

**ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN BAZI MARGARİNLERİN
YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN VE TRANS YAĞ ASİDİ
İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ**

Osman ÇIRAKLI

**Yüksek Lisans Tezi
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Murat TAŞAN
2011**

T.C.
NAMIK KEMAL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN BAZI MARGARİNLERİN YAĞ ASİDİ
BİLEŞİMİNİN VE *TRANS* YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİNİN
BELİRLENMESİ**

Osman ÇIRAKLI

GIDA MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN: Doç. Dr. Murat TAŞAN

TEKİRDAĞ
2011

Her hakkı saklıdır

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

ÜLKEMİZDE ÜRETİLEN BAZI MARGARİNLERİN YAĞ ASİDİ BİLEŞİMİNİN VE *TRANS* YAĞ ASİDİ İÇERİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Osman ÇIRAKLI

Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı
Danışman: Doç. Dr. Murat TAŞAN

Bu araştırmada *trans* yağ asitleri ile ilgili yasal düzenlemelerin, ülkemizde üretilen margarinlerin yağ asiti bileşimleri ile *trans* yağ asiti çeşit ve miktarlarına etkilerinin belirlenmesi amaçlanmıştır. 16'sı paket (sert) ve 12 'si kase (yumuşak) olmak üzere 28 adet örnek incelenmiştir. Örneklerin yağ asiti bileşimlerinin belirlenmesi için gaz-likit kromatografi cihazı kullanılmıştır. Çalışmada *trans* oleik asit, *trans* linoleik asit, *trans* linolenik asit, toplam *trans* yağ asitleri, toplam doymuş yağ asitleri ve toplam doymamış yağ asitleri içerikleri belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlar sırasıyla paket margarinlerde; % 0-0,50; %0-0,43; %0-0,15; %0-1,11; %25,2-59,11; %40,89-74,8; kase margarinlerde ise % 0-0,29; %0-0,72; %0-0,18; %0-1,01; %23,61-39,51 ve %57,8-76,39 arasında bulunmuştur. Ayrıca bu yağ asitleri miktarlarına istatistiksel analizler uygulanmıştır. İncelenen margarin örneklerinin yağ asiti kompozisyonları büyük farklılık ($P<0.01$) göstermiş olup örneklerden 8'inde *trans* yağ asitlerine rastlanmamıştır.

Anahtar kelimeler: *Trans* yağ asitleri, margarin, yasal düzenlemeler

2011, 68 sayfa

ABSTRACT

MSc. Thesis

DETERMINATION OF FATTY ACID COMPOSITIONS AND *TRANS* FATTY ACID CONTENTS OF MARGARINES PRODUCED IN TURKEY

Osman ÇIRAKLI

Namık Kemal University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Food Engineering

Supervisor: Assoc. Professor Murat TAŞAN

In this study, it is aimed to determine the effects of legal regulations on *trans* fatty acids in fatty acid compositions and amounts of *trans* fatty acids of margarines which are produced in Turkey. For this aim, print (hard) and tube (soft), 12 to 16, a total of 28 different margarine samples analyzed for three different times. It was used gas-liquid chromatography to determine the fatty acid compositions of margarines. In the study; *trans* oleic acid, *trans* linoleic acid, *trans* linolenic acid, total *trans* fatty acid, total saturated fatty acid and total unsaturated fatty acid contents was determined and the results were varied between; % 0-0,50; %0-0,43; %0-0,15; %0-1,11; %25,2-59,11 and %40,89-74,8 for the hard margarines. For the soft margarines the results were varied between; % 0-0,29; %0-0,72; %0-0,18; %0-1,01; %23,61-39,51 and %57,8-76,39. In addition, it was applied statistical analyses to each fatty acid and a large variability was observed in the fatty acid compositions of the margarines ($P < 0.01$). *Trans* fatty acids were not determined in 8 samples of margarines.

Keywords: *Trans* fatty acids, margarine, regulation

2011, 68 pages

TEŐEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana her türlü bilgi ve yardımcıyı sağlayan başta danışmanım Sayın Doç. Dr. Murat TAŞAN'a, laboratuvar analizlerimde yardımcı olan Sayın Gıda Yüksek Mühendisleri Murat KONYALI ve Mehmet ÖZKAN'a, istatistiksel analizlerimde yardımcı olan Sayın Araő. Gör. Serdar GENÇ ve Gülnaz ÇELİKYURT'a, manevi desteklerinden ötürü çalışma arkadaşlarım Sayın Gülver ve Metin KAHRAMAN'a ve son olarak maddi manevi desteğini esirgemeyen aileme sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Osman ÇIRAKLI

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
ÖNSÖZ.....	iii
İÇİNDEKİLER.....	iv
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vi
1.GİRİŞ.....	1
2.KAYNAK ÖZETLERİ.....	5
3.MATERYAL ve YÖNTEM.....	21
3.1. Yağ asiti bileşiminin belirlenmesi.....	21
3.2. İstatistiksel değerlendirme.....	22
4. ARAŞTIRMA BULGULARI ve TARTIŞMA.....	23
4.1. Margarin örneklerinin yağ asiti bileşimleri.....	23
4.2. Toplam doymuş yağ asitleri (SFA).....	28
4.3. Toplam doymamış yağ asitleri (UFA).....	32
4.4. <i>Trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}).....	36
4.5. <i>Trans</i> linoleik asit (C _{18:2 trans}).....	41
4.6. <i>Trans</i> linolenik asit (C _{18:3 trans}).....	46
4.7. Toplam <i>trans</i> yağ asitleri (TFA).....	51
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	57
6. KAYNAKLAR.....	59
EKLER.....	65
EK 1.....	65
EK 2.....	66
EK 3.....	67
ÖZGEÇMİŞ.....	68

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No
Şekil 4.2.1. Margarinlerin toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	27
Şekil 4.3.1. Margarinlerin toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	31
Şekil 4.4.1. Margarinlerin <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1} <i>trans</i>) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	36
Şekil 4.5.1. Margarinlerin <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2} <i>trans</i>) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	41
Şekil 4.6.1. Margarinlerin <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	46
Şekil 4.7.1. Margarinlerin toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi.....	51

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa No

Çizelge 4.1.1. Paket (hard-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri (%).....	24
Çizelge 4.1.2. Paket (hard-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri kaynaklı gruplar (%).....	25
Çizelge 4.1.3. Kase (soft-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri	26
Çizelge 4.1.4. Kase (soft-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri kaynaklı gruplar (%).....	27
Çizelge 4.2.1. Paket margarin markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	28
Çizelge 4.2.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	28
Çizelge 4.2.3. Kase margarin markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	29
Çizelge 4.2.4. Kase margarin markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	29
Çizelge 4.2.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının varyans testi sonuçları (P<0,01).....	31
Çizelge 4.3.1. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	32
Çizelge 4.3.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	33
Çizelge 4.3.3. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	34
Çizelge 4.3.4. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	34
Çizelge 4.3.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01).....	35
Çizelge 4.4.1. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	37
Çizelge 4.4.2. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	37
Çizelge 4.4.3. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	38
Çizelge 4.4.4. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	38
Çizelge 4.4.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait <i>trans</i> oleik asit (C _{18:1 trans}) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01).....	39
Çizelge 4.5.1. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	42
Çizelge 4.5.2. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	42
Çizelge 4.5.3. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	43
Çizelge 4.5.4. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2 trans})	

miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	43
Çizelge 4.5.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait <i>trans</i> linoleik asit (C _{18:2} <i>trans</i>) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01).....	44
Çizelge 4.6.1. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	47
Çizelge 4.6.2. Margarin (paket) markalarına ait <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	47
Çizelge 4.6.3. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	48
Çizelge 4.6.4. Margarin (kase) markalarına ait <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	48
Çizelge 4.6.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait <i>trans</i> linolenik asit (C _{18:3} <i>trans</i>) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01).....	49
Çizelge 4.7.1. Margarin (paket) markalarına ait toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	52
Çizelge 4.7.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	52
Çizelge 4.7.3. Margarin (kase) markalarına ait toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarları varyans analiz çizelgesi.....	53
Çizelge 4.7.4. Margarin (kase) markalarına ait toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01).....	53
Çizelge 4.7.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam <i>trans</i> yağ asiti (TFA) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01).....	54

1. GİRİŞ

Günümüzde, özellikle gelişmiş ülkelerde insanlar, beslenmelerine çok dikkat etmekte ve beslenme rejimlerinde sağlık açısından uygun gıdaları seçmeye özen göstermektedirler. Bu gıdalar içerisinde birçok vitamin ve esansiyel yağ asidini içinde barındıran yağlar ilk sıralarda yer almaktadır. Yağlar insan sağlığı için gerekli olan en önemli unsurlardan bir tanesidir. Yağlar sadece yüksek enerji kaynağı olmayıp, ayrıca yağda çözünen vitaminleri bulundurmaları, proteinlerle birleşerek lipoproteinleri oluşturmaları ve kan lipit düzeylerinde rol oynamaları bakımından oldukça önemlidir (Yücecan ve Baykan 1981). Diyetle alınan toplam yağ miktarının bir bölümü görünür yağ formunda, yemeklik yağlar (tereyağı, margarin ve sıvı yağlar), diğer bölümü ise görünmeyen formda, çeşitli gıda maddelerinin içerisinde yer alan yağlar olarak alınmaktadır (Demirci 2009). Yaşamsal etkinliklerin gerektirdiği enerjiyi büyük ölçüde sağlamalarının yanı sıra, özellikle temel yağ asitlerini de içermeleri sebebiyle, diyetimizin vazgeçilmez unsurlarıdır. Dünya sağlık örgütü (WHO)'nün tavsiyesi günlük toplam enerji ihtiyacının %25-30'unun yağlardan alınması yönündedir (Taşan ve ark. 2007).

Temel besin maddeleri arasında yer alan yağlar, yağ asitlerinden meydana gelen kimyasal bileşiklerdir. Yağlar özelliklerine göre yağ asitleri, trigliseritler, fosfolipitler ve steroidler olarak gruplandırılır. Yağ asitleri zincir uzunluklarına, molekül içindeki çift bağ sayılarına, ilk çift bağın bulunduğu yere ve çift bağların duruşuna göre sınıflandırılırken; *cis*, *trans*, tekli doymamış, çoklu doymamış ve doymuş olarak gruplara da ayrılırlar. Doymamış yağ asitlerinin yapısı incelendiğinde karbon – karbon çift bağ yapısı görülmekte ve bu yapı daha çok *cis* formunda bulunmaktadır. *Cis* formda hidrojen atomları çift bağın aynı tarafında bulunurken, *trans* formda ise karşılıklıdır. Çift bağlardaki bu yerleşme sebebiyle *cis* yağ asitleri karbon zincirinde bükülme olurken *trans* yağ asitleri düz bir zincir şeklindedir. Bu durum *trans* yağ asitlerine doymuş yağ asitlerine benzer bir özellik vermektedir (Hunter 2005).

Günümüzde birçok hazır gıda ve fast food ürünlerde üretim aşamasında kullanılan ve daha uzun süre dayanması ve maliyetinin daha düşük olması nedeniyle yaygın olarak bulunan *trans* yağlar insan sağlığı üzerinde özellikle kan lipoproteinlerinde ters etkilere sahiptir. Buna bağlı olarak da bu tür yağ asitlerini daha yüksek düzeyde alan kişilerde koroner kalp hastalıkları riskinin arttığı gösterilmiştir. *Trans* yağ asitleri doymuş yağlarla kıyaslandığında düşük

yoğunluklu lipoproteini yükselttiği ancak aynı zamanda yüksek yoğunluklu lipoproteini de düşürdüğü bilinmektedir. Buna bağlı olarak *trans* yağ asitleri doymuş yağ asitlerine oranla koroner kalp hastalıkları riskini yaklaşık iki kat arttırmaktadır (Mensink ve Katan 1990). Aynı zamanda *trans* yağ asitlerinin Δ -6-desaturaz enzimini inhibe ederek, esansiyel yağ asitleri metabolizmasını etkilediği de belirtilmektedir. İlave olarak *trans* yağ asitleri alımı ile bazı kanser türleri oluş dereceleri arasında önemli ilişkiler bulunduğu da bildirilmektedir. *Trans* yağ asitlerinin bazı araştırmalarda tip 2 diyabetlerini ilerlettiğine dair bir ilişki olduğu savunulmakta, çocuklarda ise alerji ve astım oluşumuna etkisi olduğu öne sürülse de henüz yeterli bilgi bulunmamaktadır (Taşan ve Geçgel 2008).

Cis çoklu doymamış yağlara kısmi hidrojenasyon işlemi uygulanarak geride kalan çift bağlarda izomerleşme meydana gelmekte, böylece *trans* yağ asidi oluşup yağın erime noktası yükselmektedir. Kısmi hidrojenasyona uğramış yağlarda *trans* yağ asitleri bulunmaktadır, ancak yağa tümüyle hidrojenasyon işlemi uygulandığında bütün doymamış yağ asitleri stearik aside dönüşeceğinden *trans* doymamış yağ asidi içermemektedir. Bu durumda *trans* yağı içeriği, uygulanan hidrojenasyon derecesine göre farklılık gösterir. *Trans* formunda aynı sayıda ve tipte atomlar bulunurken fiziksel, kimyasal ve fizyolojik özelliklerde değişim meydana gelmektedir (Olgun ve Özçelik 2009). Bunlarla birlikte aslında *trans* yağ asitleri, çok eski çağlardan bu yana insan beslenmesinde yer almaktadır. Çünkü inek, koyun gibi geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında az miktarlarda bulunurlar. Buna karşılık, *trans* yağ asidi içeriği yüksek yağların büyük çaplı ticari üretimleri, gelişen margarin endüstrisiyle başlamıştır. Çünkü margarin ve şortening formülasyonlarında yer alan kısmi hidrojenize yağların üretimi süresince, doymamış yağ asitlerinin *trans* izomerleri meydana gelmektedir. Dolayısıyla, *trans* yağ asitleri günümüz insan beslenmesinde geniş çaplı yer alır hale gelmiştir (Taşan ve Geçgel 2008). Diğer taraftan, yağları işlevsellik ve oksidasyona dayanıklılık açısından geliştirmek amacıyla uygulanan hidrojenasyon işlemi haricinde interesterifikasyon, fraksiyonizasyon ve çeşitli kombinasyonlar gibi farklı modifikasyon tekniklerinin uygulamaları *trans* yağ asidi içermeyen veya çok düşük düzeylerde içeren margarin ve şortening üretimi için yaygınlaşmaktadır (Hunter 2005).

Trans yağ asitlerinin alımının düşük düzeylerde tutulması önemlidir. Günlük hayatta *trans* yağ asitlerinin alımının kısıtlanabilmesi için bu yağ asitlerinin çeşitli ürünlerdeki seviyelerinin belirlenmesi önemli bir zorunluluktur. Dünyada birçok ülkede bu konuda çalışmalar

yapılmaktadır. Ülkemizde de bu çalışmalar yapılmakta olup özellikle hazır paketlenmiş ürünlerdeki *trans* yağ asidi miktarları belirlenmektedir. Bazı ürünlerin üretimleri esnasında daha uzun raf ömrüne sahip olması ve maliyetlerinin düşmesi nedeniyle *trans* yağ asitleri kullanımı oldukça yaygındır. Bu şekilde üretilen ürünler toplumda yetişkinler ve özellikle de çocuklar tarafından fazla miktarlarda tüketilmektedir. Ticari olarak üretilen cips, kek, dondurma kraker, bisküvi, margarin ve çikolata gibi ürünlerde genelde kısmi hidrojenize bitki yağları kullanılmaktadır (Çakmak 2007). Gıda-Tarım Örgütü (FAO) ve Dünya Sağlık Örgütü (WHO) gibi birçok uluslararası kuruluşlar, *trans* yağ asidi alımını azaltmak için gıda endüstrisi ürünlerinde *trans* izomer oluşumunu engelleyici veya azaltıcı uygulamalara yönelik önerilerde bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri Gıda ve İlaç Kurumu (FDA), gıda maddeleri etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğine ait bilgilerin bulundurulmasıyla ilgili kriterleri açıklamış olup *trans* yağ asidi miktarının belirtilmesi zorunluluğunu 1 Ocak 2006'dan itibaren yasal olarak getirmiştir (Dağlıoğlu ve Taşan 2006). *Trans* yağ asitleri konusunda çok sıkı yasal düzenlemelerin uygulandığı Danimarka'da Beslenme Konseyi, endüstriyel olarak üretilen *trans* yağ asitlerinin en kısa süre içerisinde ortadan kaldırılması önerisinde bulunmaktadır. Gıda ürünlerinin etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğinin belirtilmesi zorunluluğu ile bilinçli tüketicilerin *trans* yağ asidi içeriği düşük gıdaları tercih etmeleri sağlanabilecektir. Nitekim Hollanda'da toplumun *trans* yağ asitleri hakkında bilgili ve duyarlı olması nedeniyle *trans* yağ asidi içeren gıdaların tüketimi oldukça azalmıştır (Taşan ve ark. 2007).

Çeşitli ülkelerde gıda etiketlerinde *trans* yağ asidi içeriğinin belirtilmesi zorunluluğu ve hatta bazı ülkelerde *trans* yağ asidi oranını sınırlamaya yönelik sıkı yasal düzenlemelerin uygulanması, bu ülkelerin gıda endüstrisinde özelliklede yağ sektöründe (margarin/lipid şortening) hızlı bir dönüşüme neden olmaktadır. Bu dönüşümde, bilinçli, duyarlı toplumlara sahip gelişmiş ülkelerdeki toplumsal baskılarla birlikte tüketicilerin bilhassa *trans* yağ asidi içeriği düşük veya sıfır olan ürünleri tercih etmesi de etkili olmuştur. Hala devam etmekte olan bu dönüşümün esasını, yağ endüstrisinde *trans* izomer oluşumunu engellemeye veya azaltmaya yönelik alternatif üretim teknikleri üzerine yapılan çalışmalar oluşturmaktadır. *Trans* yağ asidi alımının azaltılması konusunda uluslararası sağlık kuruluşlarının tavsiyesi ve birçok ülkenin bu konuda yasal düzenlemelere gitmesiyle birlikte ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme yönünden etiketleme kuralları

tebliğinde 2007 yılında yapılan değişikle *trans* yağ asidi içeriği beyan kuralları belirlenmiştir (Taşan ve Geçgel 2009).

Ülkemize ait bilhassa endüstriyel gıda ürünlerinin *trans* yağ asidi içeriklerine yönelik birçok çalışma yapılmıştır. Özellikle margarinler ve lipid şorteningleri içeren endüstriyel gıdalarda bu çalışmaların belirli periyotlar dâhilinde sürekli olarak tekrar edilmesi ve sonuçların değerlendirilmesi önemli bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Bu gıdalarda *trans* yağ asidi oranlarındaki değişimler yağ asidi bileşimlerinin değişimlerine de neden olabilmektedir. Birçok çalışmada doymuş yağ asitlerinin bilhassa palmitik asit düzeylerinin önemli seviyelere çıktığı ve dolayısıyla *trans* yağ asitlerinin doymuş yağ asitleri tarafından ikame edildiği ifade edilmektedir. Bu gıdalarda *trans* yağ asidi içeriğinin düşük olmasının yağ asidi bileşimi açısından ideal bir gıda olduğunun göstergesi olamayacağı da belirtilmektedir. Bu bağlamda, *trans* yağ asitleri konusunda ulusal ve uluslararası düzeyde yaşanan son gelişmelerin eşliğinde, ülkemizde üretilen margarinlerin yağ asidi bileşimlerinin ve *trans* yağ asidi düzeylerinin belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.KAYNAK ÖZETLERİ

Dünyada ilk olarak organik maddelerin katalitik hidrojenasyonu Debus tarafından 1863 yılında gerçekleştirilmiştir. Sabatier ve Sendereş 1897-1905 yılları arasında yaptıkları araştırmalarla modern hidrojenasyon işlemini ortaya koymuşlardır. Yağ asitlerinin sıvı fazda hidrojenasyonu ilk defa Wilhelm Normann tarafından patentlenmiştir. 1911'de Amerika'da hidrojene pamuk yağı piyasaya sürülmüş ve 1920-1940 yıllarında hidrojene yağlarla uygun erime noktalı, yumuşak, plastik margarin ve şortening üretimi üzerine çeşitli çalışmalar yapıp, arzulanan kalitede ürünler yapılması konusunda ilerlemeler sağlanmıştır. Ülkemizde ise hidrojenasyon ve margarin 1950 yılından sonra geniş ölçüde yayılmış ve üretimde önemli mesafeler alınmıştır (Nas ve ark 2001).

