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 79(2), 343-350.
- Martin-Saborido, C., Mouratidou, T., Livaniou, A., Caldeira, S., Wollgast, J. 2016. Public health economic evaluation of different European Union–level policy options aimed at reducing population dietary *trans* fat intake, *The American journal of clinical nutrition*, 104(5), 1218-1226.
- Matthan, N.R., Cianflone, K., Lichtenstein, A.H., Ausman, L.M., Jauhiainen, M., Jones, P.J. 2001. Hydrogenated fat consumption affects acylation-stimulating protein levels and cholesterol esterification rates in moderately hypercholesterolemic women, *Journal of Lipid Research*, 42(11), 1841-1848.
- Menaa, F., Menaa, A., Tréton, J., Menaa, B. 2013. Technological approaches to minimize industrial *trans* fatty acids in foods, *Journal of food science*, 78(3), 377-386.
- Micha, R., Mozaffarian, D. 2008. *Trans* fatty acids: effects on cardiometabolic health and implications for policy, *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids*, 79(3-5), 147-52.
- Micha, R., Mozaffarian, D. 2009. *Trans* fatty acids: effects on metabolic syndrome, heart disease and diabetes, *Nature Reviews Endocrinology*, 5(6), 335-344.
- Mitrou, F., Lawrence, D. 2014. Narrative review: The relationship between dietary *trans*-fatty acids and adverse health outcomes.
- Miyake, Y., Yokomizo, K., Matsuzaki, N. 1998. Determination of unsaturated fatty acid composition by high-resolution nuclear magnetic resonance spectroscopy, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 75(12), 1091-1094.

- Momchilova, S. M., Nikolova-Damyanova, B. M. 2010. Separation of isomeric octadecenoic fatty acids in partially hydrogenated vegetable oils as p-methoxyphenacyl esters using a single-column silver ion high-performance liquid chromatography (Ag-HPLC), *Nature protocols*, 5(3), 473.
- Morin, O., Bordeaux-Pessac, F. 2006. Technical Aspects of *Trans* Fatty Acids Reduction in Fats and Oils Processing: Ways and Means of Control from Refining to Formulation, *In 4th Euro Fed Lipid Congress, Book Of Abstracts*, 1-4.
- Mossoba M., Kramer J., Delmonte P, Yurawecz MP, Rader J.I., 2005 In: Kodali DR, List GR (eds) *Trans fats alternatives*. AOCS, Champaign, IL, 47–70.
- Mossoba, M., Milosevic, V., Milosevic, M., Kramer, J., Azizian, H. 2007. Determination of total *trans* fats and oils by infrared spectroscopy for regulatory compliance, *Analytical and bioanalytical chemistry*, 389(1), 87-92.
- Mossoba, M. M., Kramer, J. K. 2009. *Official methods for the determination of trans fat* (2nd ed). Urbana, Ill.: AOCS Press.
- Mossoba, M. M., Tyburczy, C., Delmonte, P., Fardin-Kia, A. R., Rader, J. I., Azizian, H., Kramer, J. K. G. (2014). In D. R. Kodali (Ed.), *Trans fats replacement solutions*, Urbana, Ill.: AOCS Press.
- Mozaffarian, D., Katan, M.B., Ascherio, A., Stampfer, M.J., Willett, W.C. 2006. *Trans* fatty acids and cardiovascular disease, *New England Journal of Medicine*, 354(15), 1601-1613.
- Mozaffarian, D., Aro, A., Willett, W. 2009. Health effects of *trans*-fatty acids: experimental and observational evidence, *European journal of clinical nutrition*, 63, 5-21.
- Mozaffarian, D., Clarke, R. 2009. Quantitative effects on cardiovascular risk factors and coronary heart disease risk of replacing partially hydrogenated vegetable oils with other fats and oils, *European journal of clinical nutrition*, 63(2), 22-33.
- Nas, S., Gökalp, H.Y. 2001. *Bitkisel yağ teknolojisi*, Atatürk Üniversitesi Yayınları.
- Nawar, WW. 1996. Lipids. In: FENEMA OR (Ed), *Food Chemistry*, New York: Marcel Dekker.
- Ollberding, N. J., Wolf, R. L., Contento, I. 2011. Food label use and its relation to dietary intake among US adults, *Journal of the American Dietetic Association*, 111(5), 47-51.
