

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PAMUK YAĞINDAN ELDE EDİLEN TRANS YAĞ İÇEREN
YEM İLE BESLENEN RATLARDA LİPİT PROFİLİ İLE
KARACİĞER ENZİMLERİNDEN GAMMA GLUTAMİL
TRANSFERAZ (GGT), ASPARTAT AMİNOTRANSFERAZ (AST)
VE ALKALEN FOSFATAZ (ALP)'İN ARAŞTIRILMASI**

Hitame BAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKİMYA (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Zafer BULUT

KONYA – 2018

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**PAMUK YAĞINDAN ELDE EDİLEN TRANS YAĞ İÇEREN
YEM İLE BESLENEN RATLARDA LİPİT PROFİLİ İLE
KARACİĞER ENZİMLERİNDEN GAMMA GLUTAMİL
TRANSFERAZ (GGT), ASPARTAT AMİNOTRANSFERAZ (AST)
VE ALKALEN FOSFATAZ (ALP)'İN ARAŞTIRILMASI**

Hitame BAŞ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKİMYA (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Zafer BULUT

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 17202049 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA – 2018

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

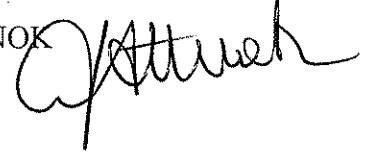
Hitame BAŞ tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Biyokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

Prof. Dr. Vahdettin ALTUNOK

Selçuk Üniversitesi

Veteriner Fakültesi



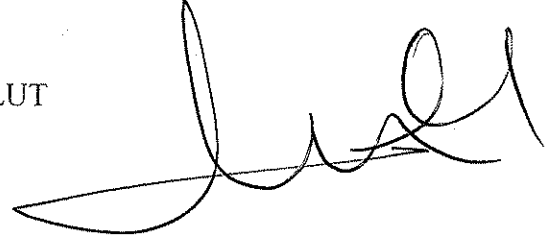
Üye:

Prof. Dr. Zafer BULUT

(Danışman)

Selçuk Üniversitesi

Veteriner Fakültesi

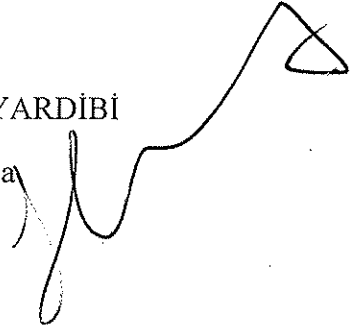


Üye:

Prof. Dr. Hasret DEMİRCAN YARDİBİ

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Veteriner Fakültesi



ONAY:

Bu tez, Selçuk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim Yönetmenliği'nin ilgili maddeleri uyarınca yukarıdaki jüri üyeleri tarafından uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu tarih vesayılı kararıyla kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Ender ERDOĞAN

Enstitü Müdürü

ÖNSÖZ

Çalışmada, 18 adet Wistar Albino cinsi erkek rat kullanıldı. Araştırma SÜDAM ünitesinde yürütüldü. Ratlar 3 eşit gruba ayrıldı. 1. Grup kontrol, 2. ve 3. gruplar ise çalışma grubu olarak oluşturuldu. 1. Gruba standart rat yemi ve su, 2. gruba pamuk yağı ilave edilmiş yem ve su, 3. gruba ise trans yağ ilave edilmiş yem ve su verilerek ad libitum beslenme gerçekleştirildi. Çalışma gruplarından 0. günde supraorbital, 60. günde ise intrakardiyak yöntemle (anestezi altında) kan alımı yapıldı. Alınan kan örneklerinde, glikoz, trigliserit, HDL, LDL, kolesterol, AST, ALP ve GGT analizleri yapıldı. 1. ve 2. Grupta çalışılan parametrelerin 0. gün değerlerinin 60. gün değerlerinden düşük ($p<0.05$) olduğu gözlemlenirken, 3. grupta HDL ve kolesterol değerleri hariç diğer değerlerin 60. gün değerlerinden daha düşük olduğu ($p<0.05$) belirlenmiştir. Çalışılan parametreler açısından sonuçların istatistiksel olarak anlamlı olduğu belirlenmiştir.

Bu çalışmada, trans ve pamuk yağlarının organizmada meydana getirdiği biyokimyasal değişikliklerin belirlenmesi amaçlandı.

Bu çalışma S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17202049).

Tez çalışmam sırasında bilgi, birikim ve tecrübeleri ile bana yol gösteren değerli danışman hocam sayın Prof. Dr. Zafer BULUT'a, ilgilerini ve önerilerini göstermekten kaçınmayan başta Prof. Dr. Mehmet NİZAMLIOĞLU hocam olmak üzere Biyokimya Ana Bilim Dalındaki Prof. Dr. Behiç SERPEK, Prof. Dr. Nuri BAŞPINAR, Prof. Dr. Firuze KURTOĞLU, Prof. Dr. Seyfullah HALİLOĞLU, Prof. Dr. Vahdettin ALTUNOK hocalarıma, Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Öğretim üyesi Prof. Dr. Enver YAZAR, Dr. Öğretim Görevlisi Burak DİK, Arş.Gör. Emre BAHÇİVAN hocalarıma sonsuz teşekkür ve saygılarımı sunarım. Çalışmalarım boyunca yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşım Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK ve değerli meslek arkadaşlarıma teşekkürü bir borç bilirim. Maddi ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan annem Kezban ORAL, babam Süleyman ORAL ve değerli hayat arkadaşım Yasin BAŞ'a sonsuz teşekkür ederim. Tez projemi destekleyen Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü (BAP)'ne yaptıkları katkılardan dolayı teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR v

1. GİRİŞ 1

1.1.	Yağlar.....	3
1.1.1.	Doymuş Yağ Asitleri	4
1.1.2.	Doymamış Yağ Asitleri.....	6
1.2.	Yağ Asitlerinde İzomeri.....	9
1.3.	Trigliseritler	12
1.4.	Kolesterol.....	13
1.5.	Lipoproteinler	14
1.5.1.	Şilomikron.....	15
1.5.2.	Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein (VLDL)	15
1.5.3.	Orta Dansiteli Lipoproteinler (IDL).....	15
1.5.4.	Düşük Dansiteli Lipoproteinler (LDL)	15
1.5.5.	Yüksek Dansiteli Lipoproteinler (HDL)	15
1.6.	Karaciğer Fonksiyon Testleri.....	16
1.6.1.	Alanin Aminotransferaz (ALT).....	16
1.6.2.	Aspart Aminotransferaz (AST)	17
1.6.3.	Alkale Fosfataz (ALP)	17
1.6.4.	Gamma Glutamil Transferaz (GGT).....	17
1.7.	Süperoksit Dismutaz (SOD)	17
1.8.	Trans Yağ Oluşumu	18
1.8.1.	Hidrojenasyon	18
1.8.2.	Biyohidrojenasyon	21
1.8.3.	Deoderizasyon (Buhar Distilasyonu)	21
1.9.	Trans Yağların İnsan Sağlığına Etkileri.....	22
1.9.1.	Trans Yağ Asitleri Ve Kanser	23
1.9.2.	Trans Yağ Asitleri ve Diyabet	24
1.9.3.	Trans Yağ Asitleri ve Alerji.....	24
1.9.4.	Trans Yağ Asitleri ve Fetal Gelişim.....	24
1.9.5.	Trans Yağ Asitleri ve Alzheimer	25
1.9.6.	Trans Yağ Asitleri ve Koroner Kalp Hastalığı.....	25
1.9.7.	Trans Yağ Asitleri ve Obezite.....	27

1.9.8.	Trans Yağ Asitleri ve Depresyon.....	27
1.9.9.	Trans Yağ Asitleri ve Karaciğer Bozukluğu.....	27
1.10.	Ülkelere Göre Trans Yağ Asiti Tüketimi.....	27
1.11.	Trans Yağ İçeren Gıdalar.....	29
1.11.1.	Bitkisel Gıdalarda Trans Yağ Asitleri.....	29
1.11.2.	Hidrojenasyon ile Oluşmuş İşlenmiş Gıdalar.....	30
1.11.3.	Et Ve Süt Ürünleri.....	31
1.11.4.	Anne Sütünde Trans Yağ Asitleri.....	31
1.12.	Trans Yağ Asitlerinin Oluşumunu Önlemek İçin Kullanılan Alternatif Yollar	32
1.12.1.	İnteresterifikasyon Yöntemi.....	32
1.12.2.	Fraksiyonasyon.....	32
1.12.3.	Hidrojenasyon Prosesinin Modifikasyonu.....	33
1.12.4.	Özelliği Artırılmış Sıvı Yağların Kullanılması.....	33
1.13.	Çeşitli Ülkelerdeki Trans Yağ Asiti Kullanımı İle İlgili Yapılan Düzenlemeler.....	33
1.13.1.	Kanada.....	33
1.13.2.	ABD.....	34
1.13.3.	Danimarka.....	35
1.13.4.	Hollanda.....	35
1.13.5.	Avustralya.....	35
1.13.6.	İsviçre.....	35
1.14.	Türkiye'deki Trans Yağ Asiti Kullanımı İle İlgili Yapılan Düzenlemeler	36
2.	GEREÇ VE YÖNTEM.....	38
2.1.	Deney Hayvanlarının Hazırlanması.....	38
2.2.	Çalışma Gruplarının Hazırlanması.....	38
2.3.	Yemlerin Hazırlanması.....	38
2.4.	Rat (Standart) Yem İçeriği.....	39
2.5.	Kan Örneklerinin Alınması.....	39
2.6.	İstatistiksel Analizler.....	40
3.	BULGULAR.....	41
4.	TARTIŞMA.....	48
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53

6. KAYNAKLAR	55
7. ÖZGEÇMİŞ	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

ACS	: American Cancer Society (Amerikan Kanser Derneği)
ALP	: Alkalen Fosfataz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
CAT	: Katalaz
CFIA	: Canadian Food Inspection Agency
DHA	: Doksahexaenoik
EPA	: Eikosapentaenoik
FDA	: Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi
GGT	: Gamma Glutamil Transferaz
GP_x	: Glutatyon Peroksidaz
GRAS	: Generally Recognized As Safe
HbA1c	: Hemoglobin A1c
HDL	: Yüksek Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
IDL	: Orta yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
LDL	: Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
MUFA	: Mono Unsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asitleri)
NYC	: The New York City Health Code
PUFA	: Poly Unsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asitleri)
SOD	: Süperoksit Dismutaz
SÜDAM	: Selçuk Üniversitesi Deneysel Araştırma ve Tıp Merkezi
SÜVFEK	: Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu

VLDL : Çok Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler

WHO : World Health Organization



ÖZET

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Pamuk Yağından Elde Edilen Trans Yağ İçeren Yem ile Beslenen Ratlarda Lipit Profili ile Karaciğer Enzimlerinden Gamma Glutamil Transferaz (GGT), Aspartat Aminotransferaz (AST) Ve Alkale Fosfataz (ALP)'In Araştırılması

Hitame BAŞ

Biyokimya (Vet) Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA – 2018

Sunulan çalışmada, trans ve pamuk yağlarının organizmada meydana getirdiği biyokimyasal değişikliklerin belirlenmesi amaçlandı.

Çalışmada 18 adet 12 haftalık Wistar cinsi erkek rat kullanıldı. Ratlar 1. Grup kontrol, diğer 2 grup çalışma grubu olarak toplam 3 gruba ayrıldı. 1. Grup standart rat yemi ve su, 2. Grup pamuk yağlı yem ve su, 3. Grup trans yağlı yem ve su ile 8 hafta süresince ad libitum olarak sağlandı. Çalışma gruplarından 0. günde supraorbital ve 60. günde ise intrakardiyak yöntemle anestezi altında kan alımı gerçekleştirildi. Ratlardan alınan kan örneklerinden glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD ve GGT analizleri yapıldı. Analizler için SPSS programı kullanıldı. Sunulan çalışmada trans yağların, LDL ve trigliserit konsantrasyonunu arttırdığı, HDL konsantrasyonunu azalttığı, bazı karaciğer enzim değerlerinde değişmelere neden olduğu görülmüştür. Trigliserit, LDL, ALP analizlerinde istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$). GGT ve AST analizlerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilememiştir ($p>0.05$).

Bu çalışma S.Ü. BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17202049).

Anahtar Kelimeler: Trans yağ, lipit profili, kolesterol, trigliserit

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY
SELÇUK UNIVERSITY
HEALTH SCIENCES INSTITUTE

**Investigation of Gamma Glutamyl Transferase (GGT), Aspartate
Aminotransferase (AST) And Alkaline Phosphatase (ALP) From Liver
Enzymes by Lipid Profiling in Rats Fed with Trans Fat Containing Oil
Obtained from Cotton Oil**

Hitame BAŞ

Department of Biochemistry (Vet)

MASTER THESIS / KONYA – 2018

In this study, it was aimed to determine the biochemical changes caused by trans and cotton oils in the organism.

A total of 18 Wistar Albino male rats were used. The research was executed in SUDAM unit. Rats were divided into 3 equal groups. Rats were formed as control of 1st group; 2nd and 3rd study groups. 1st group standard rat diet and water, 2nd group was added cotton oil to the diet and water and 3rd group forage was added oil trans fat and standart water. Ad libitum feeding was performed. It was performed blood taken by supraorbital method at 0. day and by intracardiac method at 60th day under anesthesia. It was performed analyzes of glucose, HbA1c, triglyceride, cholesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD and GGT. The SPSS program was used for the analyzes. In the present study, trans fats increased LDL and triglyceride concentrations, decreased HDL concentration and caused some changes in liver enzymes. Triglyceride, LDL, ALP analysis showed statistically significant results ($p < 0.05$). GGT and AST analysis showed no statistically significant results ($p > 0.05$).