Kayahan ve Tekin (1994) ülkemizde yakın bir geçmişte *trans* yağ asitlerinin; yapısında yer aldığı yağın erime noktasını yükseltmesi, dolayısıyla bu yağların oda sıcaklığında katı formda bulunmasını sağlaması nedeniyle, margarin üretimi için kullanılacak katı yağlarda mümkün olduğunca bu formda yağ asiti bulunmasına özen gösterildiğini belirtmişlerdir. Ayrıca son yıllarda özellikle ABD'de, *trans* yağ asitlerinin vücut metabolizmasında tıpkı doymuş yağ asitleri gibi, kandaki kolesterolü yükseltici etki gösterdiği konusunda tartışmalar başladıktan sonra, margarinlerdeki *trans* yağ asiti miktarları üzerinde çalışmalar başladığını ifade etmişlerdir. Öte yandan yaptıkları bir araştırmada ülkemizde üretilen 12 adet kahvaltılık, 4 adet pastacılık ve 1'de mutfak margarinini olmak üzere toplam 17 adet margarin örneğinin yağ asitleri kompozisyonlarını, *trans* ve konjuge yağ asitleri açısından incelemişlerdir. Pastacılık margarinlerinde bir örnek hariç 3'ünde *trans* yağ asiti içeriği düşük olduğunu, fakat mutfak ve kahvaltılık margarinlerde bu oranın %8,86-34,52 gibi yüksek oranlarda olduğunu belirtmişlerdir. Çalışmada, 17 örneğin 16'sında *trans* yağ asiti bulunduğu ve bunun ülkemizde margarin üretiminde genel olarak hidrojenasyon işlemi kullanıldığının kanıtı olduğu belirtilmiştir. Sadece bir kahvaltılık margarinde *trans* yağ asidine rastlanmadığı ve bu margarinin üretiminde kısmi hidrojenasyon yerine tam hidrojenasyon, fraksiyone kristalizasyon veya interesterifikasyon işlemlerinden birinin kullanılmış olmasının muhtemel olduğu belirtilmiştir.

Steinhart ve Pfalzgraf (1994) Alman orijinli 196 adet çeşitli gıda örneklerini gaz-likit kromatografi metoduyla inceledikleri çalışmalarında, *trans* yağ asidi miktarlarını şorteningler

için % 0,1-31,8; margarinler için; %0,6-23,5; kek ve pastalar için; %0-15,5; cipsler için %0,1-20,2; kızarmış patatesler için %5,8-32,8; şekerler için %0,2-15,7; et ve hayvansal yağlar için %1,5-10,6 ve diğer hayvansal ürünler ve sosisler için %1'in altında bulmuşlardır.

Block ve ark. (1994) Brezilya'da 19 şortening, 14 margarin ve 9 sürülebilir margarin örneğini, iyot içerikleri, yumuşama noktaları, *trans* yağ asiti içerikleri, katı yağ içerikleri ve yağ asitleri kompozisyonları yönünden incelemişler ve örneklerin çoğunda toplam *trans* yağ asiti miktarının yüksek (%0-62, ort.%30) olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca araştırmaya katılan ve Brezilya'da üretilen şorteninglerin çoğunun, soya yağının farklı hidrojenasyon seviyelerindeki karışımlarından üretildiğini bildirmişlerdir.

Fransa'da yapılan bir çalışmada (Bayard ve Wolf 1995), 12 yumuşak margarin ve 3 endüstriyel şortening örneği incelenmiştir. Margarinlerin 4'ünde *trans* C_{18:1} bulunmazken, birinde %2'nin altında, diğer 7'sinde ise ortalama %13,5±3,6 oranlarında bulunmuştur. İncelenen 3 şorteningten 2'sinin *trans* C_{18:1} miktarları %53,5 ve %62,5 olduğu bildirilmiştir. Araştırmada, dört yıl önce margarinlerin bünyesinde *trans* C_{18:1} miktarı %13 civarında iken, Amerika ve Hollanda'da yapılan *trans* yağ asitlerinin insan sağlığına etkilerinin araştırıldığı çalışmaların, Fransız margarin üreticilerini de bu miktarı düşürmek durumunda bıraktığı belirtilmiştir.

Katan (1995) yağlı meyve kaynaklı margarinler üzerinde yaptığı çalışmada, yağ asitleri içerikleri bakımından 4 örnek incelemiş ve bu margarinlerin çoğunun *trans* yağ asidi içeriklerinin % 10'dan daha fazla bulunduğunu bildirmiştir.

Danimarka'da 1992 ve 1995 yılları arasında yapılan bir çalışmada (Ovesen ve ark. 1996), 13 adet margarin ve şortening örnekleri incelenmiş ve sert margarinlerde *trans* C_{18:1} içeriği %4,2±2,8; şorteninglerde ise ortalama %6,8±3,1 olarak bulunmuştur. 3 marka şorteningin ise *trans* yağ asidi içermediği belirtilmiştir.

Greyt ve ark. (1996), Belçika marketlerinden 9, Macaristan marketlerinden 7 ve İngiltere marketlerinden 3 olmak üzere 19 farklı margarinin yağ asitleri kompozisyonunu inceledikleri bir çalışmada, Belçika margarinlerinin ortalama *trans* yağ asidi içeriğinin %6,36 olduğunu, Macaristan margarinlerinin %14,06 ve İngiltere margarinlerinin %22,20 olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada ayrıca; Almanya, İspanya, Fransa ve Danimarka'da tüketilen

margarinler için ortalama toplam *trans* yağ asitleri içerikleri sırasıyla %10,8; %10,8±8,8; %13,03±6,80 ve %7,4±4,4 olarak belirtilmiştir.

Avusturya'da yapılan bir çalışmada (Henniger ve Ulberth 1996), yumuşak ve sert margarinerin *trans* yağ asiti içerikleri sırasıyla %15,7±5,8 ve 21,3±5,3 olduğu diyet margarinerin ise %1'den daha fazla *trans* yağ asiti içerdiği belirtilmiştir.

Almanya'da yapılan 123 bitkisel margarinin gaz kromatografisinde incelendiği bir çalışmada *trans* C_{18:1} içeriği ortalama %11,9 olarak belirtilmiştir (Precht ve Molquentin 1997).

Ratnayeke ve ark. (1998) Kanada'da 79 adet tüp margarin üzerinde yaptıkları çalışmalarında, margarinerin *trans* yağ asidi içeriklerinin %0,9-46,4 arasında değiştiğini, toplam ortalama *trans* yağ asidi içeriklerinin ise %18,8 (g/100g yağ asidi) olduğunu tespit etmişlerdir.

Aro ve ark. (1998) yaptıkları bir çalışmada, yumuşak sürülebilir margarinerde toplam *trans* yağ asiti içeriğini %0,1-17 olarak belirtirken, sert tip margarinerde %55'e kadar çıktığını, hidrojenize balık yağlarında ise bu oranın %28-42 arasında olduğunu bildirmişlerdir.

Bulgaristan'da yapılan ve 4 çeşit margarinin yağ asidi kompozisyonunun incelendiği bir çalışmada bulunan sonuçlar Alman lisanslı Bulgaristan margarin verileriyle karşılaştırılmış ve toplam oleik ve linoleik asitin *trans* izomer içerikleri %1,9-8,0 ve %0,4-1,4 arasında değiştiği bildirilmiştir (Tsanev ve ark. 1998).

Kanada'da yapılan bir çalışmada kısmi hidrojenasyon tekniğiyle üretilen yağların tümünde en çok *trans* yağ asidi çeşidinin *trans* oleik asit (%16,3-43,7 ort. %34,3) olduğu tespit edilmiştir (Ratnayeke ve ark. 1998).

Pedersen ve ark. (1998) yaptıkları çalışmalarında, Norveç'te 1958 yılında 15g/gün olan *trans* yağ asidi tüketiminin 30 yıl içinde günde 4 gram civarına düştüğünü, ayrıca Hollanda'da son 10 yılda *trans* yağ asidi tüketiminin %80 oranında azaltıldığını, bununda kalp hastalıkları riskini %40'lara varan oranda düşürdüğünü belirtmişlerdir.

Avusturya'da satılan margarinler, sürme çikolatalar, bitkisel yağlar, çeşitli aperatifler ve fast food ürünlerin *trans* yağ asiti kompozisyonlarının incelendiği bir çalışmada, toplam yağ asitleri içinde en yüksek *trans* yağ asidi oranının fast food ürünlerinde (ort. %5,9; maksimum %21) olduğu ve bunu sürme çikolatalar (ort. %4,9; maksimum %8,9), çeşitli aperatifler (ort.

%2,9; maksimum %16) izlediği belirtilmiştir. Etiketinde %1'den az *trans* yağ asiti ihtiva ettiği belirtilen margarinlerde %0,3-0,8 *trans* yağ asidi bulunduğu, etiketinde benzer ifade bulunmayan margarinlerde ise %3-3,7 arasında *trans* yağ asidi bulunduğu ifade edilmiştir (Wagner ve ark. 1999).

Shakel ve ark. (1999) çeşitli gıdaların *trans* formdaki C_{16:1}, C_{18:1} ve C_{18:2} yağ asitlerini hangi oranlarda içerdiklerini inceledikleri çalışmalarında, şortening ve margarinlerin içerdikleri *trans* yağ asitlerinin, şortening ve margarinlerin yapımlarında kullanılan bitkisel yağlardan gelen *trans* yağ asitleri ve bunların hidrojenasyonu sonucu oluşan *trans* yağ asitlerinden kaynaklandığını bildirmişlerdir.

Yılmaz ve ark. (1999), yaptıkları çalışmada margarin kullanan ve kullanmayan insanların kanlarındaki TFA (toplam *trans* yağ asidi) düzeyleri farklılıklarını araştırmışlardır. 80 kişi üzerinde yapılan deneyde 6 adet yumuşak tip margarin (TFA oranı ort.%5,65) ve 6 adet sert margarin (TFA oranı ort. % 17,2) örnekleri kullanıldığı belirtilmiştir. Yumuşak tip margarin örneklerini tüketenlerin kanlarındaki toplam yağ asitleri içindeki TFA oranı %5,28; sert tip margarin tüketenlerde %12,4 ve margarin tüketmeyen kişilerde %10,7 miktarlarında bulunduğu belirtilmiştir.

Tavella ve ark. (2000) yaptıkları çalışmada, *trans* C_{18:1} yağ asidi miktarını ekmekte %2,35-27,7; kurabiye ve krakerde, %2,85-28,95; margarinlerde, %18,15-31,84; tereyağında, %4,63 ve cipslerde 0-10,58 olarak bildirmişlerdir.

Brat ve Pokorny (2000), 20 adet margarin ve 9 adet yemeklik katı yağı inceledikleri çalışmalarında, daha önceki yıllarda yapılan çalışmalara kıyasla *trans* tekli doymamış yağ asitlerinin sadece 10 örnekte çok az miktarda, *trans* çoklu doymamış yağ asitlerinin de aynı şekilde az miktarlarda bulunduğunu ve margarinlerde *trans* yağ asidi içeriğinin her geçen gün düştüğünü belirtmişlerdir.

Almanya'da ayçiçeği margarinleri, ayçiçeği şorteningleri ve yemeklik katı yağların yağ asiti içerikleri incelenmiştir. Buna göre margarinlerde; *trans* C_{16:1}, *trans* C_{18:1}, *trans* C_{20:1}, *trans* C_{18:2}, *trans* C_{18:3} miktarları sırasıyla %0,01; %4,88; %0; %0,45; %0,03 şorteninglerde; sırasıyla %0,01; %5,02; %0,03; %0,70; %0,17 olarak belirtilmiştir (Precht ve Molkenin 2000).

Semma (2001) yaptığı çalışmada hidrojenasyon işleminin yağların erime noktasını yükselterek onlara katı yağ özelliği kazandırdığını bu sayede yağların birçok gıda ürününde kullanılabildiğini, raf ömrünü uzattığını ve doymamış yağ asitlerinin aroma stabilitesini arttırdığını belirtmiştir. Amerika Birleşik Devletleri'nde pamuk yağına ilk olarak 1911 yılında bitkisel şortening üretmek amacıyla hidrojenasyon işlemi uygulandığını, daha sonra 1930 yıllarında margarin endüstrisinin gelişmesiyle daha popüler olduğunu, margarin ve bitkisel şortening üretmek amacıyla, doymamış yağ asiti içerikleri zengin olan aspir, pamuk ve soya yağının hidrojenize edildiğini belirtmiştir. Günümüzde de *trans* yağ asitleriyle ticari sebeplerden dolayı fırın ürünleri, kızartılmış ürünler, fast food ürünleri ve margarinlerde bolca karşılaşıldığını belirtmiştir. Araştırmada, Amerika Birleşik Devletleri'nde tüketilen bazı gıdaların *trans* yağ asitleri oranları toplam yağ asitleri içinde verilmiş buna göre paket margarinlerde % 17, tüp margarinlerde %10, soya yağında %2, kurabiyelerde%6, pastalarda %5, patates cipslerinde %11, patates kızartmasında % 5 ve krakerlerde %8 olarak belirtilmiştir.

Larque ve ark. (2001) yaptıkları bir araştırmaya göre, diyetle alınan *trans* yağ asitleri miktarı; toplam yağ asitlerinin, Amerika Birleşik Devletleri'nde %6-8'i, İngiltere'de %4-6'sı, Almanya'da %2-4'ü ve İspanya'da %1,7'si civarında olduğu belirtilmiştir. Aynı araştırmanın verilerine göre genel olarak, günlük alınan *trans* yağ asitlerinin %2-8 oranında süt ve süt ürünlerinden, %80-90 oranındaki kısmı ise hidrojenize yağlar ve onların endüstriyel ürünlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. Ayrıca araştırmacılar süt ve süt ürünlerindeki *trans* yağ asidi miktarının mevsime, bölgeye ve hayvanın beslenme şekline bağlı olarak değiştiğini belirtmişlerdir.

Ghotra ve ark. (2002) yaptıkları çalışmalarında *trans* yağ asitlerinin (TFA) günlük diyetle alım miktarlarını araştırmışlar ve buna göre TFA'nın eski çağlardan beri ruminant hayvanların etleri ve sütleriyle alındığını, TFA oranının toplam yağ asitleri içinde %1-9 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Bu doğal TFA kaynağının yanında, margarinlerin yapımında uygulanan kısmi hidrojenasyon işleminin de yağlara *trans* yağ asidi kazandırdığını ve 1967-79 yılları arasında yapılan birçok çalışmayla margarinlerde %35-60, şorteninglerde ve kızartma yağlarında %50 civarlarında olduğunu belirtmişlerdir.

Gürcan (2002), dünya genelinde gıdalarla alınan *trans* yağ asidi miktarının düşürülmesinin kalp hastalıklarını azaltma yolunda önemli bir adım olacağını savunmuş, özellikle gelişmiş ülkelerde oldukça yaygın olan fast food ürünlerin hazırlanmasında kullanılan kızartmalık yağların yüksek oranda *trans* yağ asidi içerdiğini, sağlık için bu tarz gıdaların alım miktarının düşürülmesinin gerektiğini belirtmiştir.

Bulgaristan'da yapılan bir çalışmada 1995-200 yılları arasında marketlerde satılan 82 diyet yağı örneği toplanmış ve *trans* yağ asitleri içerikleri incelenmiştir. 50'si ithal olmak üzere 68 margarin; 6'sı ithal olmak üzere 10 adet kızartma yağı ve hepsi ithal olan 4 adet salata sosunun incelediği çalışmada, ithal margarinlerin *trans* yağ asiti içeriği %0-26,9 arasında, ortalama $8,6 \pm 7,2$ ve Bulgar margarinlerin *trans* yağ asiti içeriği ortalama $1,6 \pm 3,4$ olarak belirtilmiştir (Marekov ve ark. 2002).

Alonso ve ark (2002)'nin, İspanya'da 12 farklı margarin üzerinde yaptıkları bir çalışmada *trans* oleik asit içeriği %0,15-20,21; *trans* linoleik asit içeriği %0,24-%0,99 ve *trans* linolenik asit içeriği %0-0,4 olarak belirtilmiştir.

Hamilelerde *trans* yağ alımının araştırıldığı bir çalışmada (Elios ve Innis 2002), diyetle alınan enerjinin %28'inin yağlardan geldiği; TFA alımının ise %33'ünün fırıncılık ürünlerinden, %12'sinin fast food tarzı yiyeceklerden, %10'unun ekmekten, %10'unun çerezlerden ve %8'inin margarin ve şorteninglerden oluştuğu belirtilmiştir.

Ülkemizde yapılan bir diğer çalışmada (Tekin ve ark. 2002), 10'u paket (sert) ve 2'si tüp (yumuşak) olmak üzere 12 adet margarin örneği incelenmiştir. Tüp margarinlerin toplam *trans* yağ asiti içeriklerinin %0 ve %7,7; paket margarinlerin *trans* içeriklerinin %17,8-37,8 oranlarında olduğu, tüp margarinlerden biri ve paket margarinlerden üçü olmak üzere toplam 4 margarinin *trans* yağ içermedikleri belirtilmiştir. *Trans* yağ asiti içermeyen margarinlerin çoğunlukla kısa zincirli doymuş yağ asitleri içerdikleri dolayısıyla üretimlerinde hindistan cevizi yağları kullanılmış olabileceği belirtilmiştir. Ayrıca araştırma sonuçları Amerika'da yapılan araştırmaların sonuçlarıyla karşılaştırılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nde üretilen yumuşak margarinlerde *trans* yağ asidi oranı %2,6-14,6; sert margarinlerde ise %3,2-25,8 miktarlarında olduğu, yumuşak margarinlerde Türk ve Amerikan margarinlerinin benzer değerlerde *trans* yağ içerdiği, fakat sert margarinlerde ise Türkiye'de üretilenlerin çok daha fazla *trans* asit içerdikleri belirtilmiştir.

Arıcı ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada Türkiye’de üretilen margarinlerde toplam doymuş yağ asitleri içeriğini %23,9-32,3; tekli doymamış yağ asidi oranını %44-61,9 ve çoklu doymamış yağ asidi oranını %14,2-24,1 arasında tespit etmişlerdir. 13 yumuşak ve 10 sert margarini inceledikleri çalışmalarında, sert margarinlerde *trans* C_{18:1} yağ asiti miktarı %18,5-29,8; *trans* C_{18:2} yağ asiti %1,6-4,4 ve *trans* C_{18:3} yağ asiti %0-0,1 olarak belirtilmiştir. Yumuşak tip margarinlerde ise *trans* C_{18:1} içeriği %0,7-8,1; *trans* C_{18:2} içeriği %0,1-1,5 ve *trans* C_{18:3} içeriği %0-0,2 olarak belirtilmiştir.