- Osso, F.S., Moreira, A.S.B., Teixeira, M.T., Pereira, R.O., do Carmo, M.d.G.T., Moura, A.S. 2008. *Trans* fatty acids in maternal milk lead to cardiac insulin resistance in adult offspring, *Nutrition*, 24(7), 727-732.
- Patel, A. R., Dewettinck, K. 2016. Edible oil structuring: an overview and recent updates, *Food & function*, 7(1), 20-29.
- Patterson, H. 2011. Hydrogenation methods. Hydrogenation of fats and oils , Elsevier, 189–278.
- Pedersen, J. I., Müller, H., Seljeftot, I., Kirkhus, B. 2005. Palm oil versus hydrogenated soybean oil: effects on serum lipids and plasma haemostatic variables, *Asia Pacific journal of clinical nutrition*, 14(4), 348.
- Philippaerts, A., Jacobs, P. A., Sels, B. F. 2013. Is there still a future for hydrogenated vegetable oils?, *Angewandte Chemie International Edition*, 52(20), 5220-5226.
- Priego-Capote, F., Ruiz-Jimenez, J., Luque de Castro, M. D., Garcia-Olmo, J. 2004. Fast method for the determination of total fat and *trans* fatty acids content in bakery products based on microwave-assisted Soxhlet extraction and medium infrared spectroscopy detection, *Analytica Chimica Acta*, 517, 13–20.

- Priego-Capote, F., Ruiz-Jimenez, J., Luque de Castro, M. D. 2007. Identification and quantification of *trans* fatty acids in bakery products by gas chromatography–mass spectrometry after focused microwave Soxhlet extraction, *Food Chemistry*, 100, 859–867.
- Puşcaş, A., Mureşan, V., Socaciu, C., Muste, S. 2020. Oleogels in food: A review of current and potential applications, *Foods*, 9(1), 70.
- Rajah, K.K., 1994. Fats in food products, Fat products using fractionation and hydrogenation, *Springer*, Boston, 277-317.
- Ratnayake, WMN., Plouffe, L.J., Pasquier, E., Gagnon, C. 2002. *J AOAC Int* 85(5):1112–1118.
- Restrepo, B. J., Rieger, M. 2016. Denmark's policy on artificial *trans* fat and cardiovascular disease, *American journal of preventive medicine*, 50(1), 69-76.
- Ricardo, C. Z., Peroseni, I. M., Mais, L. A., Martins, A. P. B., Duran, A. C. 2019. *Trans* fat labeling information on Brazilian packaged foods, *Nutrients*, 11(9), 2130.
- Ricciuto, L., Lin, K., Tarasuk, V. 2009. A comparison of the fat composition and prices of margarines between 2002 and 2006, when new Canadian labelling regulations came into effect, *Public health nutrition*, 12(8), 1270-1275.
- Richter, E.K., Shawish, K.A., Scheeder, M.R., Colombani, P.C. 2009. *Trans* fatty acid content of selected Swiss foods: the *TransSwissPilot* study, *Journal of Food Composition and Analysis*, 22(5), 479-484.
- Roe, M., Pinchen, H., Church, S., Elahi, S., Walker, M., Farron-Wilson, M., Buttriss, J., Finglas, P. 2013. *Trans* fatty acids in a range of UK processed foods, *Food Chem*, 140(3), 427-31.
- Rogers, M. A., Strober, T., Bot, A., Toro-Vazquez, J. F., Stortz, T., Marangoni, A. G. 2014. Edible oleogels in molecular gastronomy, *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 2(1), 22–31.
- Semma, M. 2002. *Trans* Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks, *Journal of health science*, 48(1), 7-13.
- Sherazi, STH. 1996. Quantitative analysis of some vegetable oils by ¹³C NMR and chromatographic methods, *PhD Dissertation*, University of Sindh.
- Sherazi, STH., Mahesar, SA., Kandhro AA., Sirajuddin, 2018. Brief overview of *trans* fat analysis in some foods, *Frontiers in Drug Safety*, 140-160.
- Shoolery, JN. 1975. ¹³C NMR as quantitative analytical method for determining the composition of fats and oils. Application Note NMR-73. Palo Alto, CA, USA: Varian Associates.
- Shurtleff, W., Aoyagi, A. 2004. History of soy oil hydrogenation and of research on the safety of hydrogenated vegetable oils, *Retrieved nov*, 8, 2005.