This study was supported by S.U. BAP. Coordinator (Project Number: 17202049).

Keywords: Trans fat, lipid profile, cholesterol, triglyceride

1. GİRİŞ

Canlıların yaşamsal fonksiyonlarını sürdürebilmeleri için yeterli ve dengeli beslenmeleri gerekir (Çelebi ve Karaca 2006). Yaşamsal faaliyetler için gerekli olan besinler, canlı vücudunda depolanarak, canlının enerji ihtiyacının karşılanmasında kullanılır. Bu besin maddelerinin en önemlileri; karbonhidratlar, proteinler ve yağlardır. Canlı vücudunda depolanan bu besin maddelerinin sindirimi ile ihtiyaç duyulan enerji organizma tarafından karşılanır.

Organizma enerji ihtiyacının büyük bir bölümünü yağlardan sağlanmaktadır. Yağlar, hücre zarının yapısına katılması, yağda çözünen A, D, E, K gibi vitaminlerin emilmesi ve canlılık faaliyetlerinin yerine getirilmesinde, ihtiyaç duyulan enerji kaynağı olarak görev yaparlar (Mayes ve ark 1993). Canlıların biyolojik gereksinimlerinin giderilmesi için alınması gereken yağlar, temel yağ asitlerini yapılarında bulundurmaları sebebiyle diyetteki en önemli unsuru oluştururlar (Karaali 1997).

Besinlerle vücut içerisine fazla miktarda alınan yağlar, canlı metabolizması üzerinde olumsuz etkiler gösterir. Yağların fazla alımı, obezite gibi hastalıkların oluşum sürecini hızlandırırken, trans yağ asitlerinin fazla miktarda alınması ise koroner kalp hastalıklarına neden olur (Anonim 2003b, Stender ve Dyerberg 2003). Besinler ile tüketilen yağlar doymuş ve doymamış yağ asiti bulundurmalarıyla kanda bulunan kolesterol düzeyine de etki etmektedirler.

Yağlar, yapılarında buldukları çift bağa göre; doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak isimlendirilirler. Genellikle oda sıcaklığında katı halde bulunan doymuş yağ asitlerinin yapısında çift bağa rastlanmazken, doymamış yağ asitleri yapılarında en az bir çift bağ bulundurlar (Anonim 2004a). Doymamış yağ asitleri yapılarında bir çift bağ bulundurmaları durumunda tekli doymamış yağ asitleri, iki ve daha fazla çift bağ bulundurmaları durumunda ise çoklu doymamış yağ asitleri olarak adlandırılırlar (Nas ve ark 2001b).

Doymamış yağ asitlerinin yapısında bulunan çift bağın, bulunduğu yere bağlanan hidrojen atomlarının konumlarına göre cis ve trans (izomer) yapıları oluşur. Yağ asitleri bünyesinde bulunan trans izomeri cis izomerine göre karbon atomuna bağlı H'leri ters şekilde bulundurmaktadır (Dutton 1979).

Trans izomerinin çift bağ açısı cis izomerinin çift bağ açısına göre daha küçüktür. Buna bağlı olarak açıl zincirinin daha doğrusal olduğu görölmektedir. Bu özelliğten dolayı trans yağ asitleri daha dayanıklı, erime noktaları daha yüksek ve daha sert bir yapıya sahiplerdir (Larque ve ark 2001, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Zincir uzunluğu ergime derecesine göre değişkenlik göstermektedir (Bensadoun 2003, Kayahan 2003).

Yağların içerisinde bulunan doymuş ve doymamış yağ asitleri, kandaki kolesterol miktarına etki etmektedir. Doymuş yağ asitleri kolesterol miktarını arttırmasına rağmen, doymamış yağ asitleri kolesterol miktarını azaltmaktadır. Son yıllarda yapılan çalışmalarda (Sanders ve ark 2000, Linchtenstein ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003) trans yağ asitlerinin (doymuş yağ asitleri gibi) kolesterol miktarını arttırdığı görölmüştür (Murray ve ark 2004).

Trans yağ asitleri LDL ve HDL kolesterol düzeylerinde değişikliklere neden olur. LDL kolesterol düzeyini artırırken, HDL kolesterol düzeyini azalttığı görölmektedir. Ayrıca LDL/HDL oranını yükselterek kalp rahatsızlıkları riskini önemli derecede arttırmaktadır (Kayahan 2003).

Yapılan çalışmalarda, canlı vücuduna alınan trans yağların bazı kanser türlerinin oluşmasıyla ilişkili olduğu görölerek (Innis ve ark 1999), tip 2 diyabet ve özellikle çocuklarda astım ve alerji oluşumunu tetiklediği belirtilmektedir (Tasan ve Dağlıoğlu 2005, Tasan ve ark 2007).

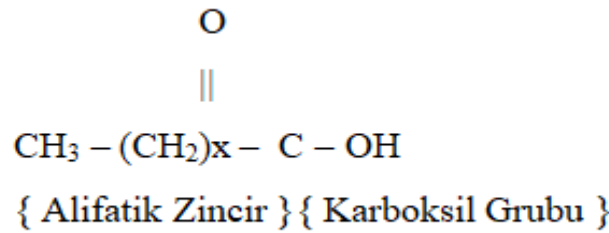
Sunulan bu çalışmada pamuk yağı ve pamuk yağından elde edilmiş trans yağın erkek ratlarda glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT, ve SOD biyokimyasal parametrelerini ve canlı ağırlık değerini nasıl değiştirdiği araştırılmıştır.

1.1.Yağlar

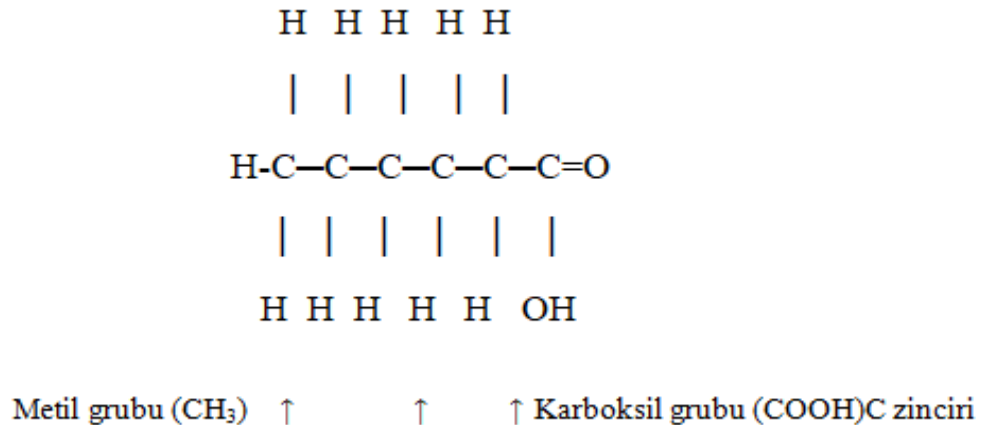
Yağlar canlılık faaliyetlerinin devamlılığı için gerekli olan temel besin öğelerinden biridir. Protein ve karbonhidratlar gibi tüm organizmalarda bulunan yağlar, proteinler ve karbonhidratlara göre daha fazla enerji vererek organizmanın ihtiyaç duyduğu enerjinin büyük bölümünü karşılamaktadırlar (Mayes ve ark 1993).

Yağ asiti ve gliserolden meydana gelen yağlar genellikle suda çözünmezken aseton, eter, kloroform ve benzen gibi organik çözücülerde çözünebilirler (Özdemir ve Denkbaş 2003, Murray ve ark 2004). Yağın temel bileşenlerinden olan gliserol tüm yağlı bitkilerde aynı yapıya sahipken, yağın yapısındaki yağ asitleri değişkenlik gösterir (Baydar 2000).

Yağların yapısında bulunan yağ asitleri $CH_3(CH_2)_xCOOH$ formülü ile gösterilir.



Şekil 1.1. Yağ asidinin genel formülü



Şekil 1.2. Yağ asidinin yapısı (Anonim 2009a)

Yağ asitlerinin, genel yapısına bakıldığında uçlarında (hidrofilik) karboksil grubunun bulunduğu (hidrofobik) uzun zincirler görülmektedir. Bu zincirlerin

uzunlukları, 14-22 C arasında değişiklik gösterir. Bunlar arasında en yaygın olanları 16 ve 18 C'lu olan yağ asitleridir (Mayes 1996, Keha ve Küfrevioğlu 1997).

Yağ asitlerinin uzaydaki konumlarına bakılarak yağların kullanım alanları belirlenir. Doğadaki yağ asitlerinin birçoğu çift sayıda karbon içererek, iki karbonlu birimler halinde sentezlenir (Mayes 1996).

Yağ asitleri, lipitlere kovalent olarak bağlanarak, hücre ve dokularda serbest halde bulunmazlar. Hücre ve dokulardan enzimatik ya da kimyasal hidroliz metotları ile ayrılabilirken, bir çoğu lipitlerle kompleks yapı oluştururlar (Nizamlioğlu 1998).

Yağlar, içerdikleri karbon atomu miktarı, karbon atomları arasındaki (çift) bağ sayısı, karbon atomlarına bağlı olan hidrojenlerin yeri ve doymuşluk derecesine bakılarak fiziksel ve kimyasal özellikleriyle beslenmedeki görevleri belirlenmektedir (Karabulut ve Turan 2006, Karaca ve Aytaç 2007).

Yağlar, özellikle yağda eriyen vitaminlerin taşınmasında ve metabolik reaksiyonların esansiyel bileşiklerinin oluşturulmasında görev alır (Evans ve Burr 1928). Konsantre enerji depolarını oluşturan yağlar, deri altında bulunan dokuların çevrelerini sararak, organizma için doğal ısı yalıtım sistemini meydana getirirler (Kaya 2007). Ayrıca yağlar, depolarizasyon dalgalarının miyelinli sinir dokuları boyunca hızla ilerlemesinde görev alırlar (Lehninger 1975, Nas ve ark 1992, Mayes 1996).

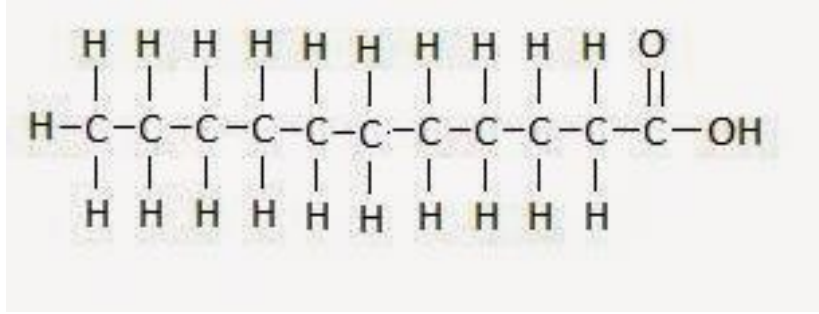
Bitkilerin dokularında 300'den fazla yağ asiti bulunmaktadır. Bunlar arasında en çok 18 C'lu linoleik, 16 C'lu palmitik ve 18 C'lu oleik asitlere rastlanmaktadır (Tüzün 2013). Bitki dokularında bulunan yağlar yapısal ve depo yağlar olmak üzere iki tipe ayrılır. Yapısal yağlar bazı zarların ve koruyucu üst tabakanın yapısında bulunur. Koruyucu tabakanın yüzeyi büyük miktarda mumlardan oluşur. Depo yağlar ise tohumlarda ve meyvelerde bulunur.

Lipit olarak da adlandırılan yağ asitleri yapılarında çift bağ yer alıp almamasına göre doymuş ve doymamış yağ asiti olarak iki grupta sınıflandırılır.

1.1.1. Doymuş Yağ Asitleri

Yapısındaki hidrokarbon zincirinde bulunan karbon atomları arasında, tekli bağlar bulunduran yağ asitleridir. Karbon zincirleri arasında bir tek kovalent bağ

bulunur (Nas ve ark 2001c). C atomları sayısı, 10 ve 10'un altında bulunan yağ asitleri sıvı formda bulunurken, C atomları sayısı, 10'un üstünde olan yağ asitleri ise genellikle oda sıcaklığında katı formda bulunurlar (Anonim 2006a).



Şekil 1.3. Doymuş Yağ Asidi (Anonim 2006a)

Yağ asitinin bünyesindeki karbon zinciri uzadıkça, yağ asitinin yapısı sertleşerek, erime noktasında belirli bir artış görülür. Genel formülü $C_nH_{2n}O_2$ şeklinde gösterilir.

Adı	Karbon sayısı	Formülü
Butirik asit	4	$CH_3(CH_2)_2 COOH$
Kaproik asit	6	$CH_3 (CH_2)_4 COOH$
Kaprilik asit	8	$CH_3(CH_2)_6 COOH$
Kaprik asit	10	$CH_3 (CH_2)_8 COOH$
Laurik asit	12	$CH_3 (CH_2)_{10} COOH$
Miristik asit	14	$CH_3 (CH_2)_{12} COOH$
Palmitik asit	16	$CH_3 (CH_2)_{14} COOH$
Stearik asit	18	$CH_3 (CH_2)_{16} COOH$
Araşidik asit	20	$CH_3 (CH_2)_{18} COOH$
Lignoserik asit	24	$CH_3 (CH_2)_{22} COOH$
Serotik asit	26	$CH_3 (CH_2)_{24} COOH$

Çizelge1.1. Doymuş yağ asitleri (Nizamlıoğlu 1998).