Torres ve ark. (2002) Portekiz’de yaptıkları bir çalışmada 17 farklı margarinin yağ asidi kompozisyonlarını incelemişler ve toplam *trans* yağ asitleri miktarının %0,2-9,0 arasında, ortalama %2,6 olduğunu; C_{18:1} *trans* yağ asitinin %0,1-8,2; C_{18:2} *trans* yağ asitinin %0,1-2,2 ve C_{18:3} *trans* yağ asitinin ise %0,2-8,9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

ABD, Belçika, Finlandiya, Danimarka, Çek Cumhuriyeti, Macaristan, Japonya, Polonya, Norveç, Avusturya ve İsveç olmak üzere 11 ülkede üretilen margarin ürünlerinin *trans* yağ asiti içerikleriyle ilgili bir çalışma yapılmıştır. Buna göre sert margarinlerde Avusturya, Finlandiya, Macaristan ve İsveç’te *trans* yağ asidi içeriği %3’ün altında bulunmuştur. Çek Cumhuriyeti ve Danimarka’daki margarinlerin *trans* yağ asidi içeriği %2’den az iken, Japonya, Norveç, Polonya ve ABD’deki margarinlerde %20’nin üstünde *trans* yağ asiti bulunmuştur. Tüp margarinlerde ise *trans* yağ asiti içeriği; Avusturya, Belçika, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Finlandiya, Macaristan ve İsveç’te %3’ün üzerinde, Japonya, Norveç, Polonya ve ABD’de %13-16 arasında bulunmuştur. (Matsuzaki ve ark. 2002)

Triantafillou ve ark. (2003) Yunanistan’da satılan 15 farklı margarinin yağ asidi kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında, doymuş, *Cis*, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri oranlarını sırasıyla %24,1-53,3, %15,5-50,3 ve 14,3-50,2 olarak bildirmişlerdir. Toplam *trans* yağ asitleri içerikleri ise daha önceki yapılan benzer çalışmalardaki bulguların altında ve %0,1-19 arasındaki oranlarda ifade edilmiştir.

Bensadoun (2003) *trans* yağ asitlerinin fiziksel olarak doymuş yağ asitlerine benzediğini ve *trans* yağ asitlerinin de kalp hastalıklarının başlıca nedeni olan düşük yoğunluklu kolesterolü (LDL) yükselttiğini ve bu nedenle satışa sunulan gıda maddelerinin etiketlerinde içeriklerindeki *trans* yağ asiti miktarının gösterilmesi gerektiğini belirtmiştir. Ayrıca FDA’nın

son zamanlarda bu konu üzerinde durduğunu fakat mevcut uygulamaların henüz sadece doymuş yağ asidi miktarlarının etikette belirtilmesiyle sınırlı olduğunu belirtmiştir.

Caponio ve ark. (2003), 12 farklı margarin üzerinde yaptıkları bir çalışmada hidrojenasyon yoluyla üretilen yağlarla fraksiyone yağları karşılaştırmışlar ve hidrojenasyon tekniği ile üretilen margarinlerin fraksiyone yağlara göre daha fazla *trans* yağ asidi içerdiğini belirtmişlerdir.

Oliveira ve ark. (2003), margarin üretiminde uygulanan hidrojenasyon işleminde; sıcaklık, basınç ve karıştırma hızının *trans* yağ asidi miktarına doğru oranda etki ettiğini belirtmişlerdir.

Çetin ve ark. (2003), Türkiye’de üretilen 10 adet margarin örneğinin yağ asitleri profilleri üzerine yaptıkları bir çalışmada, gaz kromatografisi ve FT-IR spektroskopisi yöntemlerini kullanmışlardır. Buna göre doymuş yağ asitleri içerikleri; palmitik asit (C_{16:0}) %11,3-31,8; stearik asit (C_{18:0}) %5,7-8,7; doymamış yağ asitleri; oleik asit (C_{18:1}) %21,8-35,7; linoleik asit (C_{18:2}) %5,2-40,2 toplam *trans* yağ asitleri %0,9-32,0; *trans* C_{18:1} %0,4-27,4 miktarlarında bildirilmiştir. FT-IR spektroskopisi kullanıldığında ise toplam *trans* yağ asidi miktarları %0-30,2 arasında belirtilmiştir.

Weggemans ve ark. (2004), yaptıkları bir çalışmalarında ruminant hayvan kaynaklı ve endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitlerini, koroner kalp hastalıkları ile ilişkileri açısından karşılaştırmışlardır. Yapılan birçok araştırmanın *trans* yağ asitleriyle koroner kalp rahatsızlıkları arasındaki ilişkiyi açıkça ortaya koyduğunu, fakat endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitlerinin, ruminant hayvan kaynaklı *trans* yağ asitlerine göre çok daha fazla zararlı olduğunu ve yasal düzenlemelerin sadece endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitleri tüketimine limit getirmeye yönelik olduğunu belirtmişlerdir. Araştırmada ayrıca günlük diyetle 2,5 grama kadar alınan ruminant ve endüstriyel kaynaklı *trans* yağ asitlerinin, koroner kalp hastalıkları açısından riskinin eşit olduğu fakat 3 gram ve üzeri endüstriyel *trans* yağ asidi alımının koroner kalp hastalığı riskini arttırdığı, ruminant *trans* yağ asitleriyle ilgili bu oranlarda benzer bir durum olmadığı bildirilmiştir.

Jeyarani ve ark. (2005), Hindistan’da yaptıkları çalışmada 9 farklı markaya ait vanaspati tipi margarinlerin (Hindistan ve Asya ülkelerinde yaygın olarak kullanılan ve hidrojene bitkisel

yağlardan üretilen yemeklik katı yağlardır. Tereyağı ile hayvansal eritme yağlarına alternatif olarak kullanır) fizikokimyasal özelliklerini incelemişler ve *trans* yağ asidi içeriklerini %5,9-30 arasında tespit etmişlerdir. Vanaspati tipi margarinlerin katı ve sıvı oldukları sıcaklıkları ve erime noktalarını da inceledikleri çalışmada yağın en katı olduğu sıcaklıkta en yüksek *trans* yağ asidi bulunduğunu fakat yağın kıvamıyla yağ asidi kompozisyonu arasında direk bir ilişki olmadığını belirtmişlerdir.

Çeşitli Avrupa ülkeleri ve Kanada'yı içine alan bir araştırmaya göre Avrupa Birliği'nde doymuş yağ asidi tüketiminin Kanada'ya göre daha fazla miktarlarda, *trans* yağ asidi tüketiminin ise belirgin bir şekilde Kanada'ya göre daha az miktarlarda olduğu belirtilmiştir. Hollanda'da toplumun *trans* yağ asitlerinin sağlığa olan zararları hakkında bilinçlenmesi sonucu *trans* yağ asidi alım miktarının kendiliğinden düştüğü ve bu ülkede evsel kullanım için olan sert margarinlerde *trans* yağ asidi miktarının 1980'lerde %50'den fazla iken günümüzde %2'den daha az seviyelere düştüğü belirtilmiştir (Norris 2005).

2006 yılında Amerika ve Afrika kıtalarındaki ülkelerde tüketilen gıdalar üzerine yapılan bir çalışmada (Huang ve ark. 2006), marketlerde satılan balık ürünleri, mayonezler, salata sosları ve patates cipslerinde *trans* yağ asidi tespit edilememiş, diğer bütün kızartılmış gıdalar, fırın ürünleri, fast food tarzı ürünlerde *trans* yağ asitlerine rastlandığı belirtilmiştir. En sık ve en yüksek düzeyde bulunan *trans* yağ asidinin C_{18:1} (*trans* oleik asit) olarak belirlendiği çalışmada, margarin ürünlerinin en yüksek (%19,13) toplam *trans* yağ asidi içeriğine sahip oldukları bildirilmiştir.

Sugahara ve ark. (2006) Japonya'da yaptıkları bir araştırmada Japonya orijinli margarinlerin *trans* yağ asidi içeriklerini Fransız ve İngiliz margarinleriyle karşılaştırmışlardır. Japon margarinlerinde *trans* yağ asidi oranları sert tip margarinlerde %2,9-22,4 (ort. %13,4); yumuşak tip margarinlerde %1,1-17,0 (ort. %9,9); aromalı margarinlerde %3,6-13,3 (ort. %7,5) civarındayken Fransız margarinlerinde sert ve yumuşak tipte sırasıyla %0,6-1,1 (ort. %0,9) ve %0,7-2,1 (ort. %1,0), İngiliz yumuşak tip margarinlerinde ise %0,3-13,3 (ort. %2,5) bulmuşlardır. Dünya çapında yapılan yasal düzenlemelerin margarinlerdeki *trans* yağ asitleri doymuş yağ asitleri ve linoleik asit içerikleri açısından Japonya'da 2003 ve 2004 yıllarında önemli bir değişiklik yaratmadığına fakat 1996 ve 2003 yılları verileri karşılaştırıldığında tüp

margarinlerdeki *trans* yağ asidi oranlarında Japonya'da %10 İngiltere'de %70 oranlarında düşüş olduğu sonucuna varmışlardır.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada (Tarrago ve ark. 2006), halkın TFA alım miktarının 1983 yılında kişi başına 8gr/gün ve bunun %85'inin kısmi hidrojenize bitkisel yağlardan, geri kalanının süt, et ve et ürünlerinden kaynaklandığı belirtilmiştir. 1989-95 yılları arasında yürütülen çalışmaların ortalaması alındığında, günlük TFA alım miktarı 5,3gr/gün ve bunun %80'inin kısmi hidrojenize yağ kaynaklı olduğu belirtilmiştir. 1994 ve 1996 yılları arasındaki veriler dikkate alındığında ise TFA alımı kişi başı yetişkinlerde 5.8gr/gün olarak tahmin edilmiş ve bunun %79,4'ü yine kısmi hidrojenize yağ kaynaklı olduğu belirtilmiştir. Araştırmada, günlük diyetle alınan kısmi hidrojenize yağları ihtiva eden başlıca gıdalar, margarinler (%16,56), kek ve benzeri gıdalar (%23,82), kurabiye ve krakerler (%9,78), kızartılmış patates (%8,32), cips ve aperatifler (%4,81) ve ev tipi şorteningler (%4,28) olarak sıralanmıştır. Hayvansal TFA alımının başlıca kaynakları; sığır kıyması (1gr/100gr), sığır don yağı (5-6gr/100gr), tereyağı (2-7gr/100gr) ve süt (0,07-0,1gr/100gr) olarak sıralanmıştır.

Sausenthaler ve ark. (2006), Almanya'da margarin ve tereyağı tüketiminin 2 yaş ve altı çocuklarda görülen egzama ve alerjik hastalıklarla ilişkisini incelemişler ve incelemeye katılan çocuklardan, margarin tüketiminin baskın olduğu grupta egzama hastalığı ve alerjik hastalıkların semptomlarının belirgin bir şekilde daha fazla olduğu, tereyağı tüketen diğer grupta ise benzer bir bulguya rastlanmadığı ve alerjik hastalıklara *trans* yağ asitlerinin neden olabileceği belirtilmiştir. Almanya'da margarinlerdeki *trans* yağ içerikleri (bitkisel %2,8 ve diyet %0,4), tereyağlarındaki (%2,8) *trans* yağ asiti içeriklerine yakın olmasına ve hatta Almanya'da günlük diyetle alınan TFA'nın %50'sinin tereyağı kaynaklı olmasına rağmen, endüstriyel margarinlerdeki TFA'nın alerjik hastalıklara yol açmasının fakat tereyağlarındaki TFA'nın aynı etkiye sebep olmamasının açıklanamadığı belirtilmiştir. Yine Almanya'da yapılan benzer bir çalışmada (Bolte ve ark. 2004), sık margarin tüketiminin 18-29 yaş arası gençlerde astıma neden olduğu ve bunun TFA ile ilgisi olabileceği belirtilmiştir.

Danimarka'da 70'li yıllarda margarinler ve şorteninglerin bol miktarda uzun ve kısa zincir uzunluğuna sahip TFA içerdiği, bu içeriğin oranının yaklaşık 10gr/100gr düzeylerinde olduğu ve bu oranın 1995 yılında 5gr/100gr civarında olduğu belirtilmiştir. Margarin ve şorteninglerin TFA içeriği özellikle 1992-1999 yılları arasında belirgin düşüş gösterdiği fakat

1999 yılında 6gr/100gr TFA içeren şorteninglere rastlandığı bildirilmiştir. 2005 yılı itibariyle Danimarka'da margarin ve şorteninglerin, TFA'dan tamamen arındırıldığı belirtilmiştir (Leth ve ark. 2006).

Hunter (2006) diyetle alınan yüksek seviyedeki *trans* yağ asitlerinin, *cis* tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleriyle karşılaştırıldığında, düşük yoğunluklu kolesterolü yükselttiği ve yüksek yoğunluklu kolesterolü düşürdüğünü belirtmiştir. Diyetle alınan enerjinin %4'lük kısmının *trans* yağ asitlerinden gelmesi durumunda, düşük yoğunluklu kolesteroldeki yükselişin ve aynı şekilde alınan enerjinin %5-6'lık kısmının *trans* kaynaklı olması durumunda ise yüksek yoğunluklu kolesteroldeki düşüşün kolayca ölçülebildiği belirtilmiştir. Araştırmada ayrıca gıda endüstrisinin margarinlerdeki *trans* yağ asitlerini tamamen kaldırma veya çok ciddi oranlarda azaltmak için 4 farklı işlemde yoğunlaştığı belirtilmiştir. Bu işlemler; hidrojenasyon işleminin modifikasyonu, interesterifikasyon tekniğinin kullanılması, fraksiyone kristalizasyon tekniği ve geliştirilmiş yağlar kullanmak olarak belirtilmiştir.

Amerika Birleşik Devletleri'nde yapılan bir çalışmada (Moss 2006), FDA'nın 1 Ocak 2006 itibariyle gıda ürünlerinde TFA içeriğinin etikette beyan zorunluluğunu getirdiği belirtilmiştir. TFA miktarının, etikette beyan zorunluluğu getirilmesiyle, her yıl 600 ila 1200 koroner kalp rahatsızlığı vakasının ve 240-480 ölümün de önüne geçildiği, ayrıca bu hastalıklar yüzünden harcanan ilaç paraları ve verimlilik kaybının önlenmesiyle 900 milyon ila 1,8 milyar dolar tasarruf yapıldığı belirtilmiştir.

Türkiye'de üretilen şorteninglerin yağ asitleri kompozisyonunu belirlemeye yönelik yapılan bir çalışmada (Başol 2006), 7 endüstriyel margarin tesisinden, 3 farklı zamanda toplanan 45 adet örnek incelemiştir. İncelenen şortening ürünlerinin tamamında *trans* oleik asit ve *trans* linoleik asitin bulunduğu, *trans* linolenik asite ise sadece iki örnekte rastlandığı belirtilmiştir. *Trans* yağ asitleri oranı toplam yağ asitleri içinde %2,7-23,9 arasında bulunmuştur. *Trans* oleik asitin en çok miktarda karşılaşılan *trans* yağ asiti olduğu belirtilen çalışmada; toplam *trans* yağ asitlerinin %82,3-94,5'ini *trans* C_{18:1}'in temsil ettiği belirtilmiştir. Örneklerdeki *trans* yağ asitleri miktarları; *trans* C_{18:1} %2,4-21,3; *trans* C_{18:2} %0,2-2,9 ve *trans* C_{18:3} %0-0,1 olarak belirtilmiştir. Yine bu çalışmada, kısmi hidrojenize bitkisel yağların şorteninglerdeki başlıca *trans* yağ asiti kaynağı olduğu belirtilmiştir.

Karabulut ve Turan (2006) yaptıkları bir çalışmada 15 adet margarin ve 10 adet şortening örneğini incelemişler ve margarinlerin toplam *trans* yağ asidi içeriğinin %0,4 ile %39,4 arasında şorteninglerin ise %2 ile %16,5 arasında değiştiğini belirtmişlerdir.

Pakistan'da 10 adet margarin ve 10 adet tereyağı örneğinin incelendiği bir çalışmada (Anwar ve ark. 2006) margarinlerin toplam *trans* yağ asitleri oranı %2,45-21,1; *trans* C_{18:1} oranı %2,45-19,1 ve *trans* C_{18:2} oranı %0,5-2,0 olarak tespit edilmiş ve tereyağı örneklerinin ise %5'ten az *trans* yağ asidi içerdikleri bildirilmiştir.

Huth (2007), Amerika Birleşik Devletlerinde diyetle alınan TFA'nın yaklaşık olarak %20'sinin hayvansal kaynaklı gıdalardan alındığını bunun da %86'sının süt yağından, %14'ünün et ürünlerinden geldiğini belirtmiştir. Ayrıca ruminant hayvanlardan elde edilen süt yağında %1-6 arasında *trans* yağ asidi bulunduğunu ve kısmi hidrojenize bitkisel yağların aksine hayvansal kaynaklı TFA'nın koroner kalp hastalığı riskini arttırmadığını belirtmiştir.

Wijesundera ve ark. (2007) Avustralya'daki gıdaların *trans* yağ asidi içeriklerini inceledikleri bir çalışmada, en yüksek *trans* yağ asidi miktarının 6,3g/100g ile ev tipi şorteninglerde olduğunu tespit etmişlerdir.

Taşan ve Geçgel (2007), 15 farklı bitkisel karışım sıvı yağlarının yağ asitleri bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında toplam ortalama *trans* yağ asidi içeriklerinin %0-0,87 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Buna göre incelenen örneklerin 2'sinde *trans* yağ asidi bulunmadığını, 8'inde *trans* C_{18:1} miktarını %0,05-0,49 arasında; 13'ünde *trans* C_{18:2} miktarını %0,05-0,37 arasında ve 7'sinde *trans* C_{18:3} miktarını %0,11-0,57 arasında olduğunu belirtmişlerdir.

Martin ve ark (2007) yaptıkları çalışmalarında gıdalarla alınan *trans* yağ asitlerinin başta kardiyovasküler sistem olmak üzere insan sağlığını tehdit ettiğini belirtmişler ve TFA'nın başlıca oluşma sebebini, özellikle endüstriyel açıdan gelişmiş ülkelerde bitkisel kaynaklı yağlara uygulanan kısmi hidrojenasyon işlemi olduğunu belirtmişlerdir. Diğer *trans* yağ asidi oluşma sebeplerini de yemeklik yağ rafinasyonu, etlerin ışınlanması, kızartma işlemi ve biyohidrojenizasyon olarak sıralamışlardır.

Britanya'da yapılan bir çalışmada, *trans* yağ asitlerinin sağlığa olan zararlarının belirtildiği araştırmalardan sonra büyük margarin firmalarının ürettiği ürünlerde *trans* yağ asidi

oranlarında önemli düşüşler gözlemlendiği, örneğin yumuşak tip margarinlerdeki TFA oranı 1994 yılında %8-12 arasındayken 1998'de %1'in altına, paket margarinlerde de %18-26'dan %10-12 oranlarına düştüğü belirtilmiştir. TFA oranlarındaki bu gerilemenin kısmi hidrojenasyon tekniklerindeki modifikasyonlarla, önemli bir izomerleşmeye ve yağın doymuşluk derecesine etki etmeyen intersterifikasyon işlemiyle veya tam hidrojenasyon işlemiyle sağlanabildiği belirtilmiştir (Anonymous 2007).