- Siddique, B. M., Ahmad, A., Ibrahim, M. H., Hena, S., Rafatullah, M. 2010. Physico-chemical properties of blends of palm olein with other vegetable oils, *Grasas y aceites*, 61(4), 423-429.
- Slattey, M. L., Benson, J., Ma, K. N., Schaffer, D., Potter, J.D., 2001. *Trans*-fatty acids and colon cancer, *Nutrition and cancer*, 39(2), 170-175.
- Song, J., Park, J., Jung, J., Lee, C., Gim, S. Y., Ka, H., ... Lee, J. 2015. Analysis of *trans* fat in edible oils with cooking process, *Toxicological research*, 31(3), 307-312.
- Stender, S., Dyerberg, J., Astrup, A. 2006. High levels of industrially produced *trans* fat in popular fast foods, *New England Journal of Medicine*, 354(15), 1650-1652.

- Stender, S., Dyerberg, J., Bysted, A., Leth, T., Astrup, A. 2006. A *trans* world journey, *Atherosclerosis Supplements*, 7(2), 47-52.
- Stender, S., Astrup, A., Dyerberg, J. 2016. Artificial *trans* fat in popular foods in 2012 and in 2014: a market basket investigation in six European countries, *BMJ open*, 6(3), 010673.
- Sugano, M., Ikeda, I. 1996. Metabolic interactions between essential and *trans*-fatty acids, *Current opinion in lipidology*, 7(1), 38-42.
- Sun, Y., Neelakantan, N., Wu, Y., Lote-Oke, R., Pan, A., van Dam, R. M. 2015. Palm oil consumption increases LDL cholesterol compared with vegetable oils low in saturated fat in a meta-analysis of clinical trials, *The Journal of nutrition*, 145(7), 1549-1558.
- Tanti, R., Barbut, S., Marangoni, A.G. 2016. Hydroxypropyl methylcellulose and methylcellulose structured oil as a replacement for shortening in sandwich cookie creams, *Food Hydrocolloids*, 61, 329-337.
- Tarrago-Trani, M. T., Phillips, K. M., Lemar, L. E., Holden, J. M. 2006. New and existing oils and fats used in products with reduced *trans*-fatty acid content, *Journal of the American Dietetic Association*, 106(6), 867-880.
- Taşan, M., Demirci, M. 2003. *Trans* FA in sunflower oil at different steps of refining, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(8), 825-828.
- Taşan, M., Dağlıoğlu, O. 2005. *Trans* yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 79-88.
- Taşan, M., Demir, B. A. 2019. *Trans* yağ asidi içermez beyanı bulunan bazı endüstriyel gıdaların yağ asidi profilleri, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 16(1), 23-33.
- Temkov, M., Mureşan, V. 2021. Tailoring the structure of lipids, oleogels and fat replacers by different approaches for solving the *trans*-fat issue—A Review, *Foods*, 10(6), 1376.
- Teng, K.-T., Nagapan, G., Cheng, H.M., Nesaretnam, K. 2011. Palm olein and olive oil cause a higher increase in postprandial lipemia compared with lard but had no effect on plasma glucose, insulin and adipocytokines, *Lipids*, 46(4), 381-388.
- Thompson, S. 1999. Federal Register, 64(221), 62746–825.
- Tyburczy, C., Delmonte, P., Fardin-Kia, A. R., Mossoba, M. M., Kramer, J. K., Rader, J. I. 2012a. Profile of *trans* fatty acids (FAs) including *trans* polyunsaturated FAs in representative fast food samples, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 60, 4567–4577.
- Tyburczy, C., Delmonte, P., Fardin-Kia, A. R., Mossoba, M. M., Rader, J. I. 2012b. Evaluation of low *trans* fat edible oils by attenuated total reflection-fourier transform infrared spectroscopy and gas chromatography: A comparison of analytical approaches, *Analytical Bioanalytical Chemistry*, 404, 809–819.
- Ungar, M., Clark, S.E., Kwong, W.-M., Makhnatch, A., Cameron, C.A. 2006. Studying resilience across cultures, *Journal of Ethnic and Cultural Diversity in Social Work*, 14(3-4), 1-19.
- Van Camp, D., Hooker, N. H., Lin, C. T. J. 2012. Changes in fat contents of US snack foods in response to mandatory *trans* fat labelling, *Public health nutrition*, 15(6), 1130-1137.
- Vučić, V., Arsić, A., Petrović, S., Milanović, S., Gurinović, M., Glibetić, M. 2015. *Trans* fatty acid content in Serbian margarines: urgent need for legislative changes and consumer information, *Food chemistry*, 185, 437-440.