Gıdalarla alınan doymuş yağların miktarı arttıkça kırılma indisleri ve viskoziteleri artarken yoğunlukları düşmektedir. Doymuş yağ asitlerinin bazıları, 4 C'lu bütirik asit, 6 C'lu kapronik asit, 16 C'lu palmitik asit ve 18 C'lu stearik asit olarak verilebilir (Oysun 1987, Metin 1996).

Bu asitlerden bütirik asit suda tamamen çözünür. Bu özelliğinden yararlanılarak süt yağlarından Reichert-Meissl sayısı bulunabilir (Metin 1996). Hayvansal yağların yapısında çok miktarda doymuş yağ asidi bulunmaktadır.

Yağ asidi	Karbon sayısı	Erime noktası (°C)	Kaynağı
Bütirik asit	C-4:0	-8	Süt yağı
Kapronik asit	C-6:0	-2	Süt yağı
Palmitik asit	C-16:0	63	Hayvansal ve bitkisel
Stearik asit	C-18:0	70	Hayvansal ve bitkisel

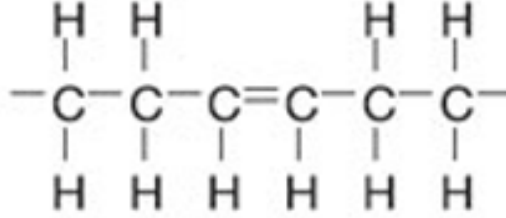
Çizelge 1.2. Önemli doymuş yağ asitlerinin bazı özellikleri (Nas ve ark 2001a, Demirci 2006)

Doymuş yağ asitleri ve diğer yağ asitlerinden alınan kalori miktarı aynı olmasına rağmen doymuş yağ asitleri diğer yağ asitlerine göre daha fazla kilo alınmasına veya birikimine neden olmaktadır (Altunkaynak ve Özbek 2006). İnsan vücuduna dışarıdan alınan doymuş yağ asitleri rağmen karbonhidrat metabolizması ile meydana gelen moleküllerden üretilerek insan vücudunda sentezlenebilir (Kümeli 2006). Doymuş yağ asitlerinin fazla alınmasının LDL kolesterolü, kandaki yağ miktarını ve diyabet riskini arttırdığı belirtilmiştir (Samur 2006).

1.1.2. Doymamış Yağ Asitleri

Yapısında en az bir çift bağ bulunduran yağ asitleridir. Yapısındaki çift bağ sayısı, yağın içyapısını ve görünüş özelliklerini etkiler. Doymamış yağların önemli bir kısmını bitkisel kaynaklı yağlar oluştururlar (Nas ve ark 2001c). Önemli olan bazı doymamış yağ asitleri, 18 C'lu linoleik asit, 18 C'lu linolenik asit, 20 C'lu araşidonik asit ve 18 C'lu oleik asittir. Bu doymamış yağ asitleri içerisinde tabiatta en fazla bulunan, oleik asittir (Karaca ve Aytaç 2007).

palmitoleik asit ve 18 C'lu oleik asit en önemli tekli doymamış yağ asitleridir. Oleik asit doğal yağların tamamının yapısında bulunurken; palmitoleik asit genellikle deniz hayvanlarının yağlarında bulunur (Kayahan 2003).

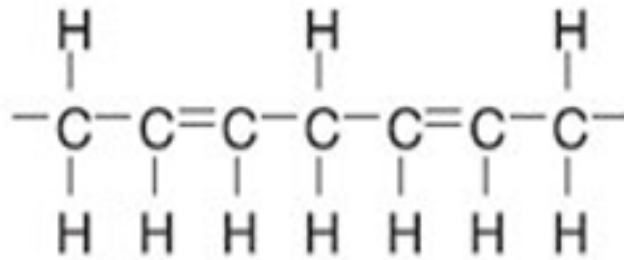


Şekil 1.6. Tekli Doymamış Yağ Asidi

Tekli doymamış yağ asitleri, fındık, fıstık, ceviz, yer fıstığı gibi yemişlerin yapısında bulunmaktadır (Kümeli 2006). Bu yağların günlük beslenmedeki miktarının azaltılması sonucunda kalp damar rahatsızlığının oluşma riskinin azaltıldığı belirtilmektedir (Ascherio ve ark 1999). Ayrıca sağlık üzerinde olumlu etkiler gösteren tekli doymamış yağ asitlerinin günlük alınan miktarının toplam enerji değerinin % 20'sini geçmemesi gerekmektedir (Samur 2006).

Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Yapılarında en az iki çift bağ içeren doymamış yağ asitleri, çoklu doymamış (PUFA: poly unsaturated fatty acid) yağ asitleri olarak isimlendirilir.



Şekil 1.7. Çoklu Doymamış Yağ Asidi

18 C'lu linolenik asit, 18 C'lu linoleik asit ve 20 C'lu araşidonik asit en önemli çoklu doymamış yağ asitleridir (Bayazit 2003). Özellikle balıklar ve hayvansal gıdalarda olmak üzere soya, fındık, keten ve pamuk yağlarında fazla

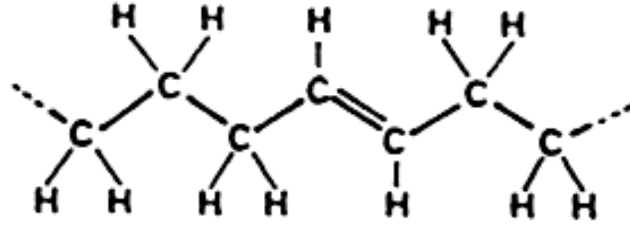
miktarda çoklu doymamış yağ asiti bulunur (Çelik ve Akbulut 2013). Ayrıca çoklu doymamış yağ asitlerinin, LDL kolesterolün düşmesine neden olduğu belirtilmiştir (Samur 2006).

Adı	Karbon sayısı	Formülü
Palmitoleik asit	16	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Oleik asit	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Vaksenik asit	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_9\text{COOH}$
Linoleik asit	18	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Linolenik asit	18	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CHCH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$
Araşidonik asit	20	$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_4(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$

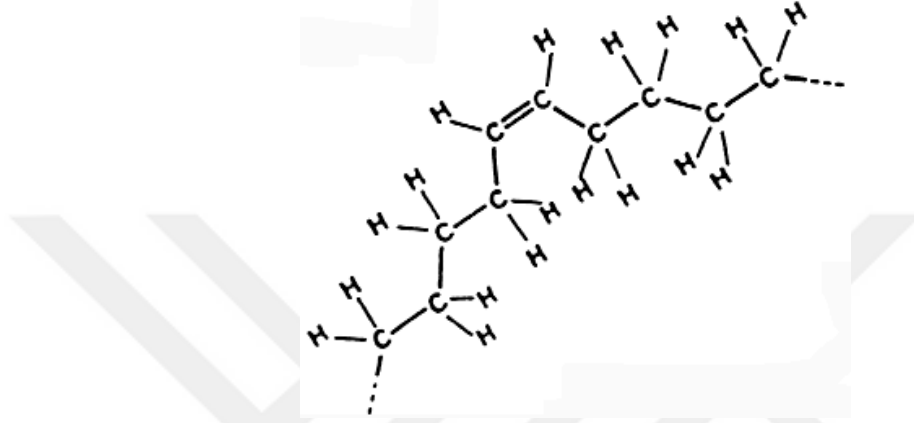
Çizelge 1.3. Doymamış yağ asitleri (Nizamlioğlu 1998)

1.2.Yağ Asitlerinde İzomeri

Organik bir bileşiğin, atomlarını, atom sayılarını, molekül ağırlığını ve bileşiğin kapalı formülünü bilmek, o bileşiğin uzamsal yapısını da bilmemizi sağlamaktadır. Aynı kapalı formüle sahip olan bileşikler farklı molekül yapılarına sahip olabilirler (Larque ve ark 2001). Bu bileşikler “izomer” yapısını oluştururlar (Linstromberg ve Uyar 1976). Kimyasal ve fiziksel özellikleri farklılık gösteren yağ asitlerinde farklı izomer yapıları vardır. İzomer yapıları diğer besin öğeleri gibi yağlardaki yağ asitlerinin kimyasal ve fiziksel özelliklerinde farklılaşmaya neden olur. Bu farklılaşma özellikle doymamış yağ asitlerinin yapısında görülür. Doymamış yağ asitleri yerel (pozisyonel) ve uzay (geometrik) olmak üzere iki izomeri yapısına sahiptir (Kayahan 2002, Kayahan 2003, Taşan ve Dağlioğlu 2005). Doymamış yağ asitlerinin uzay üzerindeki en yaygın görülen şekli cis-trans izomeri yapısıdır.



Şekil 1.8. Karbon zincirinde trans konfigürasyonları (Taşan ve Dağlıoğlu 2005)

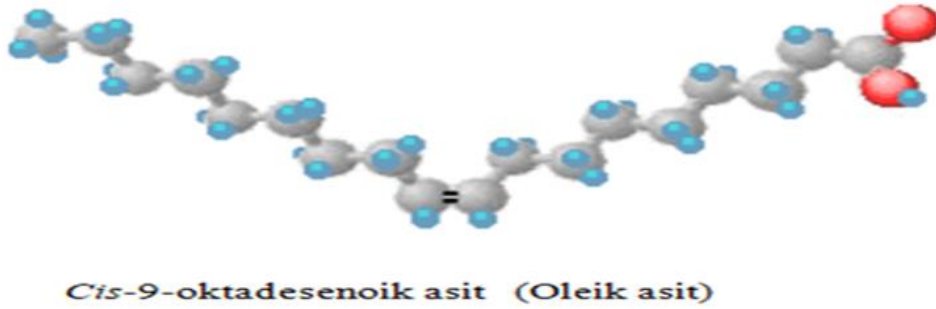


Şekil 1.9. Karbon zincirinde cis konfigürasyonları (Taşan ve Dağlıoğlu 2005)

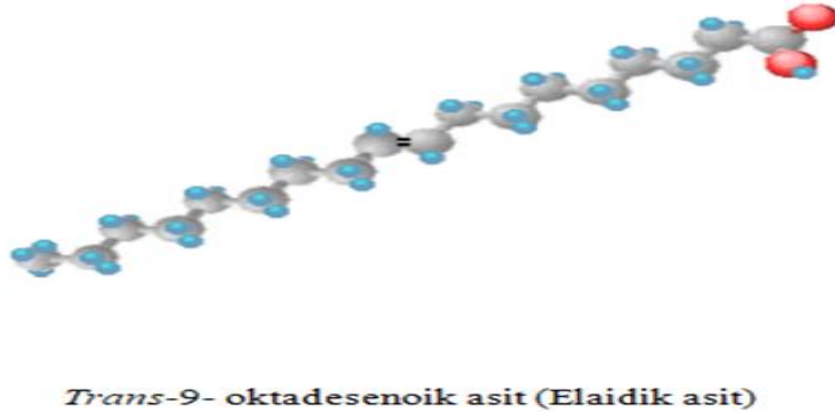
Trans yağ asitlerinin, konfigürasyonu “t” harfi ile belirtilir. Bu harf, yağ asidinin yapısında bulunan çift bağın moleküldeki pozisyonunu gösterir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Bu işlem yağ asidinin karboksil ucundan itibaren sayılarak yapılır. Trans izomerine sahip yağ asidi çift bağlara bağlı olan hidrojen iyonlarının zıt yönde bulunmasıyla çift bağ açısı azalarak, cis izomerine sahip olan yapıya göre daha düz bir formda bulunur. Bunun sonucunda yağ molekülündeki kristal yapının kuvvetlenmesi ve erime noktasının yükselmesi gözlenebilir. Trans izomeri yapısında bulunan yağ asidi bu özelliği sayesinde gıdalarda istenilen katılaşmanın oluşturulmasında kullanılır (Demirci 2006). Özellikle gıda endüstrisinde önemli bir yere sahip olan margarinlerin oluşturulmasında, yağın katılaşması işlemi hidrojenasyon ile sağlanmaktadır (Demirci 2006).

Cis izomeri ise “c” harfi ile belirtilir. Cis izomer yapısında bulunan hidrojen atomlarının aynı tarafta bulunmaları, yağ asidi molekülünün yapısında bükülmelere neden olarak zincirin hareket özgürlüğünü kısıtlar (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Doymamış yağ asidi yapısındaki zincirde ne kadar cis yapısı varsa zincirin esnekliği o kadar azalır. En önemli trans yağ asitlerinden olan elaidik asit bu gösterimlere göre

ele alındığında trans formu 18:1 9t, (trans-9-oktadesenoik asit), cis formu ise oleik asidi 18:1 9c (cis-9-oktadesenoik asit) olarak görülür. Trans izomeri doymuş yağ asitlerinin yapısındaki düz zincire benzerlik gösterirken cis izomeri molekül üzerinde bükülmeye neden olur (Larque ve ark 2001, Taşan ve Dağlıoğlu 2005).



Sekil 1.10. Cis-9-oktadesenoik asit (Oleik asit) 3 boyutlu görünümü (Anonim 2006e).



Sekil 1.11. Trans-9- oktadesenoik asitin (Elaidikasitin) 3 boyutlu görünümü (Anonim 2006e).