Ratnayake ve ark. (2007) yaptıkları çalışmada, Kanada'da satılan gıdaların etiketlerinde *trans* yağ asidi içerikleriyle ilgili beyanları ve ilgili yasal düzenlemelerin etkilerini belirlemek amacıyla, Ocak 2003 ve yasaların uygulamaya konulduğu Aralık 2005 arasındaki 3 yıllık geçiş sürecinde, marketlerde satılan ve tüm margarinlerin %96,3'ünü temsil eden 29 adet margarinin *trans* yağ asitleri içeriklerini araştırmışlardır. Toplam 29 adet margarinin 15'i hidrojenasyon tekniği kullanmadan üretilen bitkisel tüp margarinlerden (NHVO-tub), 11'i kısmi hidrojenasyon tekniği ile üretilen tüp margarinlerden (PHVO-tub) ve 3'ü yine kısmi hidrojenasyon tekniği ile üretilen paket margarinlerden (PHVO-print) oluştuğu belirtilmiştir. İncelemeye göre marketlerdeki tüm margarinlerin %71'ini temsil eden 15 adet (NHVO-tub) margarinin TFA değeri toplam yağ asitleri içinde %2'nin altında; ortalama $0,9 \pm 0,3$; tüm margarinlerin %19,3'lük kısmını temsil eden 11 adet (PHVO-tub) margarinin TFA değeri, toplam yağ asitleri içinde $20 \pm 4,5$ ve %6'lık bir kısmı temsil eden 3 adet (PHVO-print) margarinin TFA değeri toplam yağ asitleri içinde $39,6 \pm 3,5$ olarak tespit edilmiştir. Kısmi hidrojenasyon tekniği ile üretilen paket ve tüp margarinlerin hala, 1990 yıllarındaki TFA içerikleriyle aynı oranlarda TFA içerdiğinin belirtildiği çalışmada, ilgili yasaların yürürlüğe girdiği ve etiket zorunluluğunun uygulandığı 2005 yılından sonra Kanada halkının bilinçlendiği, hidrojenasyon tekniği ile üretilen margarinlerin yerini, TFA içermeyen ve hidrojenasyon işlemi uygulanmayan margarinlerin aldığı ve sonuç olarak yasal düzenlemelerin olumlu sonuçlar verdiği belirtilmiştir.

Yeni Zelenda'da yapılan bir çalışmada marketlerden toplanan çeşitli gıda maddeleri için *trans* yağ asitleri oranları araştırılmıştır. Örneklerin *trans* C_{18:1}, *trans* C_{18:2}, *trans* C_{18:3} ve toplam *trans* yağ asitleri miktarları sırasıyla; margarinlerde %1,6-6,9; %0-0,5; %0-0,9; %2,7-6,9; bisküvilerde %0-3; %0-0,2; %0; %0-3,5; keklerde %0,9-1,1; %0-0,1; %0; %1,1-1,2; çikolatalarda %0-3,1; %0-0,2; %0; %0-3,4 turtalarda %1,7-6,5; %0-0,9; %0; %2,1-7,1;

pastalarda %3,7; %0,4; %0; %2,9 ve cipslerde %0-4,5; %0-0,7; %0, %0-5,2 olarak belirtilmiştir (Saunders ve ark. 2008).

Pakistan'da 10 adet margarin örneğinin yağ asitleri kompozisyonları üzerine yapılan bir çalışmada (Kandhro ve ark. 2008) toplam yağ asitleri içinde; doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarları sırasıyla %24,2-58,1; 5,7-35,4 ve 3,8-37,4 olarak belirtilmiştir. 10 örnek içerisinde sadece bir tane margarin örneğinde toplam TFA miktarı düşük oranda (%2,2) bulunmuş, diğer örneklerde %11,5-34,8 arasında bulunmuş ve bunun sebebinin margarinlerde kullanılan hidrojenize yağlardan kaynaklandığı belirtilmiştir.

Stender ve ark. (2008) yaptıkları çalışmada, diyetle alınan *trans* yağ asitlerinin gıdalarda iki şekilde bulunduğunu bunlardan ilkinin margarinler, kızartma yağları, şekerler ve fırın ürünlerindeki endüstriyel olarak üretilen kısmi hidrojenize yağlarla (IP-TFA) diğerinin ise hayvansal kaynaklı yağlardan ve et ürünleriyle (RP-TFA) alındığını belirtmişlerdir. Kısmi hidrojenize yağların bulunduğu ilk grubun diyetle alınan *trans* yağ asitlerinin %60'a yakını oluşturduğunu hayvansal kaynaklı ikinci grubun ise diyetle %6'yı aşmadığını belirtmişlerdir. İskandinavya'yı da içine alan Batı Avrupa ülkelerinde IP-TFA alım oranının son yıllarda oluşan sosyal baskılar ve yasal düzenlemelerle ciddi oranda düştüğünü fakat RP-TFA alımının sabit kaldığını bildirmişlerdir. Buna rağmen birçok ülkede, öğünde 20gr'dan fazla IP-TFA alımının mümkün olabileceği yemekler tüketildiğini ve bu ülkelerde IP-TFA tüketiminin az olduğunu belirtmişlerdir. Günlük %5gr'dan fazla alınan IP-TFA miktarının koroner kalp hastalığı riskini %29 arttırdığını fakat günlük 4 grama kadar RP-TFA alımının böyle bir risk taşımadığını belirtmişlerdir.

Wagner ve ark. (2008) Avusturya'da yaptıkları bir araştırmada margarinlerin *trans* yağ asiti içeriklerini araştırmışlar ve toplam yağ asitleri içinde *trans* C_{18:1} oranını %3,9; *trans* C_{18:2} oranını %0,23 ve toplam *trans* yağ asiti oranını %3,7±6,15 olarak belirtmişlerdir.

Taşan ve Geçgel (2008) diyetle TFA'nın başlıca alım kaynağının margarin ve şorteninglerin ihtiva ettikleri kısmi hidrojenize yağlar olduğunu belirtmiş ve insan sağlığına olumsuz etkilerinden dolayı, toplumsal baskı ve yasal engellemeler sayesinde bazı Avrupa ülkelerinde, Amerika Birleşik Devletleri'nde ve Kanada'da son on yıllık sürede TFA'nın tüketim düzeylerinde azalmalar görüldüğünü belirtmişlerdir.

Dıraman ve ark. (2008) Ülkemizde yaptıkları bir çalışmada, çeşitli bitkisel tohum yağlarında, margarinlerde ve zeytinyağlarında *trans* yağ asitleri konusunu işlemişlerdir. Çalışmada; safran tohumu, yer fıstığı, fındık, kabak çekirdeği, mısır özü, kolza tohumu, susam, soya, ayçiçeği ve buğday ruşeyminden herhangi bir ısıl işlem uygulamaksızın elde edilen soğuk baskı ham yağlarda da *trans* yağ asidi bulunduğu ve bu miktarların %0,01-0,39 arasında olduğu belirtilmiştir.

Brezilya'da yapılan bir çalışmada (Beninca ve ark. 2009), marketlerde satışa sunulan margarinlerdeki *trans* yağ asidi içeriği, etiketleme düzenlemeleri ve bununla ilgili tüketici bilgilerini incelemişlerdir. Sekiz farklı şirketin ürettiği 46 farklı markada yapılan incelemede; üreticilerin %50'sinde, ürünlerin ise %13'ünde Brezilya'daki etiketleme düzenlemelerinin ihlal edildiği tespit edilmiştir. Çalışmada yaş, cinsiyet, eğitim düzeyi dikkate alınarak kategorize edilmiş olan 200 tüketicinin *trans* yağ asidi ve beslenme beyanı konusundaki bilgilerine göre değerlendirme de yapılmıştır. Bu çalışma sonucunda, 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.

Cavendish ve ark. (2010), interesterifikasyon işlemi ve hidrojenasyon işlemi uygulanarak üretilen margarinlerin yağ asidi kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında 12 farklı margarini üretim metotlarına göre sırasıyla; %50 hidrojenize, %20 hidrojenize, %65 interesterifiye ve %30 interesterifiye olarak 4 gruba ayırmışlardır. *Trans* yağ asidi içerikleri sırasıyla ortalama 7,91gr/100gr, 2,46gr/100gr, 1,29gr/100gr ve 0,65gr/100gr olarak belirtilmiştir. Hidrojenize yağların incelendiği ilk iki grupta, interesterifikasyon işlemi uygulanan grupların aksine doymuş ve doymamış yağ asitleri oranları arasında önemli farklar bulunduğu belirtilen çalışmada, TFA içeriğinin daha az bulunduğu interesterifikasyon işlemi ile üretilen margarinlerin tüketilmesinin daha iyi olacağı ifade edilmiştir.

Remig ve ark. (2010) *trans* yağ asitlerinin hastalıklarla olan ilişkilerini araştırdıkları çalışmalarında, *trans* yağ asitlerinin kardiyovasküler hastalıklara yol açtığını belirtmişler ve günlük diyetle alınan enerjinin %2'lik kısmının *trans* yağ asitlerinden gelmesi durumunda kardiyovasküler riskin %23 arttığını belirtmişlerdir.

Demir (2011), *trans* yağ asidi içermez ifadesi bulunan kek, bisküvi, margarin ve cipslerin yağ asitleri kompozisyonlarını incelediği çalışmada, ortalama toplam *trans* yağ asitleri oranlarını keklerde %0,17-0,92; bisküvilerde %0,11-0,46; margarinlerde 0,19-0,79 ve cipslerde 0,26-1,21 olarak belirtmiştir. Toplam 8 adet, farklı markalara ait margarin örneklerinin incelendiği çalışmada *trans* oleik asit (C_{18:1}) değerlerinin %0-0,37; *trans* linoleik asit (C_{18:2}) değerlerinin %0-0,42; *trans* linolenik asit (C_{18:3}) değerlerinin %0-0,17 arasında olduğu belirtilmiştir.

3.MATERYAL VE YÖNTEM

Materyal olarak 16 paket ve 12 kase olmak üzere çeşitli firmalara ait toplam 28 farklı markalı margarin seçilmiştir. Margarinler ulusal düzeyde yaygın olarak bilinen ve yerel marketlerden ulaşılabilen markalardan oluşmuştur. Tüm margarinler orijinal ambalajlı 250gr'lık paketlerde çeşitli satın noktalarından alınmıştır.

Her margarin farklı parti numaralarına sahip olacak şekilde, her bir marka için 3 adet olmak üzere temin edilmiştir. Materyaller her birine ayrı kod numarası verilerek (1, 2, 3, ...) analiz yapılacağı zamana kadar orijinal ambalajlarında +4 C'de bekletilmiştir.

Sonuçlar her bir marka için aritmetik ortalama halinde sunulmuştur.

3.1.Yağ İçeriğinin Belirlenmesi

İncelenen margarin örnekleri: TS 4504 EN ISO 5509 ve TS 4664 EN ISO 5508 standardına göre analize tabi tutulmuştur (Anon. 1996, 2002).

0,1 gr. margarin 15 ml ağız kapaklı tüplere alınır.

Üzerine 10ml n-heptan eklenir ve kapak kapatılarak kuvvetlice çalkalanır.

Üzerine 0,5ml 2N metanollü KOH solüsyonu eklenir.

Tekrar kapak kapatılarak kuvvetlice çalkalanır ve üst faz berraklaşana kadar beklenir.

Yağ asiti metil esterleri, Agilent 6890 Series kromatografi cihazına 1µl enjekte edilerek yağ asiti bileşimlerini gösteren kromatogramlar elde edilmiştir.

Agilent 6890 Series kromatografi cihazına ait özellikler ve seçilen çalışma parametreleri aşağıdaki gibidir.

Cihaz : Agilent 6890 N Gaz Kromatografisi

Dedektör : Alev iyonizasyon dedektörü (FID)

Kolon :Silika kapiler kolon (DB-23 kolon: 60m x 250 µm x 0,25µm)

Dedektör Sıcaklığı : 250°C

Gazlar;

Taşıyıcı gaz (Helyum) : 1,6 ml/min

Air flow : 300 ml/min

Hidrojen flow : 30 ml/min

3.2. İstatistiksel Değerlendirme

Üç tekrarlı olarak gerçekleştirilen çalışmalar sonucu elde edilen sonuçların istatistiksel analizlerinde tesadüf blokları deneme planına göre SPSS paket programı kullanılarak varyans analizleri yapılmıştır. Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi uygulanmıştır (Soysal 1998).

4. ARAŞTIRMA BULGULARI VE TARTIŞMA

4.1. Margarin Örneklerinin Yağ Asiti Bileşimleri

Üç farklı zamanda marketlerden alınan 16 paket (sert tip) ve 12 kase (yumuşak tip) olmak üzere toplam 28 adet margarin örneklerinin yağ asitleri kompozisyonları, toplam doymuş ve doymamış yağ asitleri, tekli ve çoklu doymamış yağ asitleri, toplam *trans* yağ asitleri çizelge 4.1.1., 4.1.2., 4.1.3. ve 4.1.4.'de verilmiştir.

İncelenen margarin örneklerinde toplam olarak 29 çeşit yağ asiti belirlenmiştir. Margarin örneklerinde *trans* yağ asiti varlığına rastlanmış olup bunlar *trans* oleik asit (C_{18:1}), *trans* linoleik asit (C_{18:2}), *trans* linolenik asit (C_{18:3}) olarak belirtilmiştir. Araştırmada kullanılan 28 markaya ait örneklerin 8'inde *trans* yağ asitlerine rastlanmamıştır. 16'sında *trans* oleik asite (C_{18:1}) rastlanmış, 12'sinde rastlanmamıştır. *Trans* linoleik asite (C_{18:2}) 17 örnekte rastlanmış, 11 örnekte ise rastlanmamıştır. *Trans* linolenik asite (C_{18:3}) ise biri paket, ikisi kase olmak üzere toplam 3 markaya ait örnekler dışında 25 örnekte rastlanmamıştır.

Margarin örneklerinin yağ asidi bileşimlerindeki her bir *trans* yağ asidine ayrıca toplam doymuş, toplam doymamış ve toplam *trans* yağ asitlerine ayrı ayrı istatistiksel analizler uygulanmıştır.

Çizelge 4.1.1. Paket (hard-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri (%)

Yağ asitleri	Paket (hard-tip) margarin grubunun marka kodları															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
C6:0	0,05	0,06	0,09	3,40	0,07	0,08	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C8:0	0,94	0,98	0,94	0,48	1,04	1,17	0,97	*	*	*	*	*	*	1,01	0,23	0,43
C10:0	0,85	0,92	0,88	0,58	0,84	0,95	0,89	*	*	*	0,26	*	0,46	0,94	0,27	0,29
C12:0	11,58	12,86	12,21	7,44	9,86	11,04	12,28	3,72	4,34	3,09	3,12	3,49	3,39	12,89	2,85	3,09
C14:0	4,63	5,09	4,84	3,04	3,64	3,75	4,67	1,97	2,29	1,86	1,80	2,58	1,85	5,11	1,85	1,83
C14:1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C15:0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C15:1	0,27	0,04	*	*	0,30	0,05	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C16:0	34,41	34,31	34,79	28,03	29,36	20,17	31,00	37,95	38,56	12,40	39,69	37,04	39,22	33,36	40,61	39,53
C16:1	0,15	0,12	0,11	*	0,17	0,14	*	*	*	*	0,26	*	*	0,11	0,32	0,45
C17:0	0,08	0,09	0,09	*	0,06	0,08	*	*	*	*	*	*	*	*	0,08	0,27
C17:1	0,02	0,02	*	*	0,02	0,04	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C18:0	4,50	4,40	4,38	7,45	12,02	12,90	4,35	6,96	6,79	7,85	6,39	8,06	6,83	4,52	6,07	5,76
∑ C18:1 trans	0,17	0,16	0,09	*	0,32	0,33	0,43	0,50	*	*	0,23	*	0,43	0,20	0,18	0,18
C18:1	27,66	27,63	28,05	32,54	24,98	32,21	29,13	32,78	32,96	33,10	32,96	35,34	33,45	28,55	33,24	32,54
∑ C18:2 trans	0,10	0,10	0,09	*	0,09	0,11	0,43	0,61	*	*	*	*	*	0,36	0,11	*
C18:2	13,33	12,10	12,41	15,88	16,23	13,49	15,85	14,25	13,97	36,06	14,57	13,49	14,37	10,90	12,80	14,47
∑ C18:3 trans	*	*	*	*	0,09	0,15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C18:3	0,65	0,59	0,54	1,16	0,37	1,99	*	1,26	1,09	5,64	0,29	*	*	1,28	0,24	0,41
C20:0	0,30	0,31	0,28	*	0,33	0,37	*	*	*	*	0,43	*	*	0,38	0,41	0,75
C20:1	0,13	0,13	0,12	*	0,10	0,49	*	*	*	*	*	*	*	0,39	0,23	*
C22:0	0,11	0,09	0,09	*	0,11	0,21	*	*	*	*	*	*	*	*	0,51	*
C22:1	*	*	*	*	*	0,28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C24:0	0,07	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Tespit edilemeyen düzeyde

Çizelge 4.1.2. Paket (hard-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri kaynaklı gruplar (%)

Yağ asiti bileşimi kaynaklı gruplar	Paket (hard*tip) margarin grubunun marka kodları															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
SFA	57,52	59,11	58,59	50,42	57,33	50,72	54,16	50,6	51,98	25,2	51,69	51,17	51,75	58,21	52,88	51,95
UFA	42,48	40,89	41,41	49,58	42,67	49,28	45,84	49,4	48,02	74,8	48,31	48,83	48,25	41,79	47,12	48,05
MUFA	28,4	28,1	28,37	32,54	25,89	33,54	29,56	33,28	32,96	33,1	33,45	35,34	33,88	29,25	33,97	33,17
PUFA	14,08	12,79	13,04	17,04	16,78	15,74	16,28	16,12	15,06	41,7	14,86	13,49	14,37	12,54	13,15	14,88
TFA	0,27	0,26	0,18	*	0,5	0,59	0,86	1,11	*	*	0,23	*	0,43	0,56	0,29	0,18
<i>trans</i> MUFA	0,17	0,16	0,09	*	0,32	0,33	0,43	0,5	*	*	0,23	*	0,43	0,2	0,18	0,18
<i>trans</i> PUFA	0,1	0,1	0,09	*	0,18	0,26	0,43	0,61	*	*	*	*	*	0,36	0,11	*
SFA+TFA	57,79	59,37	58,77	50,42	57,83	51,31	55,02	51,71	51,98	25,2	51,92	51,17	52,18	58,77	53,17	52,13
PUFA/(SFA+TFA)	0,243	0,215	0,221	0,338	0,29	0,306	0,295	0,311	0,289	1,65	0,286	0,263	0,275	0,213	0,247	0,285
UFA/SFA	0,738	0,691	0,706	0,983	0,744	0,971	0,846	0,976	0,923	2,968	0,934	0,954	0,932	0,717	0,891	0,924

Toplam doymuş yağ asitleri (SFA), Toplam doymamış yağ asitleri (UFA), Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), Toplam *trans* yağ asitleri (TFA), Toplam tekli doymamış *trans* yağ asitleri (*trans* MUFA), Toplam çoklu doymamış *trans* yağ asitleri (*trans* PUFA)

*: Tespit edilemeyen düzeyde

Çizelge 4.1.3. Kase (soft-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri (%)

Yağ asitleri	Kâse (soft*tip) margarin grubunun marka kodları											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
C6:0	*	*	0,78	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C8:0	0,30	0,32	0,46	0,39	0,37	0,38	0,87	1,10	*	*	0,24	0,73
C10:0	0,22	0,30	0,31	0,30	0,29	0,26	0,87	0,72	1,27	*	0,29	0,60
C12:0	3,03	3,66	4,64	3,39	3,99	3,10	5,69	5,69	3,34	2,75	2,91	5,89
C14:0	1,10	1,51	1,80	1,38	1,51	1,08	2,19	2,21	2,11	1,38	1,16	2,25
C14:1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C15:0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C15:1	0,51	*	0,39	*	0,21	0,41	*	*	*	*	*	*
C16:0	12,11	17,12	17,67	16,29	16,23	13,13	23,32	24,85	16,26	11,92	11,33	23,65
C16:1	0,15	0,18	0,36	*	0,18	0,29	0,39	*	*	*	0,49	*
C17:0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C17:1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
C18:0	6,81	7,33	5,82	8,07	6,07	7,55	5,99	7,04	11,64	7,71	6,79	5,87
Σ C18:1 trans	0,13	*	*	*	0,09	*	0,29	0,20	*	*	*	*
C18:1	29,47	24,93	29,40	26,65	30,09	32,25	35,17	24,45	27,08	38,56	31,48	35,92
Σ C18:2 trans	0,17	0,25	0,24	0,29	0,25	0,20	0,72	0,23	*	*	*	*
C18:2	42,88	44,40	35,15	42,42	36,62	37,85	20,70	29,93	33,93	32,20	38,80	20,31
Σ C18:3 trans	*	*	*	*	0,19	*	*	*	*	*	*	*
C18:3	2,29	*	2,98	0,82	3,03	3,09	2,39	2,99	4,37	5,48	5,62	2,36
C20:0	0,27	*	*	*	0,27	0,41	0,58	0,59	*	*	*	0,42
C20:1	0,27	*	*	*	0,26	*	0,83	*	*	*	*	1,16
C22:0	0,29	*	*	*	0,25	*	*	*	*	*	0,89	*
C22:1	*	*	*	*	0,10	*	*	*	*	*	*	0,84
C24:0	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*