- Wang, Q., Afshin, A., Yakoob, M. Y., Singh, G. M., Rehm, C. D., Khatibzadeh, S., Zajkás, G. 2016. Impact of nonoptimal intakes of saturated, polyunsaturated, and *trans* fat on

- global burdens of coronary heart disease, *Journal of the American Heart Association*, 5(1).
- Wansink, B. 2003. How Do Front and Back Package Labels Influence Beliefs about Health Claims?, *Journal of Consumer Affairs* 37(2), 305–16.
- Warensjö, E., Jansson, J.-H., Cederholm, T., Boman, K., Eliasson, M., Hallmans, G., Johansson, I., Sjögren, P. 2010. Biomarkers of milk fat and the risk of myocardial infarction in men and women: a prospective, matched case-control study, *The American journal of clinical nutrition*, 92 (1), 194-202.
- Wassell, P., Young, N. W. 2007. Food applications of *trans* fatty acid substitutes, *International journal of food science & technology*, 42(5), 503-517.
- Weggemans, R.M., Rudrum, M., Trautwein, E.A., 2004. Intake of ruminant versus industrial *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease—what is the evidence?, *Eur J Lipid Sci Technol*, 106, 390–397.
- Weiland, S. K., von Mutius, E., Hüsing, A., Asher, M.I., 1999. Intake of *trans* fatty acids and prevalence of childhood asthma and allergies in Europe, *Lancet (British edition)*, 353(9169), 2040-2041.
- WHO. 2012. A draft comprehensive global monitoring framework, including indicators, and a set of voluntary global targets for the prevention and control of noncommunicable diseases. Geneva, 5-7 November 2012. Provisional agenda item 4. 31 October 2012.
- WHO. 2017. Best buys' and other recommended interventions for the prevention and control of noncommunicable diseases. Geneva: World Health Organization.
- WHO. 2018. Noncommunicable diseases country profiles 2018.
- WHO. 2019a. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 1: REVIEW.
- WHO. 2019b. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 2: PROMOTE.
- WHO. 2019c. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 3: LEGISLATE OR REGULATE.
- WHO. 2019d. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 4: ASSESS.
- WHO. 2019e. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 5: CREATE.
- WHO. 2019f. REPLACE *trans* fat: An action package to eliminate industrially produced *trans*-fatty acids module 6f: ENFORCE.
- WHO. 2019g. Countdown to 2023: WHO report on global *trans* fat elimination, Geneva.
- WHO. 2020. TFA Country Score Card | Global database on the Implementation of Nutrition Action (GINA) [WWW Document]. URL <https://extranet.who.int/nutrition/gina/en/scorecard/TFA> (accessed 10.8.21).
- Willett, W. C., Stampfer, M. J., Manson, J. E., Colditz, G. A., Speizer, F. E., Rosner, B. A., Sampson, L.A., 1993. Intake of *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease among women, *The Lancet*, 341(8845), 581-585.
- Williams, M.A., King, I.B., Sorensen, T.K., Zingheim, R.W., Troyer, B.L., Zebelman, A.M., Luthy, D.A. 1998. Risk of preeclampsia in relation to elaidic acid (*trans* fatty acid) in maternal erythrocytes, *Gynecologic and obstetric investigation*, 46(2), 84-87.

- Wollenberg, K. F. 1990. Quantitative high resolution ^{13}C nuclear magnetic resonance of the olefinic and carbonyl carbons of edible vegetable oils, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 67(8), 487-494.
- Wong, Y. F., Saad, B., Makahleh, A. 2013. Capillary electrophoresis with capacitively coupled contactless conductivity detection for the determination of *cis/trans* isomers of octadec-9-enoic acid and other long chain fatty acids, *Journal of Chromatography A*, 1290, 82–90.
- Yagyu, H., Chen, G., Yokoyama, M., Hirata, K., Augustus, A., Kako, Y., Seo, T., Hu, Y., Lutz, E.P., Merkel, M. 2003. Lipoprotein lipase (LpL) on the surface of cardiomyocytes increases lipid uptake and produces a cardiomyopathy, *The Journal of clinical investigation*, 111(3), 419-426.
- Zhang, Z., Lee, W. J., Wang, Y. 2020. Evaluation of enzymatic interesterification in structured triacylglycerols preparation: a concise review and prospect, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1-15.