Trans izomerinin çift bağ açısı, cis izomerinin çift bağ açısına göre daha küçüktür. Buna bağlı olarak açıl zincirinin daha doğrusal olduğu görülmektedir. Bu özellikten dolayı trans yağ asitleri daha dayanıklı, erime noktaları daha yüksek ve daha sert bir yapıya sahiplerdir (Larque ve ark 2001, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Ayrıca bu özelliklere dayanarak izomerler birbirlerinden farklı (üç boyutlu) yapılaraya sahip olmaktadır. Örneğin geometrik izomer olan oleik asit (cis - C18:1 n-9) ile

elaidik asit (trans - C18:1 n-9) ele alındığında her iki molekülde de 18 adet karbon atomu, 34 adet hidrojen atomu, 2 adet oksijen atomu ve n-9 pozisyonunda bir tane çift bağ bulunmaktadır. İzomer olmalarına rağmen oleik asitin cis formunun erime noktası 13,4 °C ve elaidik asitin trans formunun erime noktası ise 44 °C'dir. Buna bağlı olarak trans yağ yapısına sahip olan yağların erime noktalarının daha yüksek olduğu görülmektedir. Bu durumdan yararlanılarak trans izomeri yarı katı yağların, margarinlerin ve shorteninglerin üretiminde cazip bir hal almıştır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Trans yağ asitleri cis izomerlerine göre termodinamik olarak daha dayanıklı bir yapıya sahiplerdir. Bunun başlıca nedeni trans yağların yüksek sıcaklığa ve hidrojenasyona maruz kalmasıdır. Trans yağ asitlerinin bu özelliklerinden yararlanarak cis izomer yapılarına göre daha az kimyasal tepkimeye girerler (Taşan ve Demirci 2003).

1.3.Trigliseritler

Hayvansal ve bitkisel yağların, büyük bir kısmını oluşturan trigliseritler, bir molekül gliserol (gliserin) ve üç molekül yağ asidinden oluşan esterlerdir. Trigliseritlerin yapısında bulunan yağ asitlerinin hepsi aynı formda bulunuyorsa basit trigliseritleri, birbirlerinden farklı formda bulunuyorsa karışık trigliseritleri oluştururlar. Doğal yağların içerisinde bulunan basit trigliseritlerin miktarı karma trigliseritlere göre çok düşüktür (Mayes 1996, Champe ve Harvey 1997).

Trigliseritlerin isimlendirmeleri esterleştikleri gliserole, karbon numaralarına ve yağ asitlerine göre yapılır. Trigliseritlerin yapılarında buldukları yağ asitlerinin; çeşidi, doymuşluk sayısı ve zincir uzunluğuna bağlı olarak erime noktalarında değişiklikler görülmektedir (Keha ve Küfrevioğlu 1997).

Doğal trigliseritlere bakıldığında yağ asidi zincir uzunlukları 3 ile 22 karbon atomu arasında değişmektedir. En yaygın zincirler 16 ve 18 karbon atomu uzunluğunda olmasına rağmen tereyağındaki 4 C'lu butirik asit gibi kısa zincirlerde yaygın olarak bulunabilir. Canlı metabolizmasında önemli enerji kaynağı olarak görev alan trigliseritler; karbonhidratlar ve proteinlere göre daha fazla enerji üretmektedirler. Besinlerle alınan trigliseritler, ince bağırsakta lipaz enzimleri ve safranin yardımıyla yağ asitleri ve gliserole dönüştürülürler (Ganong 2005). Güçlü deterjan etkisine sahip lipaz enzimi, safra asitleri sayesinde lipitleri etkiler (Nizamlioğlu 1998). Trigliseritler, vücuttaki yağ dokularına hücre sitoplazmasında

neredeyse hiç su kalmayacak şekilde depolanırlar. Vücut enerjiye ihtiyaç duyduğunda lipaz enzimi yardımıyla trigliseritleri yağ asitlerine parçalar (Champe ve Harvey 1997, Crook 2012). Trigliserit miktarının kandaki artışının, kalp hastalıklarına ve pankreatite neden olduğu bilinmektedir (Brinton ve ark 1991, Chapman ve ark 2011).

Kandaki trigliserit miktarındaki değişikliğin koroner kalp hastalıklarına neden olduğu söylenebilir. Ayrıca Wijendran ve ark (2003) trans yağlı diyetle beslenmenin devam etmesi halinde, hipertrigliseridemiye bağlı olarak triaçilgliserol metabolizmasında bozulmalara neden olabileceğini ifade etmişlerdir. Bunun sonucunda da tip 2 diyabet ve koroner kalp hastalıklarının oluşma riskinde artış oluşabileceği belirtilmiştir.

1.4.Kolesterol

Kolesterol, plazma zarı ve proteinlerin başlıca bileşenini oluşturur. Vücut hücrelerinde ve özellikle sinir dokusunda yüksek miktarda bulunur. Steroid hormonlarının ve safra tuzlarının ön maddesini oluşturan kolesterol, çoğunlukla kolesterol esteri şeklinde bulunur. Kolesterolün üçüncü karbonunda bulunan OH gurubuyla, yağ asitlerinin ester oluşturması sonucunda kolesterol esterleri oluşur (Mayes 1996). Plazma kolesterolün yapısında bulunan kolesterol esterlerinin yarısından fazlası yağ asitlerinin esterifiye olmasıyla oluşmuştur. Sağlıklı kişilerde plazma düzeyi 150- 200 mg/100 ml olarak görülür (Qureshi ve ark 1983, Angelin ve ark 1987, Reihner ve ark 1990). Hayvansal yağlarda yüksek miktarda yer alan kolesterol, bitkisel yağlarda yer almaz. Doymuş yağ asidi içeren hurma yağı, tereyağı (katı yağlarla hazırlanmış) diyetle beslenenlerde, doymamış yağ asidi içeren pamuk yağı, ayçiçek yağı, mısır yağı, aspir yağı (sıvı yağlarla hazırlanmış) diyetle beslenenlere göre kolesterol oranının daha yüksek olduğu görülmüştür (Mattson ve Grundy 1985, Bravo ve ark 1998, Gökçe ve ark 2000).

Doymamış yağ asitlerinin kolesterol değerini düşürücü etkisi, LDL kolesterolün katabolik hızındaki yükselmeye bağlı olarak, kolesterolün plazmadan dokulara geçmesinde artışa neden olmaktadır (Murray ve ark 2004). Besinlerle alınan trans yağ asitleri kandaki kolesterol değerinin artmasında etkilidir. Yapılan araştırmalarda (Zock ve ark 1992, Sundram ve ark 1997, Sanders ve ark 2000, Linchtenstein ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003) trans yağların, LDL kolesterol

seviyesini yükselttiği, HDL kolesterol seviyesini düşürdüğü ve buna bağlı olarak koroner kalp hastalıkları riskini arttırdığı ifade edilmiştir (Zock ve Katan 1997). Besinlerle trans yağ asiti alımının total kolesterol ve HDL kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, LDL kolesterol konsantrasyonunu ve trigliserit düzeyinde bir artışa neden olduğu yapılan çalışmalarda görülmüştür (Zock ve ark 1992, Sundram ve ark 1997, Sanders ve ark 2000, Linchtenstein ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003). Beslenmeyle alınan trans yağ miktarı, trans yağ içermeyen diyetlerle karşılaştırıldığında trans yağ asiti değeri toplam enerjinin % 4'ü üzerindeyse LDL seviyesinin yüksekliği, % 5-6 değerlerinin üzerine çıktığında ise HDL seviyesinin düştüğü belirtilmiştir (Anonim 2009b).

1.5.Lipoproteinler

Lipitler, sıvı ortamlarda nispeten az çözünebildikleri için vücut sıvılarında lipoprotein adı verilen küresel ve çözünebilen protein yapıları halinde taşınırlar. Lipoproteinler, hidrofilik yüzey ve hidrofobik iç kısımdan oluşur. İç kısmında trigliseritler ve kolesterol esterleri bulunur. Yüzey kısmı ise amfipatik moleküllerden, kolesterolden, fosfolipitlerden ve apoproteinlerden meydana gelir (Chapman ve ark 2011, Crook 2012). Kan plazması içerisindeki lipoproteinler ihtiva ettikleri lipit parçacıkları ve yoğunluklarına bakılarak sınıflandırılırlar. Bu lipoproteinler şilomikronlar, çok düşük dansiteli lipoproteinler (VLDL), orta dansiteli lipoproteinler (IDL), düşük dansiteli lipoproteinler (LDL), ve yüksek dansiteli lipoproteinler (HDL)'dir. Bu lipoproteinler % 50- 90 oranında lipit içerirler. İlk 2 lipoprotein trigliserit miktarınca zengin olup, hacimleri diğerlerine göre büyüktür. Yüksek konsantrasyona sahip oldukları için plazmaya bulanık (lipemik) bir görüntü verirler (Ehnholm 2009, Crook 2012). Diğer üç lipoprotein çeşidi ise daha küçük hacme sahip başlıca kolesterolleri içeren lipoproteinleri oluştururlar. Proteinler lipitlere göre daha fazla yoğunluğa sahiptir. Bundan dolayı lipoproteinin yapısındaki lipit miktarı ne kadar yüksek ise dansitesi o kadar düşük olur. Lipoproteinler yapısındaki lipit miktarlarına ve yoğunluklarına göre sınıflandırılabilirler (Burtis ve Ashwood 1998).

- ❖ Şilomikronlar
- ❖ Çok Düşük Dansiteli Lipoproteinler (VLDL)
- ❖ Orta Dansiteli Lipoproteinler (IDL)

- ❖ Düşük Dansiteli Lipoproteinler (LDL),
- ❖ Yüksek Dansiteli Lipoproteinler (HDL)

1.5.1. Şilomikron

Şilomikronlar, insan vücudunda en büyük kısmı oluşturan lipoproteinlerdir. Lipoproteinler arasında en büyük hacime ve en küçük dansiteye sahiptirler. İnce bağırsaklardaki trigliserit, kolesterol ve diğer lipitleri bağırsaklardan diğer dokulara taşırlar.

1.5.2. Çok Düşük Dansiteli Lipoprotein (VLDL)

VLDL, karaciğerlerde sentezlenir. Karaciğerden dokulara kolesterol ve trigliseritleri taşıyan lipoproteinlerdir.

1.5.3. Orta Dansiteli Lipoproteinler (IDL)

IDL, plazmada çok düşük konsantrasyonlarda bulunur. LDL'nin öncüsüdür. Lipazın etkileşimiyle plazmada oluşan VLDL'nin katabolizma ürünlerini temsil eder (Mahley ve ark 1998).

1.5.4. Düşük Dansiteli Lipoproteinler (LDL)

LDL, çok düşük hacimlere sahip, lipoproteinlerin lipit içeren kısımlarının parçalanmasıyla oluşur. Kolesterolün, karaciğer dışında kalan dokulara taşınmasında ve dokulardaki kolesterol sentez düzeyinin belirlenmesinde görevlidir. Yapısında en fazla kolesterol bulunduran lipoproteindir (Bhavagan ve ark 1992, Dokuyan 2007).

1.5.5. Yüksek Dansiteli Lipoproteinler (HDL)

HDL, karaciğerde ve kısmi olarak da bağırsaklarda sentezlenir (Luc ve ark 1991). Kolesterol ve fosfolipitler yönünden zengin yapıdadır. Dokulardan kolesterolün tekrar karaciğere taşınmasında görev alır (Nizamlıoğlu 1998).

Feldman (1999) trans yağların, toplam ve LDL kolesterol değerlerindeki artışa bağlı olarak kalp damar rahatsızlıklarına yakalanma riskini arttırdığını ve HDL kolesterol değerindeki artışın ise bu riski azalttığını belirtmiştir. Mersink ve Katan (1990) ise trans yağ asitlerinin alımına bağlı olarak, plazmadaki lipit düzeyinde artış olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca trans yağ asitlerinin, cis doymamış yağ asitlerinin

yerine kullanılması sonucunda total ve LDL kolesterol değerlerini arttırdığı görülmüştür.

Besinlerle trans yağ asiti alımının total ve HDL kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, LDL kolesterol konsantrasyonunu ve trigliserit düzeyinde bir artışa neden olduğu belirtilmiştir (Zock ve ark 1992, Sundram ve ark 1997, Sanders ve ark 2000, Linchtenstein ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003). Doymuş yağ asitlerine göre trans yağ asitlerinin daha zararlı olduğu görülerek, yapılan bazı çalışmalarda da koroner kalp hastalığında etkili olan lipoprotein(a)'yı yükselttiği saptanmıştır (Mensink ve Katan 1990, Judd ve ark 1994, Gürcan 2002).

Endüstriyel olarak üretilen trans yağ asitlerinin besinlerle alınan miktarı enerjinin, % 2'si kadar bir artışa neden olduğunda, kalp hastalığı oluşma riskini % 55 oranında artırabileceği belirtilmiştir (Stender ve Dyerberg 2003). Beslenmeyle alınan trans yağ miktarı, trans yağ içermeyen diyetlerle karşılaştırıldığında trans yağ asiti değeri toplam enerjinin % 4'ü üzerindeyse LDL seviyesinin yüksekliği % 5-6 üzerine çıkarsa HDL seviyesinde düşme olduğu belirlenmiştir (Anonim 2009b). Kalp rahatsızlığı nedeniyle ölenlerin adipoz dokularından alınan örneklerde trans yağ asiti miktarının ortalamadan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Thomas ve ark 1981).

1.6.Karaciğer Fonksiyon Testleri

Canlı vücudun önemli organlarından olan karaciğer, 1,5 kg ağırlığında ve farklı fonksiyonları bünyesinde taşıyan bir yapıdır. Organizmada 500'den fazla işlevsel görevi bulunmaktadır. Bu görevler arasında kandaki zehir miktarının takibi, uzaklaştırılması, vücudun ısı dengesinin ayarlanması, safra üretimi ve kandaki şeker seviyesinin dengelenmesi gelmektedir. Karaciğer fonksiyon testleriyle, karaciğerdeki hasarın belirlenmesi, safra yollarının takibi, tedavinin belirlenmesi ve yapılan tedavinin sonuçlarının görülmesi sağlanabilir (Akarca 2007). Karaciğer fonksiyon testleri için kullanılan bazı önemli enzimler aşağıda belirtilmiştir.