*: Tespit edilemeyen düzeyde

Çizelge 4.1.4. Kase (soft-tip) margarin grubuna ait örneklerin yağ asiti bileşimleri kaynaklı gruplar (%)

Yağ asiti bileşimi kaynaklı gruplar	Kâse (soft*tip) margarin grubunun marka kodları											
	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
SFA	24,13	30,24	31,48	29,82	28,98	25,91	39,51	42,2	34,62	23,76	23,61	39,41
UFA	75,87	69,76	68,52	70,18	71,02	74,09	60,49	57,8	65,38	76,24	76,39	60,59
MUFA	30,53	25,11	30,15	26,65	30,93	32,95	36,68	24,65	27,08	38,56	31,97	37,92
PUFA	45,34	44,65	38,37	43,53	40,09	41,14	23,81	33,15	38,3	37,68	44,42	22,67
TFA	0,3	0,25	0,24	0,29	0,53	0,2	1,01	0,43	*	*	*	*
<i>trans</i> MUFA	0,13	*	*	*	0,09	*	0,29	0,2	*	*	*	*
<i>trans</i> PUFA	0,17	0,25	0,24	0,29	0,44	0,2	0,72	0,23	*	*	*	*
SFA+TFA	24,43	30,49	31,72	30,11	29,51	26,11	40,52	42,63	34,62	23,76	23,61	39,41
PUFA/(SFA+TFA)	1,855	1,464	1,209	1,445	1,358	1,575	0,587	0,777	1,106	1,585	1,881	0,575
UFA/SFA	3,144	2,306	2,176	2,353	2,450	2,859	1,531	1,369	1,888	3,208	3,235	1,537

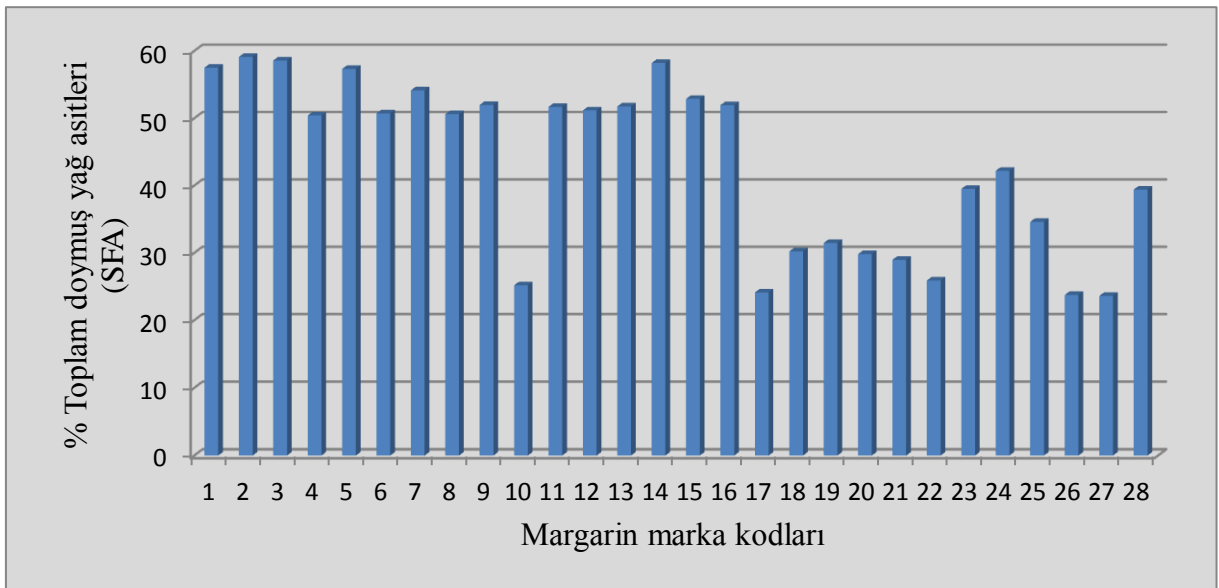
Toplam doymuş yağ asitleri (SFA), Toplam doymamış yağ asitleri (UFA), Toplam tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), Toplam çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA), Toplam *trans* yağ asitleri (TFA), Toplam tekli doymamış *trans* yağ asitleri (*trans* MUFA), Toplam çoklu doymamış *trans* yağ asitleri (*trans* PUFA)

*: Tespit edilemeyen düzeyde

4.2. Toplam Doymuş Yağ Asitleri (SFA)

Çizelge 4.1.2. ve 4.1.4. incelendiğinde üç farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin toplam doymuş yağ asidi miktarlarına ait ortalamalarının % 23,61-59,11 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Toplam doymuş yağ asiti miktarları paket margarinlerde %25,2-59,11 ve kase margarinlerde ise % 23,61-39,51 arasındadır. En yüksek toplam doymuş yağ asiti miktarı 2 no'lu paket margarine, en düşük toplam doymuş yağ asiti içeriği ise 27 no'lu kase margarine aittir. Çizelge 4.1.1.'den anlaşılacağı üzere doymuş yağ asitleri içinde en yüksek miktar palmitik asite (C_{16:0}) aittir.

Margarinlerin toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri şekil 4.2.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.2.1. Margarinlerin toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

İncelenen örnekler açısından paket grubu kendi arasında, kase grubu kendi arasında, paket ve kase arasında toplam doymuş yağ asiti içerikleri bakımından fark olup olmadığını anlamak için istatistiksel analizler uygulanmıştır.

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları arasında (Çizelge 4.2.1.) istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.1. Paket margarin markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	2765,839	184	137861,1**
Hata	32	0,43	0,001	
Genel	47	2765882		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.2.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
10	25,2	a
4	50,42	b
8	50,6	c
6	50,72	d
12	51,17	e
11	51,69	f
13	51,75	f
16	51,95	g
9	51,98	g
15	52,88	h
7	54,16	i
5	57,33	j
1	57,52	k
14	58,21	l
3	58,59	m
2	59,11	n

Çizelge 4.2.2. incelendiğinde, 16 farklı paket margarin örneklerinin, toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları bakımından 14 farklı grup oluşturdukları görülmektedir.

Diğer taraftan kase margarin örneklerine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları arasında (Çizelge 4.2.3.) istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.3. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	1404,384	127,671	134390,8**
Hata	24	0,023	0,001	
Genel	35	1404,407		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları çizelge 4.2.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.2.4. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
27	23,61	a
26	23,76	b
17	24,13	c
22	25,91	d
21	28,98	e
20	29,82	f
18	30,24	g
19	31,48	h
25	34,62	i
28	39,41	j
23	39,51	k
24	42,2	l

Çizelge 4.2.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarları bakımından 12 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, toplam doymuş yağ asitleri içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.2.5.) ve istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.2.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam doymuş yağ asiti (SFA) miktarlarının varyans testi sonuçları ($P<0,01$)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Margarin Çeşitleri				
Arası	1	9022,388	9022,39	177,406**
Hata	82	4170,289	50,857	
Genel	83	13192,677		

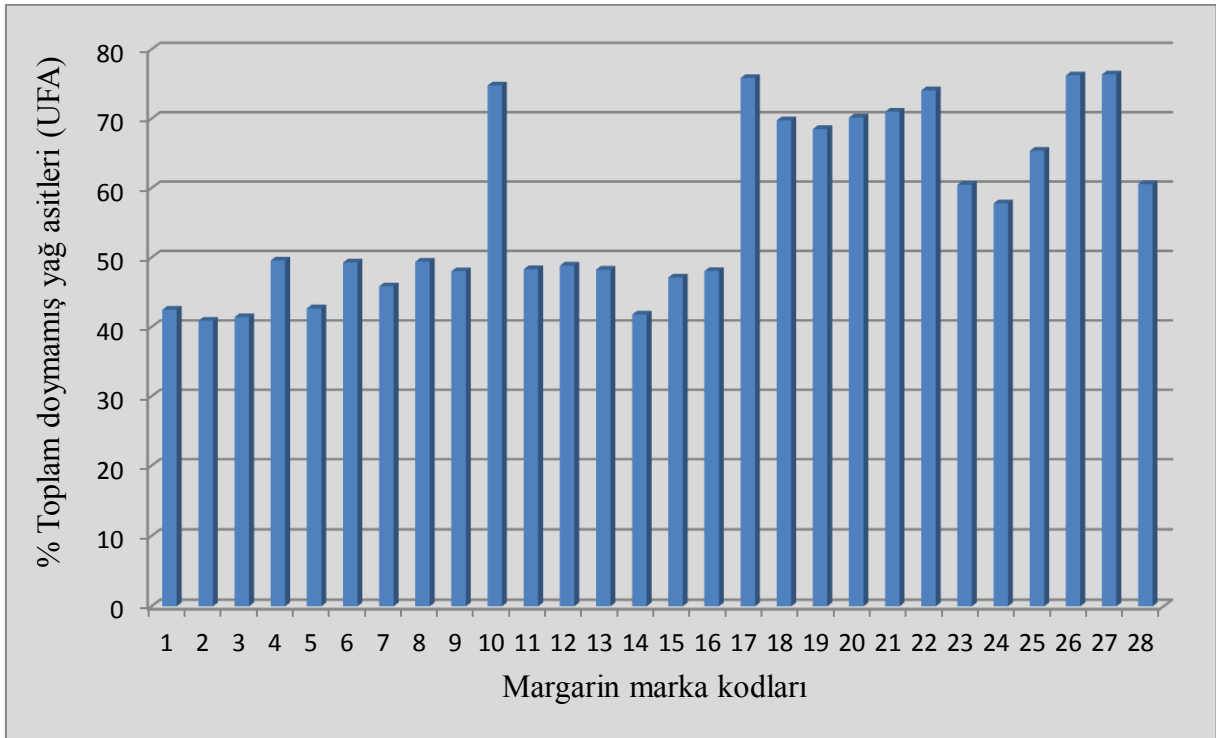
İncelemeye giren paket ve kase margarinler arasında yapılan varyans analizi sonucu paket margarinlerin kase margarinlere oranla daha fazla doymuş yağ asiti içerdiği belirlenmiştir.

Arıcı ve ark (2002), yaptıkları çalışmada ülkemizde üretilen 13 yumuşak ve 10 sert margarinin yağ asiti kompozisyonlarını incelemişler ve doymuş yağ asitleri içeriğini %23,9-32,3 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Kandhro ve ark (2008), Pakistan'da 10 adet margarin örneğinin yağ asitleri kompozisyonları üzerine yapılan bir çalışmada toplam yağ asitleri içinde; doymuş yağ asitleri miktarını %24,2-58,1 olarak bulmuşlardır. Yine ülkemizde yapılan bir başka çalışmada Çetin ve ark. (2003) doymuş yağ asitlerinden palmitik asiti ($C_{16:0}$) %11,3-31,8; stearik asiti ($C_{18:0}$) %5,7-8,7 olarak belirtmişlerdir. Bizim çalışmamızda ise üç farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin toplam doymuş yağ asiti miktarlarına ait ortalamalarının % 23,61-59,11 arasında, paket margarinlerde %25,2-59,11 ve kase margarinlerde ise % 23,61-39,51 arasında değiştiği görülmektedir.

4.3. Toplam Doymamış Yağ Asitleri (UFA)

Çizelge 4.1.2. ve 4.1.4. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin toplam doymamış yağ asiti miktarlarına ait ortalamalarının % 40,89-76,39 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Toplam doymamış yağ asiti miktarları paket margarinlerde %40,89-74,8 ve kase margarinlerde ise % 57,8-76,39 arasındadır. En yüksek toplam doymamış yağ asiti miktarı 27 no'lu paket margarine, en düşük toplam doymamış yağ asiti içeriği ise 2 no'lu kase margarine aittir. Çizelge 4.1.1.'den anlaşılacağı üzere doymamış yağ asitleri içinde en yüksek miktar tekli doymamış yağ asiti olan *cis* oleik asite (C_{18:1}) aittir.

Margarinlerin toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri şekil 4.3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.3.1. Margarinlerin toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları arasında (çizelge 4.3.1.) istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.1. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	2765,819	184,388	137432,0**
Hata	32	0,043	0,001	
Genel	47	2765,862		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları çizelge 4.3.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
2	40,89	a
3	41,41	b
14	41,79	c
1	42,48	d
5	42,67	e
7	45,84	f
15	47,12	g
9	48,02	h
16	48,05	h
13	48,25	i
11	48,31	i
12	48,83	j
6	49,28	k
8	49,4	l
4	49,58	m
10	74,8	n

Çizelge 4.3.2. incelendiğinde, farklı paket margarin örneklerinin, toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları bakımından 14 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Diğer taraftan 14 farklı kase margarin örneğine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları arasında (çizelge 4.3.3.) istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.3. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	1402,807	127,528	19805,891**
Hata	24	0,155	0,006	
Genel	35	1402,962		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları çizelge 4.3.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.3.4. Margarin (kase) markalarına ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
24	57,8	a
23	60,49	b
28	60,59	b
25	65,38	c
19	68,52	d
18	69,76	e
20	70,18	f
21	71,02	g
22	74,09	h
17	75,87	i
26	76,24	j
27	76,39	k

Çizelge 4.2.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarları bakımından 11 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, toplam doymamış yağ asitleri içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.3.5.) ve istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.3.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam doymamış yağ asiti (UFA) miktarlarının varyans analizi sonuçları ($P<0,01$)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Ambalajlar arası	1	9019,995	9019,995	177,422**
Hata	82	4168,824	50,839	
Genel	83	13188,818		

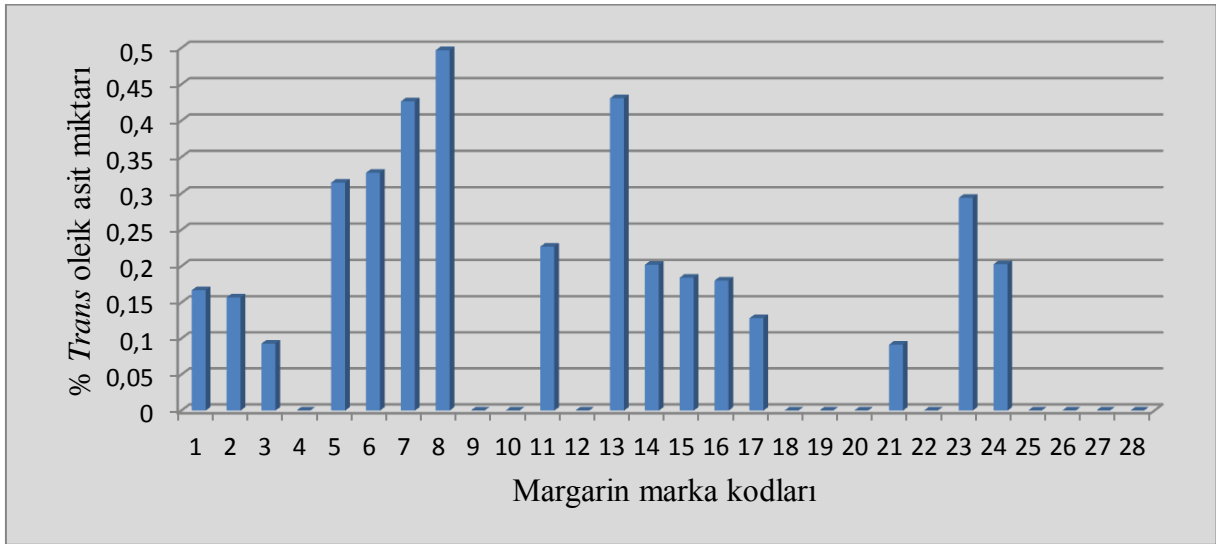
Yapılan varyans analiz sonuçlarına göre yumuşak tip (kase) margarinlerin sert tip (paket) margarinlere göre daha fazla doymamış yağ asiti içerdiği görülmüştür.

Arıcı ve ark. (2002) yaptıkları çalışmada ülkemizde üretilen 13 yumuşak ve 10 sert margarini incelemişler ve margarinlerde, tekli doymamış yağ asidi oranını %44-61,9 arasında ve çoklu doymamış yağ asidi oranını %14,2-24,1 arasında, toplam doymamış yağ asitleri oranını ise %67,67-76,1 arasında tespit etmişlerdir. Yine ülkemizde gerçekleştirilen başka bir çalışmada Çetin ve ark. (2003), 10 adet margarinin doymamış yağ asitleri; oleik asit %21,8-35,7; linoleik asit %5,2-40,2 oranlarında tespit etmişlerdir. Kandhro ve ark. (2008), Pakistan'da 10 adet margarin örneğinin, toplam yağ asitleri içinde; tekli doymamış ve çoklu doymamış yağ asitleri miktarları sırasıyla %5,7-35,4 ve %3,8-37,4 olarak bulunmuştur. Triantafillou ve ark. (2003), Yunanistan'da satılan 15 farklı margarinin yağ asiti kompozisyonlarını inceledikleri çalışmalarında, doymamış yağ asitleri oranlarını %46,7-75,9 arasında bulmuşlardır. Bizim çalışmamızda ise 28 farklı margarinin toplam doymamış yağ asiti miktarlarına ait ortalamalarının % 40,89-76,39 arasında değiştiği ve yapılan birçok benzeri çalışmayla benzer oranlarda olduğu anlaşılmaktadır.

4.4. *Trans* Oleik Asit (C_{18:1 trans})

Çizelge 4.1.1. ve 4.1.3. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarlarına ait ortalamalarının % 0-0,50 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. *Trans* oleik asit miktarları paket margarinlerde %0-0,50 ve kase margarinlerde ise % 0-0,29 arasındadır. En yüksek *trans* oleik asit miktarı 8 no'lu paket margarinine aittir. İncelenen 16 adet paket margarinin 4'ünde *trans* oleik asite rastlanmamıştır. Kase margarinlerin ise yalnızca 4'ünde *trans* oleik asite rastlanmış, geri kalan 8 örnekte rastlanmamıştır.

Margarinlerin *trans* oleik asit miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri Şekil 4.4.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.4.1. Margarinlerin *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları arasında (Çizelge 4.4.1.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.4.1. Margarin (paket) markalarına ait *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	1,197	0,080	1529,734**
Hata	32	0,002	5,22E-005	
Genel	47	1,199		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.4.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4.2. Margarin (paket) markalarına ait *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
4	0	a
9	0	a
10	0	a
12	0	a
3	0,09	b
1	0,17	c
2	0,16	c
16	0,18	d
15	0,18	d
14	0,2	e
11	0,23	f
5	0,32	g
6	0,33	h
7	0,43	i
13	0,43	i
8	0,5	j

Çizelge 4.4.2. incelendiğinde, farklı paket margarin örneklerinin, *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları bakımından 10 farklı grup oluşturdukları görülmektedir.