1.6.1. Alanin Aminotransferaz (ALT)

ALT, karaciğer hasarının gözlenmesinde en fazla yararlanılan testtir. Karaciğer hücrelerinin sitoplazmasında bulunur. Genellikle protein sentezinde kullanılarak karaciğer hasarının tespitinde görev alır (Angelica ve Fong 2004).

Karaciğer hasarının olması durumunda ALT değeri yükselir. AST değerine göre daha karmaşık bir yapıya sahiptir (Karagül ve ark 2000).

1.6.2. Aspart Aminotransferaz (AST)

AST, karaciğer hasarının belirlenmesinde ALT ile birlikte kullanılır (Karagül ve ark 2000). Karaciğer hücrelerinde, beyinde, pankreasta, akciğerlerde, böbreklerde, kırmızı kan hücrelerinde ve kalp iskelet kasının yapısında bulunur (Ersoy 2012). Karaciğer hücrelerinin sitoplazma ve mitokondrilerinde oluşabilir. Karaciğerlerin protein sentezinde görev alır.

1.6.3. Alkalen Fosfataz (ALP)

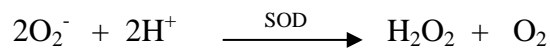
ALP, karaciğer ve kemik hasarlarının gözlemlenmesinde genellikle GGT ile birlikte kullanılır. Safra kanallarına yakın olan karaciğer hücrelerinin ve kemiklerin yapısında bulunur. ALP değerinin yükselmesiyle safra kanallarının tıkanıklığından söz edilebilir. ALP ve GGT değerleri birlikte yükselebilir. GGT değeri normal değerlerde olmasına rağmen ALP değerinde yükselme görülüyorsa buna bağlı olarak; kemiklerde hasar oluşması, kemik rahatsızlıkları ve kemik iliği hastalıklarının gözlemlenmesi söz konusu olabilir (Sharma ve ark 2012).

1.6.4. Gamma Glutamil Transferaz (GGT)

GGT, karaciğer hücrelerinde görülebilen, safra kanallarına yakın olan enzimdir (Clayton ve Round 1994). Safra kanallarının tıkanıklığında kullanılır. Genellikle ALP değeri ile birlikte yükselir. Ayrıca aşırı alkol alımına bağlı olarak yükselebilir.

1.7.Süperoksit Dismutaz (SOD)

Antioksidanlar hücre metabolizmasındaki toksit yan ürünlerinin (serbest radikalleri) oluşumunu engelleyerek, bu maddelerin meydana getirdiği hasarı azaltırlar (Şener ve Yeğen 2009). Reaktif oksijen türlerine karşı ilk savunma hattını oluşturan enzimatik antioksidan SOD'dur. SOD, süperoksit radikalini (O_2^-) hidrojen peroksit (H_2O_2) ve moleküler oksijene (O_2) katalizleyerek H_2O_2 'i, glutatyon peroksidaz (GP_X) ya da katalaz (CAT) ile ortamdaki uzaklaştırır (Young ve Woodside 2001).



1.8. Trans Yağ Oluşumu

Doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonu, ruminant canlılar tarafından alınan yağların ester bağlarındaki hidrojenin hidrolize edilmesiyle gerçekleşir. Bu işlem sırasında reaksiyonlar mikrobiyol lipazlar yardımıyla katalizlenir. Bunun sonucunda doymamış yağ asitlerinin doyması ve trans yağ asitlerinin oluşumu gerçekleşir (Sanders 1988). Trans yağ asitleri, genellikle endüstriyel işlemler sonucunda oluşmaktadır. Fakat trans izomerinin sadece yapay olarak oluştuğundan söz edilemez. Yapılan bazı çalışmalara bakıldığında (Schmidt 2000, Dağlıoğlu ve ark 2002) ruminantların süt ve et ürünlerinde trans yağların doğal olarak bulunduğu görülmüştür. Ruminantlarda en fazla karşılaşılan C18 tekli doymamış yağ asitleri ve vaksenik asit (18:1 trans 11)'dir. Özellikle süt ürünlerinde % 3-7 oranında vaksenik asit (18:1 trans 11) ve CLA (konjüge linoleik asit) bulunduğu bilinmektedir (Anonim 2007a). Ayrıca kümes hayvanlarının yağlarında beslenmeye bağlı olarak düşük miktarda trans yağ asiti bulunduğu ifade edilmiştir (Kayahan 2005, Anonim 2007c).

Trans yağ asitlerinin oluşumu üç başlık altında incelenebilir.

1. Hidrojenasyon
2. Deoderizasyon
3. Biyohidrojenasyon

1.8.1. Hidrojenasyon

Hidrojenasyon işlemi, Paul Sabatier (1890) tarafından sentetik metanol endüstrilerinde, margarinler ve yağların hidrojenasyon çalışmaları ile başlamıştır (Kahyaoğlu 2006). William Normann 1903 yılında (Amerikalı kimyacı) hidrojenasyon projelerindeki ilk patenti almıştır.

Hidrojenasyon, sıvı yağların yapısında bulunan doymamış yağ asitlerinin çift bağlarının hidrojenle doyurulması işlemidir (Kesim 1996). Yağların doymamışlık derecesine bakılarak, doymamış yağ asitlerinde hidrojen iyonları ile tepkime meydana gelmektedir. Yapısında fazla çift bağa sahip olan yağ asitlerinin, diğer yağ asitlerine göre önce tepkimeye girdiği söylenebilir (Gümüskesen 1999).

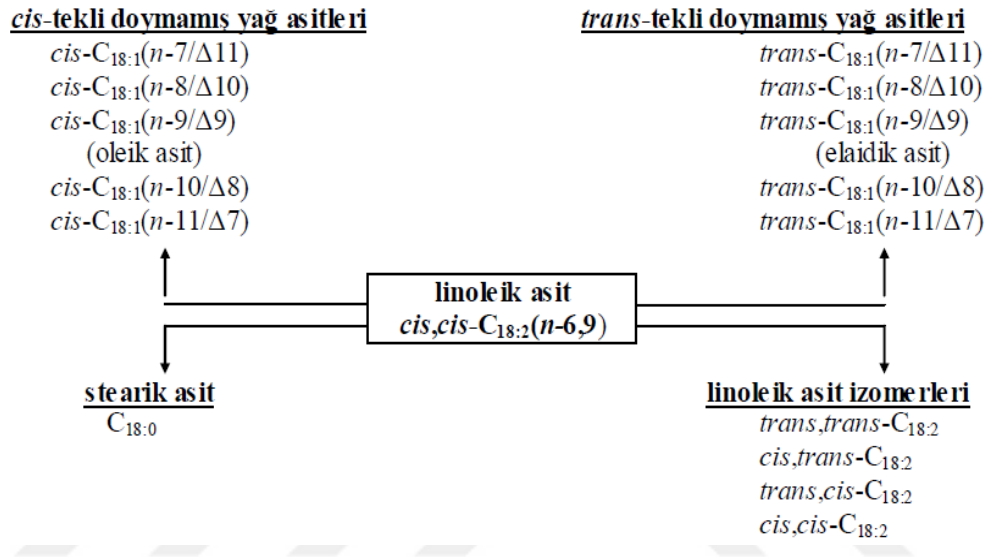
Hidrojenasyon işlemi yağların kimyasal ve fiziksel özelliklerinde değişikliklere neden olur. Özellikle yemeklik katı yağlardaki dourma işleminde

kullanılır. Bu işlem doymamış yağların bileşenlerinde trans izomeri oluşturarak, sağlık açısından olumsuzluklar oluşturur (Kayahan 2002). Hidrojenasyon işlemiyle oluşan trans yağ asitleri, balık ve bitkisel yağlarda düzensiz olan cis izomer yapısına göre; fiziksel olarak daha sert ve sıkı bir yapıya sahip olup, saklama koşulları olarak daha avantajlıdır (Pehlivanlı 2010). Hidrojenasyon işlemiyle besinin yapısında bulunan esansiyel yağ asitleri azalarak yeni ürünler oluşmaktadır. Bu ürünler, (yapısal olarak) doymuş yağ asitlerinin yapısına benzerlik göstermektedir (Karabulut ve Turan 2006). Hidrojenasyon işlemi, yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinin yanında, duygusal özelliklerini de değiştirir (Yemişçioğlu ve ark 2010). Bu şekilde oluşturulan ürün, endüstriyel olarak daha fazla kullanım alanı sahip olur. Hidrojenasyon işlemi; sıcaklık, hidrojen basıncı, katalizörlerin tipi ve karıştırma hızına bağlı olarak 3 farklı reaksiyon şeklinde gerçekleşebilir (Musavi ve ark 2008). Bu reaksiyonlarda, hidrojenler cis C-C çift bağına eklenir ve bağlar hidrojen ile doymuş hale getirilir. Buna örnek olarak, linoleik veya α -linolenik asitlerin tam hidrojenasyonu ile geride çift bağ kalmadan, stearik asit oluşumu verilebilir. Farklı olarak cis formu, trans formuna hidrojen olmadan izomeri olabilmektedir. Ayrıca çift bağ yağ asidi boyunca hareket ederek yerel (pozisyonel) izomerini oluşmaktadır (Kahyaoğlu 2006).

Bahsedilen son iki işlemde de hidrojenasyon işleminin yerine aslında izomerizasyon işlemi gerçekleştirilerek sıvı yağlar daha katı bir forma dönüştürülürken, yapılarına hidrojen katılmamıştır. Bunun sonucunda bitkisel yağlar yağ endüstrisinde geniş bir kullanım alanına sahip olarak, kısmi hidrojenasyona uğramışlardır (Kayahan 2003). Katalizöre bağlı olarak, geometrik izomerizasyon ile değişik oranlarda cis izomeri formundan trans izomer formuna dönüşümler gerçekleşmektedir. Hidrojenasyon işlemiyle sonucunda önemli miktarda trans yağ asiti oluşmaktadır (Schwarz 2000b, Kayahan 2003).

Bitkisel yağlarda iki amaçla hidrojenasyon işlemi görülür. Birinci işlemde bitkisel yağın yapısında bulunan çift bağ sayısı azaltılarak yağın tat kalitesinde artış ve oksidasyon duyarlılığında azalma görülür. İkinci işlemde ise ürünün fiziksel özellikleri değiştirilerek kullanım alanları arttırılır. Bu işlemler sonucunda kızartma yağları, margarinler ve bitkisel yağlardan üretilirler (Yüksel 2010).

Doymamış yağ asitlerinin yapısında bulunan çift bağların bir kısmı hidrojenasyon işlemiyle diğer kısmı ise pozisyon ve geometrik izomerizasyon ile yok edilmektedir. Bu işlemlere bağlı olarak yağların sertliği, kalitesi, yağın dayanıklılığı ve erime sıcaklığı artmaktadır (Nas ve ark 2001a). Endüstriyel yağlarda bulunan trans yağlar hidrojen varlığından yüksek sıcaklık ve basınç ile kısmi hidrojenasyona uğramaktadır (Anonim 2006f, Kahyaoğlu 2006).



Şekil 1.12. Linoleik asidin hidrojenasyonunda linoleik asidin pozisyonel ve geometrik izomerlerinin, elaidik ve pozisyonel izomerlerinin, oleik asit ve pozisyonel izomerlerinin ve stearik asidin oluşumu (Mensink ve Katan 1990).

Trans yağ asitleri, bu özelliklerinden yararlanılarak özellikle margarin, unlu mamuller ve kızartma işlemlerinde kullanılmaktadır. Hidrojenasyon işlemiyle doymamış yağların (yüksek sıcaklıkta) oksidasyon eğilimi düşerek, tat özellikleri, oksidasyona dayanıklılıkları ve raf ömürleri uzamaktadır (Nas ve ark 2001b). Gıda üreticileri tarafından raf ömrü uzayan ve oda sıcaklığında katı formda bulunan trans izomeri içeren yağlar daha fazla tercih edilmektedir (Semma 2002, Bensadoun 2003). Trans yağların beslenmeyle alınması sonucunda insan sağlığına olumsuz etkileri olduğu görüşü üzerine; hidrojenasyon işlemiyle oluşan trans yağların miktarını azaltmak için, katı yağ üretiminde sıvı yağlar doyurularak, oluşturulan yağın sıvı yağlarla tepkimesi gerçekleştirilmesiyle hidrojenasyon işleminin olumsuzluklarından kısmi olarak azalma sağlanabilir (Kayahan 2002).

1.8.2. Biyohidrojenasyon

Biyohidrojenasyon işlemi, hayvan tarafından alınan besinlerde bulunan doymamış yağ asitlerinin yapısındaki çift bağların, oksijensiz ortamda hidrojenlerle doyurulması sonucu ruminantlarda doğal olarak trans yağ asiti oluşturmaktadır (Sanders 1988). Bu işlem sırasında bazı bakteri türleri (*Butyrivibrio fibrisolvens*) ve protozoonlarda katkıda bulunur (Polan ve ark 1964). Ruminantların sindirim sisteminde gerçekleşen bu işlem sonucunda hayvanlardan elde edilen besin maddelerinde trans yağ bulunmaktadır (Schakel ve ark 1999, Stender ve ark 2006). Ruminantların yedikleri yemler ve çayırda otlayarak geçirdikleri zaman biyohidrojenasyon sonucu oluşan trans yağ miktarında değişikliklere neden olabilir (Aro ve ark 1998).

Günlük beslenmede kullanılan hayvansal gıdaların izomer kompozisyonu hidrojenize edilen yağlarda değişiklik gösterir. Trans çift bağların bir kısmı n-7 bir kısmı ise n-9 şeklinde gösterilmektedir (Mensink ve Katan 1993). Biyohidrojenasyon ile enzimatik şekilde meydana gelen reaksiyonlar sonucu trans yağ asitlerinin hayvanlardaki total yağ içeriği % 2-9 oranında bulunmaktadır (Schwarz 2000a).

Hayvansal yağlarda bulunan trans yağ asitleri, endüstriyel olarak hidrojenize edilen yağlar gibi farklılık göstermemektedir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994). Bitkisel sıvı yağlarda ise trans yağlar kimyasal hidrojenasyon işlemiyle oluşmaktadır. Bu işlemde doymamış yağ asitleri kısmi hidrojenasyon ve biyohidrojenasyon yardımıyla çift bağların yapılarını düzenleyerek, cis izomer yapısını trans izomer yapısına dönüştürmektedir (Hunter ve Applewhite 1991).

1.8.3. Deodorizasyon (Buhar Distilasyonu)

Hayvansal yağlar ve kısmi hidrojene yağ içeren maddelerle son yıllarda yapılan çalışmalarda (Taşan ve Dağlıoğlu 2005, Demirci 2006) bitkisel sıvı yağlarda rafinasyon işlemi sonucunda deodorizasyon ile trans yağ asiti oluşumu gözlemlendiği belirtilmektedir. Deodorizasyon işlemi sırasında uygulanan sıcaklık derecesi, basınç miktarı ve kullanılan buhar oranı trans yağ oluşumunu oldukça etkilemektedir (Wolff 1993b, Kemeny ve ark 2001). Yüksek sıcaklık uygulamaları sonucunda doymamış yağ asitlerinin geometrik izomerizm olayıyla karşılaştığı görülmektedir (Kellens

1997, Henon ve ark 1999, Medina ve ark 2000, Kemeny ve ark 2001, Taşan ve Demirci 2007).

Deodorizasyon işlemi sonucunda yüksek sıcaklık ve düşük basınç etkisiyle yağda istenilmeyen tat ve koku maddeleri yağdan uzaklaştırılabilir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Bu işlemde asıl amaç oksidatif tepkimelerle oluşan bileşiklerin uzaklaştırılarak, sabunlaşabilen ve sabunlaşamayan maddelerin yağlardan ayrılmasını sağlamaktır (Demir 2011). Deodorizasyon işlemi ile yağların saflaştırılması sonucunda trans yağ asitlerinin besin içerisindeki miktarlarında artışlar gözlemlenir. Deodorize edilen yağlarda, trans yağ asiti miktarının % 1'den daha düşük olması için, kimyasal rafinasyon sıcaklığının 230- 235 °C ve fiziksel rafinasyon sıcaklığının ise 235-240 °C değerlerinde olması beklenir (Kellens 1997).

Bitkisel yağlarda bulunan linolenik ve linoleik asitlerin izomeri olabilme olasılıkları birbirlerinden farklıdır. Linolenik asit daha fazla izomerize olmaktadır. Linoleik asit için kritik deodorizasyon sıcaklık değeri 220-230 °C olarak belirtilmektedir (Henon ve ark 1999).

Deodorizasyon sonucu yağ asitlerinin geometrik izomerlerinin oluşması deodorizasyon süresi ve sıcaklığı ile olumlu bir ilişki içerisinde olmasından dolayı Avrupa'da yemeklik yağlardaki trans yağ asiti miktarının düşük tutulduğu belirtilmektedir (Kemeny ve ark 2001).

1.9. Trans Yağların İnsan Sağlığına Etkileri

Trans yağ asitleri doymamış yağ asitlerine benzeyen bir şekilde sindirilir. Mitokondriyal β - oksidasyonu yoluyla hızla adsorbe olarak cis izomerlerine benzer şekilde katabolize olmaktadır (Kayahan 2003). Trans yağ asitleri geometrik izomer yapılarına bağlı olarak cis yağ asitlerine göre daha yüksek erime noktalarına sahiptir. Yüksek erime noktasına sahip olduğundan dolayı membran fosfolipitlerine katılarak akışkanlıkları değişmektedir. Bu nedenle membranla alakalı olan enzimlerin görevleri ile bazı tepkimelerde değişiklikler meydana gelmektedir (Ascherio 2006).

Enzim işlevlerinde desaturaz, prostoglandin sentetazların ve oksijenaz aktivitelerini baskılayarak sağlık için önemli olan metabolitlerin üretimini engellediği belirtilmektedir (Hunter 2005). Son yıllarda yapılan çalışmalara bakıldığında trans yağ asitlerinin sağlık üzerine birçok olumsuz etkisinin olduğundan

bahsedilmektedir (Norris 2005, Anonim 2009b). Özellikle trans yağ tüketiminin koroner kalp ve damar rahatsızlıklarının meydana gelme riskini arttırdığı belirtilmiştir (Gürcan 2002, Anonim 2006b). Ayrıca trans yağ asitleri kanser, diyabet, alerji, astım, fetal gelişim, alzheimer, depresyon gibi rahatsızlıkların meydana gelme olasılığını arttırmaktadır (Semma 2002, Kırılan ve ark 2005, Anonim 2009b).

1.9.1. Trans Yağ Asitleri Ve Kanser

Trans yağ asitlerinin kanser oluşum hızını arttırdığı ile ilgili net bir ilişki kurulamamaktadır. Kohlmeiner ve ark (1997)'in, menopoz sonrasında göğüs kanseri ve adipoz dokularındaki trans yağ asiti konsantrasyonu arasında bir ilişki olduğunu ileri sürmelerine rağmen, Holmes ve ark (1999)'nın göğüs kanseri olmayan kadınlarla yaptıkları çalışmalarda, düşük trans yağ asiti içeren besin alımında göğüs kanseri riskinde azalma olmadığı sonucuna varılmıştır. Trans yağ asitleri ile meme, prostat ve kolon kanserleri arasında hidrojenize edilmiş bitkisel içerikli yağların kullanıldığı Amerika'daki bazı yerlerden alınan örneklerde belirgin kanıtlar olmasına rağmen, farelerle yapılan çalışmalarda trans yağ asitinin tümör oluşumunu hızlandırdığı ile ilgili bir kanıt bulunamamıştır (Sanders 1988, Norris 2005).

Avrupa'da bulunan 11 ülkeden alınan yağlarla (aspirat kullanılarak) yapılan çalışmalarda kolorektal kanser oluşum hızıyla trans yağ asiti arasındaki ilişkisi araştırılmıştır. Trans yağ asitlerinin, kolorektal kanserin meydana gelme olasılığı ile güçlü bir bağının olduğu görülmüştür (Bakker ve ark 1997). The American Cancer Society kuruluşu (ACS), kanser ile trans yağ asiti içeren besin kullanımı arasında bir ilişki olmadığını belirtmiştir (ACS 2016). Yapılan bir diğer çalışmada (Chavarro ve ark 2006) prostat kanseri ile trans yağ asiti arasında pozitif bir etkileşim olduğu ifade edilmiştir. Ancak daha sonra yapılan başka bir çalışmada (The American Journal of Epidemiology 2011) ise trans yağ kullanımı ile ileri derecede prostat kanserinde azalma ile ilgili etkileşim olduğu ortaya çıkmıştır. Kanser ve beslenme ile ilgili olarak ileriye yönelik Avrupa araştırmalarında Fransız çalışma grubunda trans yağ asitlerinin tüketim miktarındaki artışın göğüs kanserine yakalanma olasılığını % 75 artırabileceği görüşü ileri sürülmüştür (Chajès ve ark 2008).

1.9.2. Trans Yağ Asitleri ve Diyabet

Yapılan bazı araştırmalarda (Anonim 2003b, Ghafoorunissa 2008) trans yağ asitlerinin, tip 2 diyabetin ilerlemesinde etkili olduğundan söz edilmektedir. Trans yağ asitlerinin, hücre duvarına ait iyon yapısında değişime neden olarak, insülin resistansını arttırdığı savunulmaktadır (Kırılan ve ark 2005). Trans yağ asitleri alyuvarların insüline olan tepkisini azaltarak şeker hastalarında istenmeyen etkilere neden olduğu görülmektedir. Buna bağlı olarak obez kadınlarda tip 2 diyabetin gelişimi ile trans yağ asiti alımı arasında pozitif bir ilişki saptanmıştır (Anonim 2003b). Trans yağların yapısal olarak benzerlik gösterdiği doymuş yağ asitlerinin diyabete etkisi, trans yağlara göre daha azdır. Ghafoorunissa (2008)'ın yapmış olduğu çalışmada linoleik asitin vücuda alınımının artması, trans yağ asitlerinin insülin direncine olan olumsuz etkisinin artmasıyla ilgili olduğu ve buna bağlı olarak trans yağ alımının azaltılması gerektiği ifade edilmiştir.

1.9.3. Trans Yağ Asitleri ve Alerji

Trans yağ asiti alımının yaygın alerjik semptomlara neden olduğu savunulmaktadır (Semma 2002). Çocuklarda yapılan çalışmalarda (13-14 yaş), trans yağ asiti alımıyla alerjik rhinoconjunctivis, atopik alerji ve astım gibi rahatsızlıkların oluşumu arasında pozitif bir etkileşim olduğu ifade edilmiştir (Stender ve Dyerberg 2003, Kırılan ve ark 2005). Çocuklarda özellikle (n-3) ve (n-6) doymamış yağ asitlerinin bu semptomlara sebep olduğu görülmüştür. Bu yağ asitlerinin, cis izomerlerinde hastalık yapıcı etkisinin olup olmadığı ile ilgili yeterli bilgi mevcut değildir (Stender ve Dyerberg 2003, Kırılan ve ark 2005).

1.9.4. Trans Yağ Asitleri ve Fetal Gelişim

Stender ve ark (1994)'nın, hayvanlar üzerinde yapmış oldukları çalışmada trans yağ asitlerinin plasenta ile fetüse geçmediği, fetüsün trans yağ asitlerine karşı korunduğu belirtilmektedir. Ancak bu alandaki çalışma sayısının artmasıyla trans yağ asitlerinin fetüse plasenta ile aktarıldığı ifade edilmiştir. Yapılan çalışmalarda C 18:1 yağ asitlerinin trans izomerini tüketen kadınların dokularında ve bebeklerinin plazma lipitlerinde bu tip trans yağ asitlerinin depolandığı tespit edilmiştir. Anne tarafından plasenta ile aktarılan trans yağ asit miktarı, bebeğin doğumundan sonra alınan kandaki değerler ile örtüştüğu belirtilmiştir (Berghaus ve ark 1998, Elias ve Innis 2001). Ayrıca bu çalışmalarda annenin kanındaki trans yağ asiti miktarının yüksek

olduğu durumlarda hamilelik sürecinin kıaldığı ve bebeğin gelişimini tam olarak tamamlayamadığı sonucuna varılmıştır. Trans yağ asitlerinin miktarındaki artış, bebeğin gelişiminde sorunlara yol açarken, laktasyon, hamilelik sürecinde bazı lokasyonlara ve doğumdan sonraki süreçte ise bebeğin gelişiminde olumsuz etkilere neden olduğu ifade edilmiştir (Kırılan ve ark 2005). Ayrıca gebe kadınlarda alınan trans yağ asitlerinin insan plasentası ile bebeğe geçmesi sonucunda hamilelik sürecinde, bebeğin gelişiminde ve neonatal periyotta (bebeğin hayattaki ilk 30 gününde) bebeğin sağlığını olumsuz etkilediği belirtilmektedir (Kırılan ve ark 2005). Bununla beraber prematüre bebeklerin ve 1-5 yaş arasındaki sağlıklı çocukların trans yağ asiti içeren besinlerle beslenmesi sonucunda çocuklarda büyüme ve gelişmeye yardımcı olan araşidonik asit miktarı ile trans yağ asiti arasında negatif bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir (Larque ve ark 2001, Semma 2002). Kadınlar da yapılan bir araştırmada (Chavarro ve ark 2007) karbonhidratlara göre trans yağ kullanımındaki % 2'lik bir yükselmenin kısırlık oluşma olasılığı % 73 oranında arttırdı belirtilmiştir.

1.9.5. Trans Yağ Asitleri ve Alzheimer

Archives of Neurology' de 2003 yılında yayınlanan bir çalışmada doymuş ve trans yağların tüketiminin alzheimer hastalığını ilerlettiği belirtilmiştir (Morris ve ark 2003). Bu çalışma, herhangi bir hayvan modeli ile örneklendirilememiştir (Phivilay ve ark 2009). Orta yaş ve üzeri insanlarda yapılan çalışmalarda, trans yağ asiti alımının artması ile alzheimera yakalanma riskinin ilişkili olduğu belirtilmiştir. Besinlerle alınan trans yağ asiti miktarındaki % 20'lik bir artışın alzheimer olma olasılığını 4 kat arttırdığı savunulmuştur (Kırılan ve ark 2005, Anonim 2006d).

1.9.6. Trans Yağ Asitleri ve Koroner Kalp Hastalığı

Hidrojene yağlar insan beslenmesinde uzun yıllardır yer almaktadır. Hidrojenasyon ile meydana gelen trans yağların besinlerle alımının sağlık üzerine olumsuz etkileri saptanmıştır (Anonim 2009c). Bu etkiler arasında en belirgin olanı kalp ve damar rahatsızlıkları ile ilgili olanlarıdır. Hayvan çalışmalarında 1980 yılından itibaren trans yağ asitlerinin hiperkolesterolemik etkileriyle ilgili bilgi toplamaya başlanılmıştır. İnsan ve hayvanlarla yapılan çalışmalarda ise 1990 yılında trans yağ asitlerinin kan lipitlerine etkileri nedeniyle kalp ve damar hastalıkları riskini arttırdığı kanıtlanmıştır (Ascherio ve ark 1999). Trans yağ asitleri doymuş yağ asitlerine göre kalp damar sağlığı için 1,5- 2 kat daha fazla risk oluşturmaktadır.