Diğer taraftan 14 farklı kase margarin örneğine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları arasında (Çizelge 4.4.3.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.4.3. Margarin (kase) markalarına ait *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	0,328	0,030	89429,659**
Hata	24	8,00E-006	3,33E-007	
Genel	35	0,328		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.4.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.4.4. Margarin (kase) markalarına ait *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
18	0	a
19	0	a
20	0	a
22	0	a
25	0	a
26	0	a
27	0	a
28	0	a
21	0,09	b
17	0,13	c
24	0,2	d
23	0,29	e

Çizelge 4.4.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}) miktarları bakımından 5 farklı grup oluşturdukları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, *trans* oleik asit içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.4.5.) ve istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.4.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait *trans* oleik asit ($C_{18:1}$ *trans*) miktarlarının varyans analizi sonuçları ($P<0,01$)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Ambalajlar arası	1	0,402	0,402	21,574**
Hata	82	1,527	0,019	
Genel	83	1,928		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına göre sert tip (paket) margarinlerin yumuşak tip (kase) margarinlere oranla daha fazla *trans* oleik asit içerdiği anlaşılmaktadır.

Dünya genelinde margarinlerin *trans* oleik asit içeriklerinin belirlendiği benzer araştırmalara birkaç örnek vermek gerekirse;

Bayard ve Wolf (1995), inceledikleri 12 yumuşak margarinin *trans* $C_{18:1}$ içeriğini ortalama $\%13,5\pm 3,6$ oranlarında vermişlerdir. Tsanev ve ark. (1998), Bulgaristan'daki margarinler için oleik asitin *trans* izomer içeriğini $\%1,9-8,0$ arasında vermişlerdir. Ratnayake ve ark. (1998), Kanada'da kısmi hidrojenasyon tekniğiyle üretilen yağların tümünde en çok *trans* yağ asidi içeriğini *trans* $C_{18:1}$ ($\%16,3-43,7$ ort. $\%34,3$) olarak belirtmişlerdir. Tavella ve ark. (2000), çalışmalarında, *trans* $C_{18:1}$ yağ asidi miktarını, $\%18,15-31,84$ olarak belirtmişlerdir. Alonso ve ark. (2002)'nin, İspanya'da 12 farklı margarin üzerinde yaptıkları çalışmalarında *trans* oleik asit içeriği $\%0,15-20,21$ olarak verilmiştir. Torres ve ark. (2002). Portekiz'de 17 farklı margarinin *trans* $C_{18:1}$ yağ asidi içeriğini $\%0,1-8,2$; Anwar ve ark. (2006) Pakistan'da inceledikleri 10 adet margarin için *trans* $C_{18:1}$ içeriğini $\%2,45-19,1$ olarak vermişlerdir. Saunders ve ark. (2008) Yeni Zelanda'da yaptıkları çalışmalarında *trans* $C_{18:1}$ oranını margarinlerde $\%1,6-6,9$; olarak vermişler ve Wagner ve ark. (2008), Avusturya'da yaptıkları araştırmalarında margarinlerin *trans* $C_{18:1}$ oranını $\%3,9$ olarak vermişlerdir. Precht ve Molquentin (2000), Alman ayçiçeği margarinlerinin *trans* $C_{18:1}$ içeriğini $\%0,01$ olarak belirtilmiştir.

Ülkemizde yapılan benzer çalışmalara değinmek gerekirse;

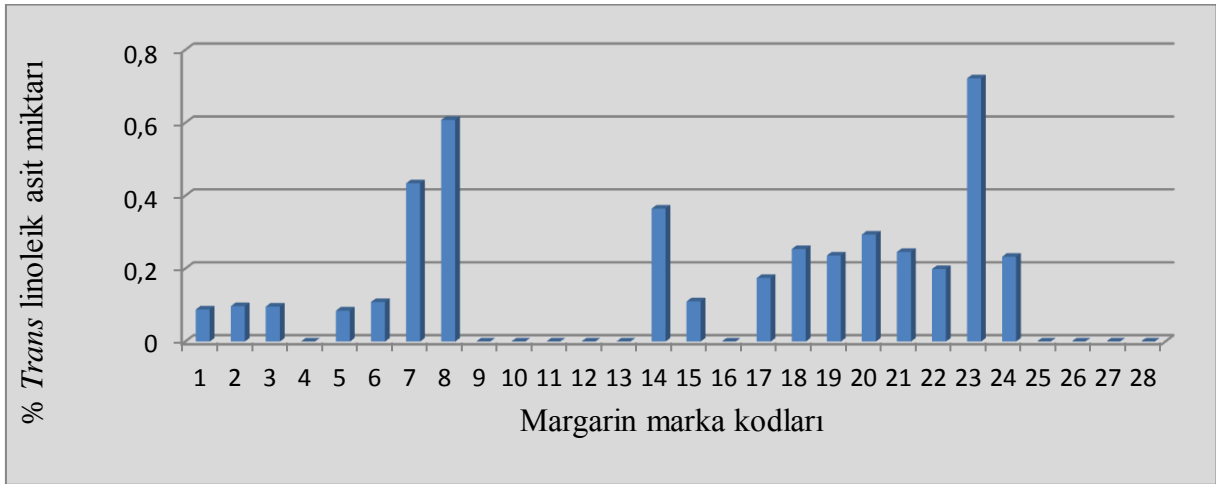
Arıcı ve ark. (2002), 13 yumuşak ve 10 sert margarinini inceledikleri çalışmalarında, sert margarinler için *trans* C_{18:1} yağ asiti miktarını %18,5-29,8; Yumuşak margarinler için ise %0,7-8,1olarak vermişler; Çetin ve ark. (2003), 10 adet margarin örneğinin *trans* C_{18:1} içeriğini %0,4-27,4 miktarlarında vermişlerdir. Başol (2006), margarinlerde *trans* oleik asitin en çok miktarda karşılaşılan *trans* yağ asiti olduğunu belirtmiş ve çalışmasında; *trans* C_{18:1} oranını %2,4-21,3 olarak belirtilmiştir. Taşan ve Geçgel (2007), 15 farklı bitkisel karışım sıvı yağlarının yağ asitleri bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında 8 örnekte *trans* C_{18:1} miktarını %0,05-0,49 arasında vermişlerdir. Demir (2011), *trans* yağ asiti içermez ifadesi bulunan, 8 adet farklı markalara ait margarin örneklerini incelemiş ve *trans* oleik asit değerlerinin %0-0,37 arasında olduğunu belirlemiştir.

Bizim çalışmamızda ise 28 farklı margarinin *trans* oleik asit miktarlarına ait ortalamalarının paket margarinlerde %0-0,50 ve kase margarinlerde ise % 0-0,29 arasında olduğu ve *trans* oleik asitin literatürde bazı araştırmalarda da belirtildiği gibi margarinlerdeki en karakteristik *trans* yağ asiti olduğu anlaşılmaktadır. *Trans* oleik asit için araştırmamızın sonuçları, ülkemizde ve dünyada yapılan benzer çalışmalarla kıyaslandığında, 2006-2007 yıllarından sonraki araştırma sonuçlarına benzer veya yakın olduğu, fakat daha öncesinde yapılan araştırma sonuçlarının oldukça altında kaldığı anlaşılmaktadır.

4.5. *Trans* linoleik asit (C_{18:2} *trans*)

Çizelge 4.1.1. ve 4.1.3. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarına ait ortalamalarının % 0-0,72 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. *Trans* linoleik yağ asiti miktarları paket margarinlerde %0-0, 0,43 ve kase margarinlerde ise % 0-0,722 arasındadır. En yüksek *trans* linoleik asit miktarı 23 no'lu kase margarine aittir. İncelenen 16 adet paket margarinin 7'sinde *trans* linoleik asite rastlanmamıştır. Kase margarinlerin ise 8'inde *trans* linoleik asite rastlanmış, geri kalan 4 örnekte rastlanmamıştır.

Margarinlerin toplam *trans* linoleik asit miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri Şekil 4.5.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.5.1. Margarinlerin *trans* linoleik asit (C_{18:2} *trans*) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam *trans* linoleik asit (C_{18:2} *trans*) miktarları arasında (Çizelge 4.5.1.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.5.1. Margarin (paket) markalarına ait *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	1,501	0,100	177908,5**
Hata	32	1,80E-005	5,63E-007	
Genel	47	1,501		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.5.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.2. Margarin (paket) markalarına ait *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
4	0	a
9	0	a
10	0	a
11	0	a
12	0	a
13	0	a
16	0	a
5	0,09	b
3	0,09	b
1	0,1	c
2	0,1	c
6	0,11	d
15	0,11	d
14	0,36	e
7	0,43	f
8	0,61	g

Çizelge 4.5.2. incelendiğinde, farklı paket margarin örneklerinin, *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarları bakımından 7 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Diğer taraftan 14 farklı kase margarin örneğine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarları arasında (Çizelge 4.5.3.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.5.3. Margarin (kase) markalarına ait *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	1,347	0,122	183641,8**
Hata	24	1,60E-005	6,67E-007	
Genel	35	1,347		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.5.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.5.4. Margarin (kase) markalarına ait *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
25	0	a
26	0	a
27	0	a
28	0	a
17	0,17	b
22	0,2	c
24	0,23	d
19	0,24	d
21	0,25	d
18	0,25	d
20	0,29	e
23	0,72	f

Çizelge 4.5.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarları bakımından 6 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, *trans* linoleik asit içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.5.5.) ve istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.5.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}) miktarlarının varyans analizi sonuçları (P<0,01)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Ambalajlar arası	1	0,106	0,106	3,060**
Hata	82	2,848	0,035	
Genel	83	2,954		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, margarinlerin *trans* linoleik asit oranlarının artmasında ya da azalmasında, margarinlerin yumuşak tip (kase) veya sert tip (paket) olmasıyla istatistiksel açıdan bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.

Ülkemizde ve dünya genelinde margarinlerin yağ asitleri içeriklerinin belirlendiği benzer araştırmalardan *trans* linoleik asit için verilen sonuçlara birkaç örnek vermek gerekirse;

Tsanev ve ark. (1998), Bulgaristan'da yaptıkları çalışmalarında margarinlerdeki linoleik asitin *trans* izomer içeriklerini %0,4-1,4 arasında vermişlerdir. Precht ve Molquentin (2000), Almanya'da margarinlerin, *trans* C_{18:2} içeriğini ortalama %0,45 olarak vermişlerdir. Torres ve ark. (2002), Portekiz'de yaptıkları çalışmalarında 17 farklı margarinin yağ asiti kompozisyonlarını incelemişler *trans* linoleik yağ asitinin %0,1-2,2 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Anwar ve ark. (2006), Pakistan'da 10 adet margarin örneğini incelemişler ve *trans* C_{18:2} oranını %0,5-2,0 arasında belirtmişlerdir. Saunders ve ark. (2008), Yeni Zelanda'da yaptıkları çalışmada *trans* C_{18:2} miktarını margarinlerde %0-0,5 arasında vermişlerdir. Wagner ve ark. (2008), Avusturya'da yaptıkları çalışmalarında margarinlerin *trans* C_{18:2} oranını ortalama %0,23 olarak belirtmişlerdir.

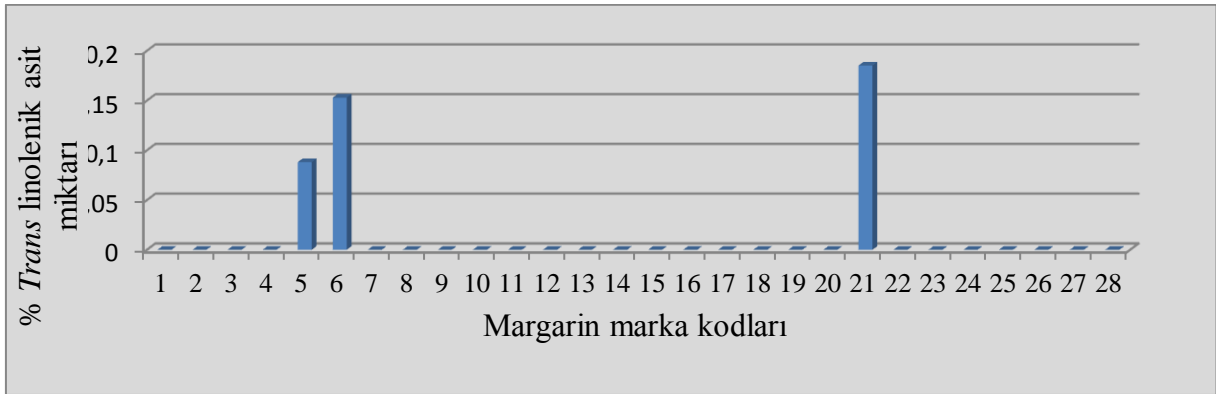
Öte yandan Arıcı ve ark. (2002), yaptıkları çalışmada ülkemizde üretilen 13 yumuşak ve 10 sert margarinini inceledikleri çalışmalarında, sert margarinlerde *trans* C_{18:2} yağ asitini %1,6-4,4 yumuşak tip margarinlerde ise %0,1-1,5 arasında belirtmişlerdir. Başol (2006), 7 endüstriyel margarin tesisinden toplam 45 adet örnek incelediği çalışmasında *trans* C_{18:2} miktarını %0,2-2,9 olarak belirtmiştir. Taşan ve Geçgel (2007), 15 farklı bitkisel karışım sıvı yağlarının yağ asitleri bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında örneklerin 13'ünde *trans* C_{18:2} miktarını %0,05-0,37 arasında olduğunu belirtmişlerdir. Demir (2011), *trans* yağ asiti içermez ifadesi bulunan kek, bisküvi, margarin ve cipslerin yağ asitleri kompozisyonlarını incelediği çalışmasında, margarin *trans* linoleik asit (C_{18:2}) değerlerinin %0-0,42 olarak belirtmişlerdir.

Kase ve paket olmak üzere 28 farklı margarinin *trans* linoleik asit (C_{18:2}) miktarlarına ait ortalamalarının % 0-0,72 arasında, paket margarinlerde %0-0,43 ve kase margarinlerde ise % 0-0,72 arasında olduğu görülmektedir. Toplam 11 örnekte *trans* linoleik asit bulunmamıştır. En yüksek *trans* linoleik asit miktarı 23 no'lu kase margarine aittir. İncelenen 16 adet paket margarinin 7'sinde *trans* linoleik asite rastlanmamış, Kase margarinlerin ise 8'inde *trans* linoleik asite rastlanmış, geri kalan 4 örnekte rastlanmamıştır. Araştırma sonuçlarını yapılan benzer araştırmalarla karşılaştırmak gerekirse, incelenen örneklerdeki *trans* linoleik asit değerlerinin özellikle 2006 yılından bu yana yapılan benzer araştırmaların sonuçlarında verilen değerlerin arasında olduğu, bazılarında ise yakın sonuçlar elde edildiği anlaşılmaktadır. Fakat daha önceki yıllarda yapılan benzer çalışmaların sonuçlarındaki *trans* linoleik asit değerlerinin oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

4.6. *Trans* linolenik asit (C_{18:3 trans})

Çizelge 4.1.1. ve 4.1.3. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin *trans* linolenik asit miktarlarına ait ortalamalarının % 0-0,18 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. *Trans* linolenik yağ asiti miktarları paket margarinlerde %0-0,15 ve kase margarinlerde ise % 0-0,18 arasındadır. En yüksek *trans* linolenik asit miktarı 21 no'lu kase margarine aittir. İncelenen 16 adet paket margarinin yalnızca 2'sinde *trans* linolenik asite rastlanmıştır. Kase margarinlerin ise 1'inde *trans* linolenik asite rastlanmış, geri kalan 11 örnekte rastlanmamıştır.

Margarinlerin toplam *trans* linolenik asit miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri Şekil 4.6.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.6.1. Margarinlerin *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarları arasında (Çizelge 4.6.1.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.6.1. Margarin (paket) markalarına ait *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	0,082	0,005	43596,800**
Hata	32	4,00E-006	1,25E-007	
Genel	47	0,082		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.6.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6.2. Margarin (paket) markalarına ait *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
1	0	a
2	0	a
3	0	a
4	0	a
7	0	a
8	0	a
9	0	a
10	0	a
11	0	a
12	0	a
13	0	a
14	0	a
15	0	a
16	0	a
5	0,9	b
6	0,15	c

Çizelge 4.6.2. incelendiğinde, farklı paket margarin örneklerinin, *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarları bakımından 3 farklı grup oluşturdukları görülmektedir.

Diğer taraftan 14 farklı kase margarin örneğine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarları arasında (Çizelge 4.6.3.) istatistiksel açıdan önemli (P<0,01) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.6.3. Margarin (kase) markalarına ait *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	0,094	0,009	102675,0**
Hata	24	2,00E-006	8,33E-008	
Genel	35	0,094		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları Çizelge 4.6.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.6.4. Margarin (kase) markalarına ait *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}) miktarlarının Duncan testi sonuçları (P<0,01)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
17	0	a
18	0	a
19	0	a
20	0	a
22	0	b
23	0	c
24	0	d
25	0	e
26	0	f
27	0	g
28	0	h
21	0,19	i

Çizelge 4.6.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, *trans* linolenik asit ($C_{18:3}$ *trans*) miktarları bakımından 2 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, *trans* linolenik asit içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.6.5.) ve istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.6.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait *trans* linolenik asit ($C_{18:3}$ *trans*) miktarlarının varyans analizi sonuçları ($P<0,01$)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Ambalajlar arası	1	3,57E-006	3,57E-006	0,002**
Hata	82	0,176	0,002	
Genel	83	0,176		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına bakıldığında, margarinlerin *trans* linolenik asit oranlarının artmasında ya da azalmasında, margarinlerin yumuşak tip (kase) veya sert tip (paket) olmasıyla istatistiksel açıdan bir ilişki olmadığı anlaşılmaktadır.

Precht ve Molquentin (2000), Almanya’da yaptıkları çalışmalarında margarinlerde; *trans* $C_{18:3}$ oranını ortalama %0,03 olarak vermişler, Torres ve ark. (2002), Portekiz’de yaptıkları çalışmalarında 17 farklı margarinin yağ asiti kompozisyonlarını incelemişler ve $C_{18:3}$ *trans* yağ asitinin %0,2-8,9 arasında değiştiğini belirtmişlerdir. Anwar ve ark. (2006) Pakistan’da 10 adet margarin örneğini inceledikleri çalışmalarında, margarinlerin toplam *trans* yağ asitleri oranı %2,45-21,1; *trans* $C_{18:1}$ oranı %2,45-19,1 ve *trans* $C_{18:2}$ oranı %0,5-2,0 olarak *trans* $C_{18:3}$ yağ asitinin ise bulunmadığını belirtmişlerdir. Saunders ve ark. (2008), Yeni Zelanda’da yaptıkları çalışmalarında margarinlerde *trans* $C_{18:3}$ yağ asitinin %0-0,9 arasında ve en az miktarda bulunan *trans* yağ asiti olduğunu belirtmişlerdir.