Ayrıca besinlerle alınan trans yağ asitleri kandaki kolesterol seviyesinde değişikliklere neden olmaktadır. Kanda bulunan kolesterolün (kolesterol taşıyıcılarının) miktarı koroner kalp hastalıklarının oluşmasında önemlidir. Besinlerle trans yağ asiti alınımının total ve HDL kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, LDL kolesterol konsantrasyonunu ve trigliserit düzeyinde ise artışa neden olduğu görülmektedir (Zock ve Katan 1992, Sundram ve ark 1997, Sanders ve ark 2000, Linchtenstein ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003). Doymuş yağ asitlerine göre trans yağ asitlerinin daha zararlı olduğu görülerek yapılan bazı çalışmalarda da koroner kalp hastalığında etkili olan lipoprotein(a)'yı yükselttiği saptanmıştır (Mensink ve Katan 1990, Judd ve ark 1994, Gürcan 2002).

Endüstriyel olarak üretilen trans yağ asitlerinin besinlerle alınan miktarı enerjinin % 2'si kadar bir artışa neden olduğunda, kalp hastalıklarının oluşma riskini % 55 oranında artırabileceği belirtilmektedir (Stender ve Dyerberg 2003). Beslenmeyle alınan trans yağ miktarı, trans yağ içermeyen diyetlerle karşılaştırıldığında trans yağ asiti değeri, toplam enerjinin % 4'ü üzerindeyse LDL seviyesinde yükselme, % 5-6 üzerine çıktığında ise HDL seviyesinde düşmeye neden olduğu ifade edilmiştir (Anonim 2009b). Kalp rahatsızlığı nedeniyle ölenlerin adipoz dokularından alınan örneklerde trans yağ asiti miktarının ortalamadan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Thomas ve ark 1981). Doymamış yağ asitlerinde trans izomerinin cis izomerine göre vücuttaki oksidasyonunun daha zor olduğu, vücuttaki kullanım miktarının daha az, birikme miktarının ise daha fazla olduğu bilinmektedir. Örneğin elaidik asitin (trans-9 18:1) trans izomerinin vücuttaki kullanım miktarı cis izomerine göre daha düşük miktarda olduğu ve vücuda alınan trans yağ asitinin miktarı arttıkça esansiyel yağ asitlerinin ihtiyacının arttığı belirtilmiştir (Greyt 1998). Gıdalarla alınan trans yağ asitleri miktarının azaltılmasıyla koroner kalp rahatsızlığı riskinin azaldığı tespit edilmiştir. Amerika'da 1990'lı yıllarda yapılan bir çalışmada (Oomen ve ark 2001) trans yağ asiti alımlarının günlük enerji miktarındaki oranının % 2-4 değerinde azaltılması sonucunda kalp hastalığından ölen kişi sayısının yıllık 20.000 kişi azaldığı ifade edilmektedir.

Yapılan son çalışmalara bakılarak hidrojenasyona uğramış yağların (özellikle margarinlerin) günlük beslenmedeki kullanım oranının düşmesi kalp damar rahatsızlıklarının oluşma riskini azaltacağı belirtilmektedir (Mensink ve Katan 1990, Stender ve Dyerberg 2003).

1.9.7. Trans Yağ Asitleri ve Obezite

Günümüzde hazır gıdaların evlere girmesiyle, diyetle alınan trans yağ miktarı artmıştır. Diğer yağlar ve trans yağların diyetle alınması sonucu trans yağ içeriğinin diğer yağlara göre vücuttaki kilo alımını daha fazla arttırdığı, özellikle karın bölgesinde yağlanmaya neden olduğu belirtilmektedir (Gosline 2006). Kavanagh ve ark (2007)'nin maymunlarla yapmış oldukları çalışmada 6 yıl boyunca trans yağ asiti içeren diyetle beslenen maymunların vücut ağırlıklarının % 7,2 oranında arttığı görülmüştür. Aynı çalışmada tekli doymamış yağ içeren diyetle beslenen maymunlarda ise bu oranın % 1,8 olduğu belirtilmektedir. Yapılan çalışmalara bakılarak trans yağ alımının obezite riskinin giderek arttığı, buna bağlı olarak da tip 2 diyabetin insanlarda görülme olasılığının arttığı ifade edilmiştir. Obez kadınlarla yapılan bazı çalışmalarda trans yağ alımına bağlı olarak tip 2 diyabetin görülme olasılığının arttığı sonucuna varılmıştır (Anonim 2003b, Kavanagh ve ark 2007).

1.9.8. Trans Yağ Asitleri ve Depresyon

İspanyol araştırmacıların (6 yıl boyunca) 12.059 kişi ile yaptıkları çalışmada trans yağ tüketenlerin, tüketmeyenlere göre daha depresif yapıda olduğu görülmüştür. Ayrıca bu oranın % 48'den daha yüksek olduğu ifade edilmiştir (Sydney Morning Herald 2011).

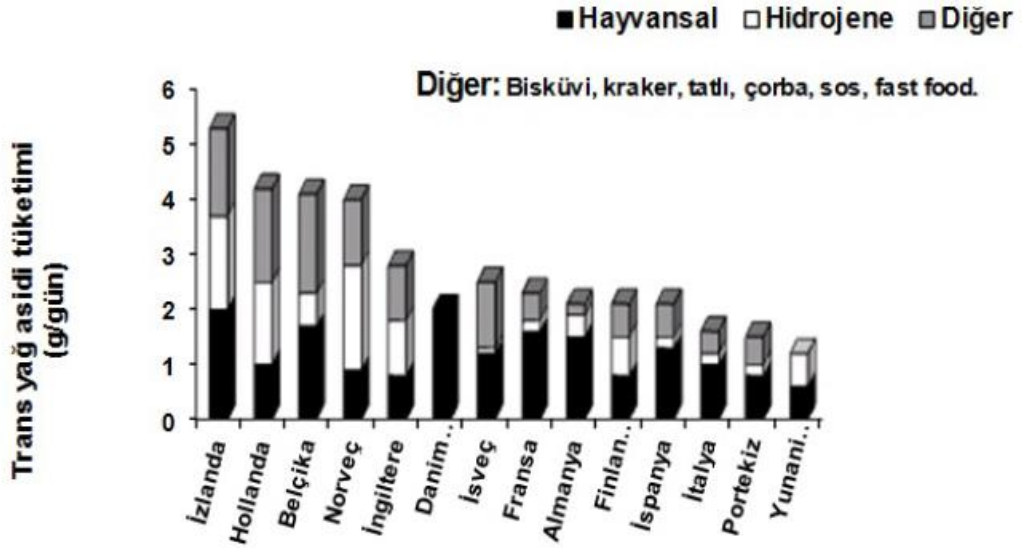
1.9.9. Trans Yağ Asitleri ve Karaciğer Bozukluğu

Trans yağ asitleri diğer yağlardan farklı olarak canlı karaciğerde metabolize edilir. Bunun sonucunda delta 6-dezaturaz'ın oluşumuna engel olur. Delta 6-dezaturaz enzimi yağ asitlerinin hücre fonksiyonlarının gerçekleştirilmesi için gerekli olan araşidonik asit ve prostaglandinleri sentezler (Mahfouz 1981). Bu enzimin sentezlenmemesi sonucu canlı metabolizması bozulur.

1.10. Ülkelere Göre Trans Yağ Asiti Tüketimi

Besinlerde bulunan trans yağ asitlerinin % 2-8'i hayvansal kaynaklı olmasına rağmen % 82- 90'ı endüstriyel kaynaklıdır. Endüstriyel kaynaklı trans yağ asitleri, özellikle hidrojene yağlar ve margarinlerden oluşmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Türkiye’de 2000’li yıllardan sonra kahvaltılık ve yemeklik margarin kullanımının azaldığı görülmektedir. Buna karşı gıda endüstrisinde ise margarin ve shortening kullanımında artış tespit edilerek, 2003 yılında alınan verilere bakıldığında bitkisel yağ kullanımının yıllık 6-17 kg olduğu, bu miktarın da neredeyse 6,6 kg’nın margarin ve shorteningerden meydana geldiği belirtilmiştir (Tekin ve ark 2002). Ülkelere göre trans yağ asiti kullanımına bakılacak olursa; Almanya’da en yüksek trans yağ asiti oranı % 34 ile yağda kızartılan ürünlerde olduğu saptanmıştır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Amerika’da yapılan bazı çalışmalarda (Enig ve ark 1995, Taşan ve Dağlıoğlu 2005) 13-19 yaş grubundaki çocuk ve gençlerin günlük trans yağ asiti alım miktarı 30 g olarak belirlenmiştir. Fransa’da ise trans yağ asiti tüketiminin kadınlarda 2,76 g, erkeklerde 3,36 g ve çocuklarda 2,84 g olduğu belirtilmektedir (Laloux ve ark 2007).



Şekil 1.13. Avrupa ülkelerindeki trans yağ asiti tüketimi (Craig 2006).

Kuzey Amerika’da yapılan araştırmalarda günlük kişi başına düşen trans yağ miktarı 3-4 g olarak belirlenmiştir. Avrupa ülkelerinin trans yağ asiti kullanım miktarına bakılacak olursa; Yunanistan’ın 1,4 g, Portekiz’in ve İtalya’nın 1,6 g, İspanya’nın 2,1 g, Finlandiya’nın ve Almanya’nın 2,2 g, Danimarka’nın ve İsveç’in 2,6 g, İngiltere’nin 2,8 g, Norveç’in 4,9 g, Belçika’nın ve Hollanda’nın 4,2 g, İzlanda’nın ise 5,4 g olarak saptanmıştır (Craig 2006). Kuzey Avrupa ülkelerinde Akdeniz ülkelerine göre daha fazla trans yağ asiti kullanılmaktadır.

1.11. Trans Yağ İçeren Gıdalar

1.11.1. Bitkisel Gıdalarda Trans Yağ Asitleri

Bitkisel kaynaklı doymamış yağ asitleri genellikle cis formunda bulunurlar. Cis izomeri, üzerindeki çift bağlar bazı istisnalar dışında çoğunlukla n-3, n-6 ve n-9 pozisyonundadır. Çoklu doymamış yağ asitleri, palmitoleik asit ve oleik asitin trans formları çeşitli bitkilerin tohum ve yapraklarında bulunmaktadır. Tohumlardaki trans yağ asit miktarı, yaprakta bulunan yağ miktarına göre yüksektir. Günlük beslenmede bitki tohumları çok fazla yer almadığından dolayı zararlı etkileri söz konusu değildir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Bitkisel kaynaklı, yemeklik yağların bileşenlerindeki yağ asitleri çoğunlukla cis formundadır. Endüstriyel çalışmalarda da hidrojenasyon gibi işlemler sonucunda trans yağ asiti oluşumu görülmektedir. Bu alandaki ilk çalışmayı Ackman ve ark (1974) yapmış olup, deodorizasyon aşamasında linolenik ve linoleik asitlerin geometrik izomerlerinin oluştuğu saptamışlardır. Wolff, bu alanda 1990'lı yıllarda birçok çalışma yapmıştır (Wolff 1992, Wolff 1993a, 1993b, 1993c, Wolff 1994). Wolff (1993a) yüksek sıcaklıkta gerçekleştirilen deodorizasyon işlemi sonucunda oluşan sıvı yağların % 3,5 oranından daha fazla toplam trans izomerinin olduğunu ifade etmiştir. Schwarz (2006b), bitkisel sıvı yağlarda toplam % 0,1-0,3 oranında trans yağ asiti olduğunu belirtmiştir. Ferrari ve ark (1996) ham mısır, kolza ve soya yağlarından % 0,1 oranında trans yağ asiti olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca rafine mısır, kolza ve soya yağlarında ise sırasıyla % 1,5, % 2,4 ve % 4,6 miktarında (toplam) trans yağ asiti olduğunu belirtmişlerdir. Brueh (1996) bitkisel sıvı yağlarda trans yağ asiti % 0,05 oranında bulunduğunu belirtmiştir. Taşan ve Demirci (2003) ham ayçiçek yağında % 0,06 oranına yakın trans linoleik ve trans oleik asit bulunduğunu bildirmişlerdir. Türk Gıda Kodeksi, 1998 yılında yemeklik olarak kullanılan zeytinyağı ile ilgili bazı besin maddelerinin trans yağ asiti limitini belirlemiştir (Anonim 1998).

Medina ve ark (2000) fiziksel ve kimyasal rafinasyon işlemi uygulanmış rafine yağlarda toplam trans yağ asiti değerleri % 0,90 ile % 0,23 arasında tespit etmişlerdir. Ayrıca pamuk, yer fıstığı, kabak çekirdeği, safran tohumu, fındık, buğday rüşeymi, soya, kolza tohumu, ayçiçeği, susam ve mısır özünden ısı işlem görmemiş soğuk pres yağlarda (ham) trans yağ asitlerinden elaidik asidin değeri %

0,01-0,39 ve C 18:2 t ve C 18:3 t için değeri % 0,01-0,28 arasında, bitkisel sıvı yağlardaki toplam trans yağ asiti değeri % 0,1-0,4, pamuk (ham) yağındaki (C 18:1 t) değeri % 0,09 ve C 18:2 t için değeri ise % 0,12, ayęiçek (ham) yağındaki trans yağ asit değeri % 0,06, çam fıstığı, susam, kayısı, yer fıstığı, haşhaş, kabak çekirdeği ve fındıktaki trans yağ asiti değeri % 0,02-0,29 arasında ifade edilmiştir (Bruhl 1995, Schwarz 2000a, Gümüşkesen ve Beyaz 2001, Taşan ve Demirci 2003, Dıraman 2007).