Öte yandan ülkemizde yapılan benzer araştırmalarda *trans* linolenik asit açısından bulgular şu şekildedir;

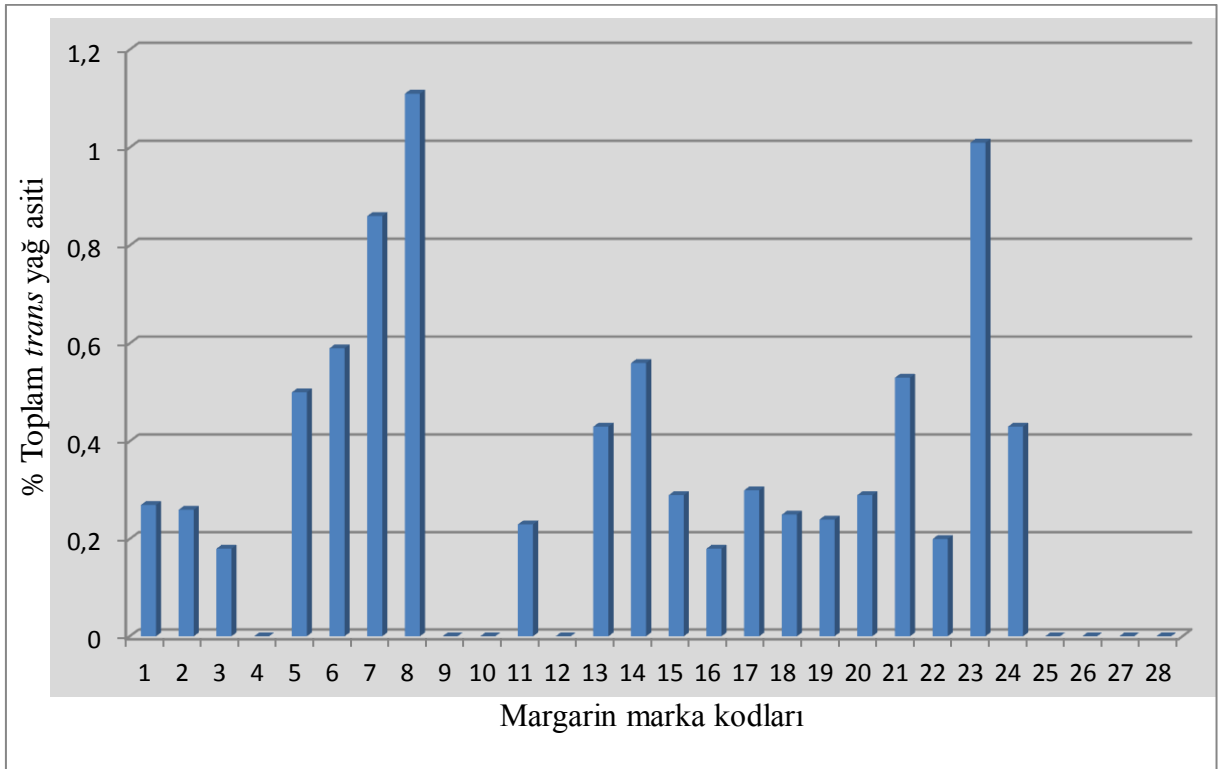
Arıcı ve ark. (2002), 13 yumuşak ve 10 sert margarinini inceledikleri çalışmalarında, sert margarinlerde *trans* C_{18:3} yağ asitini %0-0,1 olarak, yumuşak tip margarinlerde %0-0,2 olarak belirtmişler, Başol (2006), ülkemizde üretilen ve araştırmasında değindiği toplam 45 adet şortening örneklerinin tamamında *trans* oleik asit ve *trans* linoleik asitin bulunduğunu, *trans* linolenik asite ise sadece iki örnekte rastlandığını ve oranının %0-0,1 arasında olduğunu belirtmiştir. Taşan ve Geçgel (2007), 15 farklı bitkisel karışım sıvı yağlarının yağ asitleri bileşimlerini inceledikleri çalışmalarında örneklerin 7'sinde *trans* C_{18:3} miktarını %0,11-0,57 olarak bulmuşlardır. Demir (2011), toplam 8 adet, farklı markalara ait margarin örneklerinin incelendiği çalışmada *trans* linolenik asit (C_{18:3}) değerlerinin %0-0,17 arasında olduğunu belirtmiştir.

Çizelge 4.1.1. ve 4.1.3.'den de anlaşılacağı gibi *trans* linolenik asit (C_{18:3}), paket ve kase margarinlerde en az karşılaşılan *trans* yağ asitidir. Toplam 28 farklı margarin örneğinin 14'ü paket ve 11'i kase olmak üzere 25'inde *trans* linolenik asite rastlanmamıştır. 3 örnekte ise % 0-0,185 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. *Trans* linolenik asit miktarları paket margarinlerde %0-0,152 ve kase margarinlerde ise % 0-0,185 arasındadır. En yüksek *trans* linolenik asit miktarı 21 no'lu kase margarine aittir. Ülkemizde ve dünya genelinde margarinlerin yağ asitleri içeriklerinin belirlendiği benzer araştırmalara bakıldığında da *trans* linolenik asitin en seyrek rastlanan ve en az miktarlarda bulunan *trans* yağ asiti olduğu anlaşılmaktadır.

4.7. Toplam *Trans* Yağ Asiti (TFA)

Çizelge 4.1.2. ve 4.2.4. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin toplam *trans* yağ asiti miktarlarına ait ortalamalarının % 0-1,11 arasında değiştiği anlaşılmaktadır. Toplam *trans* yağ asiti miktarları paket margarinlerde %0-1,11 ve kase margarinlerde ise % 0-1,01 arasındadır. En yüksek toplam *trans* yağ asiti miktarı 8 no'lu paket margarine aittir (%1,11). İncelenen 16 adet paket margarinin 12'sinde *trans* yağ asitlerine rastlanmıştır, yalnızca 4'ünde rastlanmamıştır. Kase margarinlerin ise 4'ünde *trans* yağ asitine rastlanmamış, geri kalan 8 örnekte rastlanmıştır.

Margarinlerin toplam *trans* yağ asiti miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimleri Şekil 4.7.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 4.7.1. Margarinlerin toplam *trans* yağ asiti miktarlarına ait ortalamaların markalara göre değişimi

Yapılan varyans analizleri sonuçlarına göre, 16 farklı paket margarin örneğine ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları arasında (Çizelge 4.7.1.) istatistiksel açıdan önemli ($p<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.7.1. Margarin (paket) markalarına ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	15	4,627	0,308	3701,425**
Hata	32	0,003	8,33E-005	
Genel	47	4,629		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları çizelge 4.7.2.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.2. Margarin (paket) markalarına ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
4	0	a
9	0	a
10	0	a
12	0	a
3	0,18	b
16	0,18	b
11	0,23	c
2	0,26	d
1	0,27	d
15	0,29	e
13	0,43	f
5	0,5	g
14	0,56	h
6	0,59	i
7	0,86	j
8	1,11	k

Çizelge 4.7.2. incelendiğinde, farklı paket margarin örneklerinin, toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları bakımından 11 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Diğer taraftan 14 farklı kase margarin örneğine yapılan varyans analizi sonuçlarına göre, toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları arasında (Çizelge 4.7.3.) istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) farklılıklar belirlenmiştir.

Çizelge 4.7.3. Margarin (kase) markalarına ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları varyans analiz çizelgesi

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Markalar arası	11	2,820	0,256	3845,011**
Hata	24	0,002	6,67E-005	
Genel	35	2,821		

Önemli bulunan varyasyon kaynaklarına Duncan çoklu karşılaştırma testi yapılmış olup, sonuçları çizelge 4.7.4.'de verilmiştir.

Çizelge 4.7.4. Margarin (kase) markalarına ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarlarının Duncan testi sonuçları ($P<0,01$)

Margarin marka kodları	Ortalamalar (%)	Gruplar
25	0	a
26	0	a
27	0	a
28	0	a
22	0,2	b
19	0,24	c
18	0,25	c
20	0,29	d
17	0,3	d
24	0,43	e
21	0,53	f
23	1,01	g

Çizelge 4.7.4. incelendiğinde, 12 farklı kase margarin örneklerinin, toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarları bakımından 7 farklı grup oluşturdıkları görülmektedir.

Paket ve kase margarinlerin kendi aralarında, toplam *trans* yağ asiti içeriği bakımından istatistiksel açıdan farkını anlamak için varyans analizi yapılmış (Çizelge 4.7.5.) ve istatistiksel açıdan önemli ($P<0,01$) bir farklılık belirlenememiştir.

Çizelge 4.7.5. Paket ve kase margarin örneklerine ait toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarlarının varyans analizi sonuçları ($P<0,01$)

Varyasyon Kaynağı	SD	KT	KO	F
Ambalajlar arası	1	0,101	0,101	1,116**
Hata	82	7,451	0,091	
Genel	83	7,552		

Yapılan varyans analizi sonuçlarına bakıldığında yumuşak ya da sert margarinlerin istatistiksel açıdan toplam *trans* yağ asiti içerikleri bakımından farkı olmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 4.1.2. ve 4.1.4. incelendiğinde 3 farklı zamanda alınan 28 farklı margarinin toplam *trans* yağ asiti (TFA) miktarlarına ait ortalamalarının % 0-1,11 arasında değiştiği anlaşılmaktadır.

Önceki yıllarda, dünya genelinde ve ülkemizde margarinler ve şorteningler için yapılan bazı benzer araştırmaların sonuçlarında toplam *trans* yağ asitleri içerikleri şu şekilde verilmiştir;

Kayahan ve Tekin (1994), mutfak ve kahvaltılık margarinlerde inceledikleri 17 örneğin 16'sında *trans* yağ asiti bulunduğunu ve TFA içeriğini %8,86-34,52 gibi yüksek oranlarda belirtmişlerdir. Steinhart ve Pfalzgraf (1994), Alman orijinli 196 adet çeşitli gıda örneklerini inceledikleri çalışmalarında, toplam *trans* yağ asidi miktarlarını şorteningler için % 0,1-31,8; margarinler için; %0,6-23,5 oranlarında vermişlerdir. Block ve ark. (1994), Brezilya'da inceledikleri örneklerin çoğunda toplam *trans* yağ asiti miktarının %0-62 arasında ve ort.%30 olarak belirtmişlerdir. Katan (1995), margarinler üzerinde yaptığı çalışmada, margarinlerin

çoğunun *trans* yağ asidi içeriklerinin % 10'dan daha fazla bulunduğunu belirtmiştir. Greyt ve ark. (1996), Belçika margarinlerinin ortalama *trans* yağ asidi içeriğini %6,36; Macaristan margarinlerinin %14,06 ve İngiltere margarinlerinin %22,20 olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca; Almanya, İspanya, Fransa ve Danimarka'da tüketilen margarinler için ortalama toplam *trans* yağ asitleri içeriğini sırasıyla %10,8; %10,8±8,8; %13,03±6,80 ve %7,4±4,4 olarak vermişlerdir. Henniger ve Ulberth (1996), Avusturya'da yaptıkları çalışmalarında yumuşak ve sert margarinlerin *trans* yağ asidi içeriklerini sırasıyla %15,7±5,8 ve 21,3±5,3 olarak vermişlerdir. Ratnayeke ve ark. (1998), Kanada'da 79 adet tüp margarin üzerinde yaptıkları çalışmalarında, margarinlerin *trans* yağ asidi içeriklerinin %0,9-46,4 arasında ortalama %18,8 olarak belirtmişlerdir. Aro ve ark.(1998), çalışmalarında, yumuşak margarinlerde toplam *trans* yağ asidi içeriğini %0,1-17 iken sert tip margarinlerde %55'e kadar çıktığını belirtmişlerdir. Tekin ve ark. (2002), ülkemizde yaptıkları çalışmalarında margarinlerin toplam *trans* yağ asidi içeriklerini yumuşak tip için %0-7,7 ve sert margarinler için %17,8-37,8 oranlarında vermişlerdir. Triantafillou ve ark. (2003), Yunanistan'da 15 farklı margarinini inceledikleri çalışmalarında, toplam *trans* yağ asidi içeriklerini %0,1-19 oranlarında belirtmişlerdir. Çetin ve ark. (2003), Türkiye'de üretilen 10 adet margarin örneğinin toplam *trans* yağ asitleri oranını %0,9-32,0 olarak vermişlerdir.

Jeyarani ve ark. (2005), Hindistan'da yaptıkları çalışmalarında 9 farklı markaya ait vanaspati margarinlerin toplam *trans* yağ asidi içeriklerini %5,9-30 arasında tespit etmişlerdir. Huang ve ark. (2006). Afrika ülkelerinde en çok ve en yüksek düzeyde bulunan *trans* yağ asidinin C_{18:1} olarak belirttikleri çalışmalarında, margarinlerin ortalama toplam *trans* yağ asidi içeriğini %19,13 olarak belirtmişlerdir. Sugahara ve ark. (2006) Japonya'da yaptıkları çalışmalarında TFA içeriklerini sert tip margarinlerde %2,9-22,4 (ort. 13,4); yumuşak tip margarinlerde %1,1-17,0 (ort. 9,9) olarak vermişlerdir.

Başol (2006), ülkemizde incelediği 45 şortening örneği için TFA içeriklerini %2,7-23,9 arasında vermiş, Karabulut ve Turan (2006), yaptıkları çalışmalarında 15 adet margarin ve 10 adet şortening örneği için toplam *trans* yağ asidi içeriklerini sırasıyla %0,4-39,4 ve %2-16,5 olarak belirtmişlerdir. Taşan ve Geçgel (2007) 15 farklı bitkisel karışım sıvı yağlarının yağ toplam ortalama *trans* yağ asidi içeriklerini %0-0,87 arasında belirtmişlerdir. Demir (2011), *trans* yağ asidi içermez ifadesi bulunan toplam 8 adet, farklı markalara ait margarinlerde TFA düzeyini %0,19-0,79 arasında belirtmiştir.

Çizelge 4.1.1. incelendiğinde toplam *trans* yağ asiti miktarları paket margarinlerde %0-1,11 ve kase margarinlerde ise % 0-1,01 arasındadır. En yüksek toplam *trans* yağ asiti miktarı 8 no'lu paket margarine aittir (%1,11). Araştırma sonucu elde edilen toplam *trans* yağ asidi oranları, dünya genelinde ve ülkemizde yapılan benzer çalışma sonuçlarındaki oranlarla karşılaştırıldığında, yasal düzenlemelerin kendini hissettirdiği, özellikle 2006, 2007 yıllarından sonraki sonuçlarla benzerlik göstermekte ve toplam *trans* yağ asiti oranları, birçok araştırmanın sonuçlarında belirtilen sınırlar arasında veya bu sınırlara çok yakın olduğu anlaşılmaktadır. Fakat daha önceki yıllarda yapılan araştırmalarda belirtilen TFA oranlarının, araştırmamız sonuçlarına kıyasla oldukça yüksek olduğu anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Yağ asitlerinin *trans* izomerleri, inek, koyun, keçi ve diğer geviş getiren hayvanların sütlerinde ve yağlarında doğal olarak bulunması sebebiyle eski çağlardan bu yana tüketilmektedir. Fakat endüstriyel olarak üretilen margarin, şortening gibi ürünlerde bulunabilmeleri sebebiyle daha fazla üzerinde durulmaya başlanmıştır.

Günümüzde özellikle gelişmiş ülkelerde yapılan pek çok araştırmada, hazır yiyecekler (fast food), unlu mamuller, çikolatalar ve özellikle üretiminde kısmi hidrojenasyon tekniğinin kullanıldığı margarin ve şorteningler gibi gıda maddelerinde yüksek miktarda bulunan *trans* yağ asitlerinin sağlığa olan zararlarına dikkat çekilmektedir.

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Gıda-Tarım Örgütü (FAO) gibi çeşitli gıda, tarım ve sağlık kuruluşları ve sivil toplum örgütleri tüketicilere mümkün olduğunca *trans* yağ asiti içeriği düşük gıdaları tercih etmeleri konusunda tavsiyelerde bulunmaktadır. Amerika Birleşik Devletleri'nde FDA 1 Ocak 2006'dan itibaren tüm gıda maddelerinin etiketlerinde *trans* yağ miktarlarının belirtilmesi zorunluluğunu getirmiştir. Diğer yandan Danimarka, Kanada gibi çok sayıda gelişmiş ülkeler de gıda etiketlerinde *trans* yağ asitlerinin belirtilmesi konusunda yasal düzenlemeler getirmişlerdir. Birçok ülkenin bu konuda yasal düzenlemelere gitmesiyle birlikte ülkemizde de Türk Gıda Kodeksi, 2007 yılında yapılan değişiklikle *trans* yağ asidi içeriği beyan kuralları belirlenmiştir. Türk Gıda Kodeksi ilgili tebliğine göre besin öğeleriyle ilgili beyan tablosunda "*trans* yağ asiti içermez" ifadesi bulunabilmesi için *trans* yağ asiti miktarının, gıdadaki toplam yağın 100gramında 1 gramdan az olma şartı vardır.

İncelenen margarin örneklerinin çoğunun etiketlerinde "*trans* yağ asiti içermez" beyanı bulunmaktadır. Çalışmada incelenen 16 paket (sert) ve 12 kase (yumuşak) margarinin toplam *trans* yağ asiti içerikleri %0-1,11 arasında değişmekte olup toplam *trans* yağ asiti miktarları paket margarinlerde %0-1,11 ve kase margarinlerde ise % 0-1,01 arasındadır. 4'ü paket ve 4'ü kase olmak üzere toplam 8 margarinde *trans* yağ asitine rastlanmamıştır. Çalışma sonuçlarına göre toplam *trans* yağ asiti içerikleri bakımından kase ve paket margarinler arasında bir fark olmadığı, fakat paket margarinlerin *trans* oleik asit (C_{18:1} *trans*) içeriğinin kase margarinlere kıyasla daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Ayrıca paket margarinlerin kase margarinlere oranla daha fazla doymuş yağ asiti içerdiği, bir başka deyişle kase margarinlerin paket margarinlere göre daha fazla doymamış yağ asiti içerdiği belirlenmiştir. İlave olarak doymuş yağ asitleri

içinde en yüksek oran palmitik asite (C_{16:0}) aittir. Paket margarinlerin daha fazla doymuş yağ asiti içermesi kase margarinlere göre daha sert bir tekstüre sahip olması gerekliliğiyle açıklanabilir. Aynı zamanda paket margarinlerde *trans* yağ asitleri, doymuş yağ asitleri bilhassa palmitik asit ile ikame edilmiştir.

Dünya genelinde ve ülkemizde yapılan benzer çalışmalara bakıldığında, geçmiş yıllarda margarinlerin toplam *trans* yağ asiti içeriklerinin çok daha yüksek oranlarda olduğu, *trans* yağ asitlerinin sağlıkla ilişkisini ortaya koyan araştırmalar, çeşitli sağlık kuruluşlarının tavsiyeleri ve yasal düzenlemeler sonucunda, yakın zaman içerisinde bu oranın hızla düştüğü anlaşılmaktadır. Toplumun *trans* yağ asitlerinin zararları konusunda bilinçlenmesi, *trans* yağ asiti içeriği düşük olan veya *trans* yağ asiti içermeyen gıdaları tercih etmeleri, margarin üreticilerini de yağların yapılarında yer alan unsurların doğal yapılarının mümkün olduğunca korunduğu ve *trans* yağ içeriklerini arttırmayan üretim tekniklerine itmektedir. Söz konusu teknikler, trigliseritlerin ergime ya da donma noktaları farkından yararlanılan fraksiyone kristalizasyon ile yağ asitlerinin trigliseritlerdeki yerleşim yerlerinin ergime noktası üzerine yaptığı etkilerden yararlanılan interesterifikasyon teknikleridir. Diğer taraftan hidrojenasyon prosesinin modifikasyonu, başka bir deyişle *trans* yağ asiti içeriği düşük düzeyde üretim için kısmi hidrojenasyon proses şartlarının iyileştirilmesi de margarin sektöründe yaşanan dönüşümün bir parçasıdır.

İnsan sağlığını tehdit eden *trans* yağ asiti miktarlarının, margarin gibi çeşitli yağ ve yağ oranı yüksek gıda maddeleri için yasal üst limitlerin belirlenmesi gerekmektedir. Gelişmiş ülkelerde olduğu gibi ülkemizde tüketicilerin daha fazla bilinçlendirilmesi, çeşitli gıda maddelerinin *trans* yağ asiti içeriklerine ilişkin araştırmalar, üreticilere bu konuda yapılan baskıyı arttıracak ve yasal düzenlemelerin bir an önce getirilmesine olanak sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

- Anonymous (1996). Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar-Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Gaz Kromatografisiyle Analizi Standartı. TS 4664 EN ISO 5508. www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard (erişim tarihi, 11.03.2011).
- Anonymous (2002). Hayvansal ve Bitkisel Katı ve Sıvı Yağlar- Yağ Asitleri Metil Esterlerinin Hazırlanması Standartı. TS 4504 EN ISO 5509. www.tse.org.tr/TSEIntWeb/Standard (erişim tarihi, 11.03.2011).
- Anonymous (2007). *Trans Fatty Acids*, Institute of Food Science and Technology Trust Fond, www.ifst.org (erişim tarihi, 19.02.2011).
- Anwar F, Bhangar MI, Iqbal S, Sultana B (2006). Fatty Acid Composition of Different Margarines and Butters From Pakistan With Special Emphasis on *Trans* Unsaturated Contents. *Journal of Food Quality*, 29: 87-96.
- Aro A, Amelsvoort JV, Becker W, Baart MA, Kafatos A, Leth T, Van Poppel G (1998). *Trans* FA in Dietary Fats and Oils From 14 European Countries: The Transfair Study. *Journal of Food Composition and Analysis*, 11: 137-149.
- Arıcı M, Taşan M, Geçgel Ü, Özsoy S (2002). Determination of fatty acid composition and total *trans* fatty acids of Turkish margarines by Capillary Gas-Liquid Chromatography. *Journal of American Oil Chemistry Society*, 79: 439-441.
- Başol B (2006). Ülkemizde Üretilen Bazı Şorteninglerin Yağ Asiti Bileşimlerinin ve *Trans* Yağ Asiti İçeriklerinin Belirlenmesi Üzerine Bir Araştırma. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Bayard CC, Wolff RL (1995). *Trans* C18:1 Acids in French Tube Margarines and Shortening: Recent Trends. *J.Amer. Oil Chem. Soc.*, 72(12): 1485-1489.
- Beninca C, Zanoelo FE, Luzjunior LF, Spricigo CB (2009). *Trans* Fatty Acids In Margarine Marketed In Brazil: Content, Labeling Regulations and Consumer Information. *European Journal Lipid Science Technology*, 111: 451-458.
- Bensadoun A (2003). *Trans Fatty Acids- Health and Labelling Issues*. Division of Nutritional Sciences, Cornell University. www.nutrition.cornell.edu/index.html.(erişim tarihi, 22.02.2011).
- Block JM, Borrero-Arellano D (1994). Hydrojenated Products in Brazil: *trans* isomers, Physico-chemical characteristics and fatty acid composition, *Arch. Latinoam. Nutr.* 44(4):281-285.

- Bolte G, Winkler G, Hölscher B, Thefeld W, Weiland SK, Heinrich J (2004). Margarine consumption, asthma and allergy in young adults: Results of the German National Health Survey, 15: 207-213.
- Brat J, Pokorny J, (2000). Fatty acid Composition of margarines and Cooking Fats Available on the Czech Market. Journal of Food Composition and Analysis, 13: 337-343.
- Caponio F, Gomes t, Bilancia M T (2003). Measurement of degradation of the lipid fraction in margarines. Eur. Food Res. Technol., 216:83-87.
- Cavendish TA, Lemos PB, Yokota RT, Vasconcelos TF, Coelho PF, Buzzi M, Ito MK (2010). Fatty Acid Composition of Hydrogenated or Interesterified margarines. Cienc. Tecnol. Aliment., Campinas, 30(1):138-142.
- Çakmak YS, (2007). Marketlerde Satılan Çikolatalardaki *Trans* Yağ Asitlerinin Belirlenmesi. Y.Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Konya.
- Çetin M, Yıldırım A, Şahin AM (2003). Determination of Fatty Acids and Some Undesirable Fatty Acid Isomers in Selected Turkish Margarines. European Journal of Lipid and Science Technology, 105: 683-687.
- Dağlıoğlu O, Taşan M, Geçgel Ü (2006). Fırın Ürünlerinde *Trans* Yağ Asitleri. Hububat Ürünleri Teknolojisi Kongresi, 190-195, Gaziantep.
- Demir BA (2011). *Trans* Yağ Asiti İçermez Beyanı Bulunan Bazı Endüstriyel Gıdaların Yağ Asiti Profilleri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Demirci M, (2009). Beslenme. Onur Grafik Yayıncılık, 342s, İstanbul.
- Dıraman H, Hışıl Y, Gündüz HH (2008). Çeşitli Yemeklik Bitkisel Tohum Yağlarında, Margarinlerde ve Zeytinyağlarında *Trans* Yağ Asitleri. Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi, 3: 1-7.
- Ellios SL, Innis SM (2002). Bakery foods are the major dietary source of *trans* fatty acids among pregnant woman with diets providing 30 percent energy from fat. Journal of American Dietetic Association, 102(1): 46-51.
- Ghotra BS, Dyal SD, Narine SS (2002). Lipid Shortenings: A Review. Food Research International 35, 1015-1048.
- Greyt, WDE, Radanyi O, Kellens M, Huyghebaert A (1996). Contribution of *trans* fatty acids from vegetable oils and margarines to the Belgian diet. Fat/Lipid, 98: 30-33.
- Gürcan T, (2002). *Trans* Yağ Asitleri ve Kalp Hastalıkları Açısından Önemi, Gıda Dergisi Eylül, 70-71.

- Henniger M, Ulberth F (1996). *Trans* fatty acids in margarines and shortenings marketed in Austria. *Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und Forschung*, 203(3): 201-215.
- Huang Z, Wang B, Pace RD, Oh HJ (2006). *Trans* Fatty Acid Content of Selected Foods in an African-American Community. *Journal of Food Science*, 71(6): 322-327.
- Hunter JE (2005). Dietary Levels of *Trans* Fatty Acids: Basis For Health Concerns And Industry Efforts To Limit Use. *Nutrition Research*, 25,: 499-513.
- Hunter JE (2006). Dietary *trans* fatty acids: Review of recent human studies and food industry responses. *Lipids*, 41(11): 967-992.
- Huth PJ (2007). Do ruminant *trans* fatty acids impact coronary heart disease risk? *Lipid Technology*, 19(3): 59-62.
- Jeyarani T, Reddy SY (2005). Physicochemical Evaluation of Vanaspati Marketed in India. *Journal of Food Lipids*, 12: 232-242.
- Kandhro A, Sherazi STH, Mahesar SA, Bhangar MI, Talpur MY, Rauf A (2008). GC-MS quantification of fatty acid profile including TFA in the locally manufactured margarines of Pakistan. *Food Chemistry*, 109: 207-211.
- Karabulut S, Turan S, (2006). Some properties of margarines and şortenings marketed in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19: 55-58.
- Katan M B (1995). Exit *Trans* Fatty Acids, *Lancet*, 346: 1245-1246.
- Kayahan M, Tekin A (1994). Türkiye’de üretilen bazı margarinlerdeki *trans* yağ asitleri ve konjuge yağ asitleri miktarları üzerine araştırma. *Gıda Dergisi*, 19(3):147-153
- Larque E, Zamora S, Gil A (2001). Dietary *trans* fatty acids in early life; a review. *Early Human Development*, 65: 31-41.
- Leth T, Jensen HG, Mikkelsen AE, Bysted A (2006). The effect of the regulation on *trans* fatty acid content in Danish food. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 53-56.
- Marekov I, Tarandjiiska R, Panayotova S, Nikolova N (2002). Comparison of Fatty Acid Composition of Domestic and Imported Margarines and Frying Fats in Bulgaria. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 104: 410-418.
- Martin CA, Milinsk MC, Visentainer JV, Matsushita M, De-Souza NE (2007). *Trans* Fatty Acid-Forming Processes in Foods: A Review. *Annals of the Brazilian Academy of Sciences*, 79(2): 343-350.
- Matsuzaki H, Okamoto H, Aoyama M, Maruyama T, Niiya I, Yangita T, Sugano M (2002). *Trans* Fatty Acids in Margarines Marketed in Eleven Countries. *Journal of Oleo Science*, 51(8): 555-561.

- Meinsk RP, Katan MB, (1990). Effect of Dietary *Trans* Fatty Acids on High Density and Low Density Lipoprotein Cholesterol Levels in Healty Subjects. *New England Journal of Medicinel*, 323: 439-445.
- Moss J (2006). Labeling of *trans* fatty acid content in food, regulations and limits-the FDA view. *Atherosclerosis Supplements*, 7: 57-59.
- Nas S, Gökalp HY, Ünsal M (2001). *Bitkisel Yağ Teknolojisi*. Pamukkale Üniversitesi Yayınları, 301s, Denizli.
- Norris S (2005). *Trans* Fats: The Health Burden. Parliamentary Information and Research Service Science and Technology Division.
- Olgun Z, Özçelik B (2009). *Trans* yağ asitleri ve sağlık üzerine etkileri. İstanbul, <http://forum.gidamuhendisi.net/arastirma-projeleri/trans-yag-asitleri-ve-saglik-uzerine-etkileri-t198.html> (erişim tarihi, 14.01.2011).
- Oliveira MAL, Solis VES, Gioielli LA, Polakiewicz B, Tavares MFM (2003). Method for development for the analysis of *trans* fatty acids in hydrojenated oils by capillary Electrophoresis. *Electrophoresis*, 24: 1641-1647.
- Ovesen L, Leth T, Hansen K (1996). Fatty Acid Composition Of Danish Margarines and Shortenings With Special Emphasis On *Trans* Fatty Acids. *Denmark Lipids*, 31(9): 971-975.
- Pedersen J I, Johansson L, Thelle D (1998). *Trans* Fatty Acids and Health. *Tidsskr. Nor. Laegeforen*, 118: 3474-3480.
- Precht D, Molкетин J (1997). Comparison of the fatty acids including *trans* content and the isomeric distribution of *trans* C_{18:1} fatty acids of milk fat, margarine, shortenings, cooking and dietetic fats. *Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte*, 49(1): 17-34.
- Precht D, Molкетин J (2000). Recent trends in the fatty acids composition of German sunflower margarines, shortenings and cooking fats with special emphasis on individual C_{16:1}, C_{18:1}, C_{18:2} and C_{20:1} *trans* izomers. *Nahrung-Food*, 44(4): 222-228.
- Ratnayake WMN, Pelletier G, Hollywood R, Bacler S, Leyte D (1998). *Trans* Fatty Acids in Canadian Margarines: Recent Trends. *J.Amer oil chem. Soc.* Vol.75 no:11.
- Ratnayake WMN, Gagnon C, Dumais L, Lillycrop W, Wong L, Meleta M, Calway P (2007). *Trans* Fatty Acid Content of Canadian Margarines Prior to Mandatory *Trans* Fat Labelling. *Journal of Amer. Oil. Chem. Soc.*, 84: 817-825.
- Remig V, Franklin B, Margolis S, Kostas G, Nece T, Street JC (2010). *Journal of American Dietetic Association*, 110: 585-592.
- Saunders D, Jones S, Devane GJ, Scholes P, Lake RJ, Paulin SM (2008). *Trans* fatty acids in the New Zeland food supply. *Journal of Food Composition & Analysis*, 21: 320-325.

- Sausenthaler S, Kompauer I, Borte M, Herbarth O, Schaaf B, Berg A, Zutavern A, Heinrich J (2006). Margarine and Butter Consumption Eczama and Allergic Sensitization in Children. The LISA Birth Cohort Study *Pediatr Allergy Immunol*, 17: 85-93.
- Schakel SF, Harnack L, Wold C, Van Heel N, Himes JH (1999). Incorporation of *trans* fatty acids in to a comprehensive nutrient database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 12: 323-331.
- Semma M (2001). *Trans* Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks. *Journal of Health Science*, 48(1): 7-13.
- Soysal Mİ (1998). Biometrinin Temel Prensipleri. Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, no:95, Tekirdağ.
- Steinhart H, Pfalzgraf A (1994). *Trans* Fettsäuren in Lebensmitteln. *Fat Science Technology*, 96: 42-44.
- Stender S, Astrup A, Dyerberg J (2008). Ruminant and Industrially Produced *Trans* Fatty Acids: Health Aspects. *Food Nutrition Research*, 2008.
- Sugahara R, Okamoto T, Chimi K, Maruyama T, Sugano M (2006). *Trans* Fatty Acid Content in Japanese Commercial Margarines. *Journal of Oleo Science*, 55(2): 59-64.
- Tarrago-Trani MT, Phillips KM, Lemar LE, Holden JM (2006). New and Existing Oils and Fats Used in Products with Reduced *Trans*-Fatty Acid Content. *Journal of the American Dietetic Association*, number:6 vol. 106: 867-880.
- Tavella M, Peterson G, Espeche M, Cavallero E, Cipolla L, Perego L, Caballero B (2000). *Trans* fatty acid content of a selection of foods in Argentina. *Food Chemistry*, 69: 209-213.
- Taşan M, Dağlıoğlu O (2005) *Trans* Yağ Asitlerinin Yapısı, Oluşumu ve Gıdalarla Alınması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi, 2: 79-87.
- Taşan M, Geçgel Ü (2007). Bitkisel karışım sıvı yağların yağ asiti bileşimlerinin incelenmesi. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi,4(1): 1-6.
- Taşan M, Geçgel Ü (2008). *Trans* yağ asiti ile ilgili yasal düzenlemeler ve yağ endüstrisine etkileri. Dünya Gıda Dergisi Ekim Sayısı, 82-86.
- Taşan M, Geçgel Ü (2009). *Trans* Yağ Asiti İle İlgili Yasal Düzenlemeler ve Yağ Endüstrisine Etkileri. Bitkisel Yemeklik Yağlar Sempozyum ve Sergisi, s.369-375.
- Taşan M, Kahyaoğlu G, Demirci M (2007). Beslenmemizde *Trans* Yağ Asitlerinin Kaynakları. Gıda Teknolojisi dergisi, 7: 50-54.
- Tekin A, Çizmeci M, Karabacak H, Kayahan M (2002). *Trans* FA and Solid Fat Contents of Margarines Marketed in Turkey. *JAOCs*, 79(5): 443-445.

- Torres D, Casal S, Oliveira MBPP (2002). Fatty Acid Composition Of Portuguese spreadable Fats with Emphasis On *Trans* Isomers, *Eur Food Technol*, 214: 108-111.
- Triantafyllou D, Zografos V, Katsikas H (2003). Fatty Acid Content of Margarines in The Greek Market (including *trans* fatty acids): a contribution to improving consumers information. *Internatioanal Journal of Food Science and Nutrition*, 54: 135-141.
- Yılmaz N, Demirbaş A, Şahin A (2000). Changes in Membrane Fatty Acid Composition of Human Erythrocytes Obtained From Dietary Margarine Users and Non-Users. *Food Chemistry (ELSEVIER)*, 70: 371-375.
- Yücecan S, Baykan S (1981). *Gıda Kimyası, Gıda Kontrol ve Analizleri*. M.E.B. Temel Ders Kitabı, Yayın No:5, s.51-53, İstanbul
- Wagner KH, Plasser E, Proell C, Kanzler S (2008). Comprehensive Studies on the *Trans* Fatty Acid Content of Austrian Foods: Convenience Products, Fastfood and Fats. *Food Chemistry*, 108: 1054-1060.
- Wagner KL, Auer E, Elmadfa I (1999). Content of *trans* fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *Eur. food Technol*. Springer-Verlag, 210: 237-241.
- Weggemans RM, Rudrum M, Trautwein EA (2004). Intake of ruminant versus industrial *trans* fatty acids and risk of coronary heart disease-what is the evidence. *European Journal of Lipid and Science Technology*, 106: 390-397.
- Wijesundera C, Richards A, Ceccato C (2007). Industrially produced *trans* fat in foods in Australia. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 84(5): 433-442.

EKLER

EK 1. Paket margarin örneklerine ait *trans* oleik asit (C_{18:1} *trans*), *trans* linoleik asit (C_{18:2} *trans*), *trans* linolenik asit (C_{18:3} *trans*), toplam *trans* yağ asitleri (TFA), toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ve toplam doymamış yağ asitleri (UFA) arasındaki korelasyon katsayıları matrisi

YAĞ ASİTİ	C18:1 (<i>trans</i>)	C18:2 (<i>trans</i>)	C18:3 (<i>trans</i>)	TFA	SFA	UFA
C18:1 (<i>trans</i>)	1	0,635**	0,285*	0,909**	0,261	- 0,261
C18:2 (<i>trans</i>)	0,635**	1	- 0,051	0,883**	0,205	- 0,205
C18:3 (<i>trans</i>)	0,285*	- 0,051	1	0,253	0,051	- 0,051
TFA	0,909**	0,883**	0,253	1	0,261	- 0,261
SFA	0,261	0,205	0,051	0,261	1	- 1,000**
UFA	- 0,261	- 0,205	- 0,051	-0,261	- 1,000**	1

* Korelasyon 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli

* Korelasyon 0,01 anlamlılık düzeyinde önemli

EK 2. Kase margarin örneklerine ait *trans* oleik asit (C_{18:1 trans}), *trans* linoleik asit (C_{18:2 trans}), *trans* linolenik asit (C_{18:3 trans}), toplam *trans* yağ asitleri (TFA), toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ve toplam doymamış yağ asitleri (UFA) arasındaki korelasyon katsayıları matrisi

YAĞ ASİTİ	C18:1 (<i>trans</i>)	C18:2 (<i>trans</i>)	C18:3 (<i>trans</i>)	TFA	SFA	UFA
C18:1 (<i>trans</i>)	1	0,738**	0,099	0,863**	0,504**	- 0,503**
C18:2 (<i>trans</i>)	0,738**	1	0,076	0,951**	0,365*	- 0,365*
C18:3 (<i>trans</i>)	0,099	0,076	1	0,279	-0,104	0,105
TFA	0,863**	0,951**	0,279	1	0,400*	- 0,400*
SFA	0,504**	-0,365*	-0,104	0,400*	1	- 1,000**
UFA	- 0,503**	0,365*	0,105	- 0,400*	- 1,000**	1

* Korelasyon 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli

* Korelasyon 0,01 anlamlılık düzeyinde önemli

EK 3. Paket ve kase margarin örneklerine ait *trans* oleik asit (C_{18:1} *trans*), *trans* linoleik asit (C_{18:2} *trans*), *trans* linolenik asit (C_{18:3} *trans*), toplam *trans* yağ asitleri (TFA), toplam doymuş yağ asitleri (SFA) ve toplam doymamış yağ asitleri (UFA) arasındaki korelasyon katsayıları matrisi

YAĞ ASİTİ	C18:1 (<i>trans</i>)	C18:2 (<i>trans</i>)	C18:3 (<i>trans</i>)	TFA	SFA	UFA
C18:1 (<i>trans</i>)	1	476**	0,181	0,832**	0,540**	-0,539**
C18:2 (<i>trans</i>)	476**	1	0,014	0,863**	-0,01	0,009
C18:3 (<i>trans</i>)	0,181	0,014	1	0,259*	-0,013	0,013
TFA	0,832**	0,863**	0,259*	1	0,269*	-0,269*
SFA	0,540**	-0,01	-0,013	0,269*	1	-1,000**
UFA	-0,539**	0,009	0,013	-0,269*	-1,000**	1

* Korelasyon 0,05 anlamlılık düzeyinde önemli

* Korelasyon 0,01 anlamlılık düzeyinde önemli

ÖZGEÇMİŞ

13.01.1986 tarihinde Manisa'nın Soma ilçesinde doğdu. İlköğrenimini Soma'da, orta öğrenimini İzmir Türk Lisesi'nde tamamladı. 2004 yılında Trakya Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Mühendisliği Bölümü'nü kazandı ve 2008 yılında mezun oldu. 2009 yılında Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü'nde lisansüstü eğitimine başladı. Lisansüstü eğitiminin devam ettiği 2010 yılından itibaren Çorlu ilçesinde ambalaj üretimi yapan bir firmada Sorumlu Yönetici/Gıda Mühendisi olarak çalışmaktadır.