1.11.2. Hidrojenasyon ile Oluşmuş İşlenmiş Gıdalar

Hidrojene yağlar arasında ilk sırayı margarinler almaktadır. Margarinler hidrojenasyon işlemiyle doymamış yağ asitlerinde katı yağ kristallerinin arttırılarak, bitki ve balık yağlarının koku ve tatlarının deodorizasyon işlemiyle uzaklaştırılması sırasında oluşmaktadırlar (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Margarinlerin içerdikleri trans yağ asiti miktarı farklılık göstermektedir. Türkiye'de yapılan bir çalışmada (Tekin ve ark 2002), 14 margarin birbirleriyle karşılaştırıldığında, 10 örneğin trans yağ asiti değeri % 7,7- 37,8 aralığında değişirken, kaynağı hindistan cevizi yağından oluşan kısa zincirli doymuş yağ asidi içeren 4 margarin çeşinde ise trans izomerine rastlanmamıştır. Margarinlerin trans yağ asiti oranları, margarinlerin iğerdiği hidrojenize yağ ve trans yağ asiti miktarına bağlı olarak belirlenmektedir. Kısmi hidrojene yağ miktarı düşük olan yumuşak margarinlerin trans yağ asiti iğerikleri sert margarinlere göre daha azdır (Medina ve ark 2000, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Ülkemizdeki sert margarinlerin trans yağ asiti miktarı % 10-35 değerleri arasında değişirken, yumuşak margarinlerdeki trans yağ asiti miktarı % 8-8,9 değerleri arasında değişmektedir (Mansour ve Sinclair 1993, Arıcı ve ark 2002). Trans yağ asitlerinin kullanıldığı tek yer margarinler değildir. Kısmi hidrojenize yağlar, kurabiyeler, kekler, bisküviler, cipsler, çikolatalar, pizzalar ve yağda kızartılmış gıdaların oluşturulmasında da kullanılmaktadırlar. Yapılan işlemin süresi ve sıcaklık değeri gibi değişkenlere bağlı olarak bu ürünlerin içerdikleri trans yağ asiti miktarı farklılık göstermektedir. Steinhart ve Pfalzgraf (1994) yapmış olduğu çalışmada cips, kek, kızartılmış patates ve shorteninglerin yağ asidi miktarını sırasıyla % 0,1- 20, 2, % 15,5 ,% 5,8- 32,8, % 0,1-31,8 olarak belirlemişlerdir. Fernandez (2000) ise patlamış mısır, patates cipsi, bisküvi, kek ve

pizzanın trans yağ asiti miktarlarını sırasıyla % 0,1 ,% 0,9, % 1,8, % 2,8, % 3,1 olarak saptamıştır.

Dağlıoğlu ve ark yapmış olduğu çalışmalarda ise bisküvi çeşitlerinde gofret, milföy hamuru, mısır cipsi, kek ve krakerin trans yağ asiti miktarları sırasıyla % 1-30,5, % 21,8, % 16,3, % 0,7, % 4,6, % 2,1 olarak belirlemişlerdir (Dağlıoğlu ve ark 2000, Dağlıoğlu ve ark 2002).

Kısmi hidrojenize edilen balık yağları, bazı ülkelerde margarin üretiminde önemli bir hammadde oluşturmaktadır. Özellikle İngiltere, Hollanda ve Norveç'te kullanılmaktadır. Balık yağlarının kısmi hidrojenasyon sırasında, doksaheksaenoik (DHA: C:22:6, n-3) ve eikosapentaenoik (EPA: C20:5, n-3) yağ asitleri (kısmen) doymuş hale gelirken bu yağ asitlerinin trans formları da oluşmaktadır (Mersink ve Katan1990, Larque ve ark 2001).

1.11.3. Et Ve Süt Ürünleri

Trans yağ asitleri, ruminantların yağlarının bileşiminde doğal olarak (düşük miktarda) yer almaktadır (Smith ve ark 1978). Ruminantlarda trans yağ asiti oranı % 1-11 değerleri arasında değişiklik göstermektedir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994). İnek, koyun ve keçi sütlerinden üretilmiş tereyağları ile yapılan bir çalışmada (Sağdıç ve ark 2004) trans yağ asiti oranı % 0,11-0,26 değerleri arasında değişiklik göstermektedir.

Süt yağlarındaki trans yağ asiti değeri araştırılırken yüksek sıcaklıkta yapılan uygulamaların trans yağ asiti miktarını arttırdığı gözlemlenmiştir (Precht ve ark 1999). Hayvansal yağlarda trans yağ asiti miktarı kısmi hidrojenize edilen yağlara göre daha az farklılık teşkil etmektedir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994).

1.11.4. Anne Sütünde Trans Yağ Asitleri

Anne sütünde bulunan trans yağ asitleri annenin mevcut beslenmesi sırasında aldığı besinlerden süte geçmektedir (Jensen ve ark 2000). Annelerin sütünde bulunan trans yağ asitleri farklı miktar ve çeşitte bulunmaktadır. Bunun nedeni annelerin her birinin farklı beslenme şekillerine sahip olmasıdır. Sütle beslenen bebeklerin gelişimi ve büyümelerinde sütle geçen trans yağ asiti miktarı önem taşımaktadır (Friesen ve Innis 2006). Anne sütünde bulunan trans yağ asiti içeriği yaklaşık olarak % 2,5 değerindedir (Larque ve ark 2001). Alman anneleriyle yapılan bir çalışmada, doğum

gerçekleştikten sonraki 3. ve 4. aylarda alınan sütlerdeki trans yağ asiti miktarı toplam yağ asiti miktarının % 4,4'ünü oluşturduğu ve bunun % 3,1'nin ise trans C 18: 1 olduğu belirtilmiştir (Koletz ve ark 1988). Amerikalı annelerde yapılan bir çalışmada (Chappell ve ark 1985) ise annelerin sütlerinde %2,8 oranında trans C 18:1 tespit edilmiştir. Kanada'daki annelerin sütlerinde % 7,19, Nijeryalı annelerin sütlerinde ise % 1,2 oranında trans yağ asiti belirlenmiştir (Koletzko ve ark 1991, Chen ve ark 1995).

1.12. Trans Yağ Asitlerinin Oluşumunu Önlemek İçin Kullanılan Alternatif Yollar

Trans yağ asitlerinin günlük beslenmede kullanımını azaltmak için trans yağ asitlerine alternatif yöntemler bulunmalıdır. Bu yöntemler aranırken hidrolize edilmiş yağlar yerine sağlıklı yağlar kullanılmalıdır. Bu kapsamda interesterifikasyon, fraksiyonasyon, hidrojenasyon proses modifikasyonu ve özelliği arttırılmış sıvı yağların kullanımı alternatif olarak gösterilebilir.

1.12.1. İnteresterifikasyon Yöntemi

İnteresterifikasyon yöntemi, trigliseritlerin özelliklerinin istenilen şekilde değiştirilmesi amacıyla kullanılır. Bu yöntemle trans yağ asitleri içermeyen margarin üretimi gerçekleştirilmektedir. Bitkisel sıvı yağların, doymuş trigliseritler ve palm stearin gibi katı formdaki yağların kaynağının karıştırılarak interesterifiye edilmesiyle, trans yağ asiti içermeyen margarinler elde edilir. Kakao yağı gibi ekonomik değeri olan yağların üretiminde ise enzimatik interesterifikasyon tepkimeleri kullanılır (Gümüşkesen 1999). Bu yöntemle ürünün genel maliyeti yükselmektedir (Anonim 2006a).

1.12.2. Fraksiyonasyon

Yağların, farklı bileşenlerine ayrılması işlemidir. Özellikle palm yağının katı ve sıvı fazlarının elde edilmesinde kullanılır. Fraksiyonasyon işlemiyle palm yağından palm stearin ve palm olein üretilmektedir. Palm yağı soğuk stearin şartlarda stabil durumda iken genelde sıvı olarak kullanılmaktadır. Palm yağına fraksiyonasyon işlemi uygulandığında 1. işlemde stearin ürünü 2. işlemde ise süper ve yumuşak stearin oluşmaktadır. Bu işlem sonucunda oluşan yumuşak stearinin

ekonomik değeri yüksektir. Ayrıca kakao yağına benzeyen yağların üretilmesinde kullanılır (Gümüşkesen 1999).

1.12.3. Hidrojenasyon Prosesinin Modifikasyonu

Katı yağlar, doymuş yağ asitlerinden veya hidrojenasyon sonucunda oluşmaktadırdır. Hidrojenasyon işleminin yapılabilmesi için sıcaklık derecesi, basınç değeri ve katalizör gereklidir. Hidrojenasyon derecesini yükselterek düşük trans yağ asiti içeren ürünler elde edilebilir. Fakat hidrojenasyon derecesi yükseldikçe ortamda daha çok doymuş yağ asidi oluşacaktır. Gıda üreticilerinin etikette belirtilmesi gereken doymuş yağ asidi miktarı artacağı için bu durum olumsuz karşılanmaktadır (Gümüşkesen 1999, Hunter 2005).

1.12.4. zelliği Artırılmış Sıvı Yağların Kullanılması

zelliği arttırılan sıvı yağlar, üç gruba ayrılır. Birinci grupta iek ve kanola yağı gibi yüksek oleik asit içeren yağlar bulunur. İkinci grupta ayçiçek ve soya yağı gibi orta derece oleik asit içeren yağlar bulunur. nc grupta ise düşük linolenik asit içeren kanola ve soya yağı gibi düşük linolenik asitler bulunur. Bu yağlar tamamen endüstriyel olarak sentezlenerek, dayanıklılıkları yüksek ve oda sıcaklığında sıvı formda bulunarak özellikle fırın ürünlerinde kullanılırlar (Gümüşkesen 1999, Hunter 2005).

1.13. Çeşitli lkelerdeki Trans Yağ Asiti Kullanımı İle İlgili Yapılan Düzenlemeler

1.13.1. Kanada

Kanada, gıda paketleri üzerinde trans yağ asitinin belirtilmesinin gerektiğini dile getiren ilk ülkedir (Anonim 2006c). Kanada Kalp ve Kriz Kuruluşu, Kanada Sağlık Kurumu Kuruluşu ve diğer sivil toplum kuruluşları 1 ocak 2003 tarihinde ‘‘Beslenme Gerçekleri Tablosu’’ adı altında gıdaların etiketlerinin üzerine 13 anahtar besin öğesinin miktarlarını içeren bilgilerin verilmesini belirtmişlerdir. Health Canada, 2005 yılının aralık ayında birçok gıda maddesinin etiketlerinde trans yağ ieriğininde verilmesi gerektiğini belirtmiştir. Gıda maddelerinin 0,2 gramdan daha az trans yağ içermesi durumunda ürünün etiketinde ‘‘Trans Yağ İçermez’’ ibaresinin bulunması gerektiği ifade edilmiştir (Anonim 2003c). Yapılan bu çalışmalarla (Stender ve Dyerberg 2003, Norris 2005) Kanada'da endüstriyel gıdaların içerisinde

bulunan trans yağ asiti miktarı mümkün olduğunca azaltılmaktadır. Kanada sağlık bakanlığı hidrojenize edilmiş yapay yağların kullanımında yasaklamalar getirerek, verilen 2 yıllık süre zarfında hiçbir markette hidrojenize edilmiş yapay trans yağlı gıda maddesi bulunamayacağını belirtmiştir (Anonim 2018).

1.13.2. ABD

Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FDA) 1999 yılında, gıda etiketleme ile ilgili tüzüğünde gıda içerisindeki trans yağ asiti miktarının 0,5 gramdan az olması durumunda gıda etiketinde bunun belirtilmesi gerektiğinin üzerinde durmuştur. Beslenme Gerçekleri adlı panelde endüstriyel gıdalardaki trans yağ asitlerinin miktarının 1 Ocak 2006 tarihinden itibaren belirtilmesi gerektiği yasal olarak belirtilmiştir (Stender ve Dyerberg 2003). ABD'de 2007 yılında New York City'de ve 2010 yılında Kaliforniya'da ambalajlı ürünlerde trans yağ içeriği ile ilgili eyalet kanunları ABD kanunları içerisinde yer almıştır (NYC 2007). Ayrıca FDA endüstriyel şekilde üretilen trans yağların “genellikle güvenilir kabul edilen” (GRAS) yağlar sınıfına girmediğini resmi gazetede bildirerek, 2018 haziran ayında bunun tamamen uygulanmaya konulacağı ve bu ürünlerin yasal olarak satılmayacağı ifade edilmiştir (FDA 2015). FDA tarafından 11 temmuz 2004'te gıda maddelerinin paketleri üzerine trans yağ içerip içermediklerini belirtilmesi gerektiğini içeren bir düzenleme hazırlanmıştır (Anonim 2004b). Bu düzenlemeler 1 ocak 2008 yılında zorunlu hale getirilmiştir. Fakat diğer ülkelerde belirlenen miktarların aksine ABD'de besin maddelerinin 0,5 gram da daha az trans yağ içermesi durumunda etikette “sıfır trans yağ içerir” ifadesi kullanılmaktadır (Anonim 2003a).

FDA'nın trans yağ asitleriyle ilgili bazı kriterlerine bakıldığında:

- Gıda maddesi içerisinde trans yağ asiti bulunması durumunda paket etiketinde bu bilgi verilmelidir.
- Gıda maddesi üzerindeki etikette, gıda maddesinin içermiş olduğu doymuş yağ asidi ve trans yağ miktarı etikette belirtilmelidir.
- Gıda maddesinin içermiş olduğu doymuş ve trans yağ miktarının 2 gramı geçtiği durumlarda kolesterol bilgisinin verilmesi gerekir.
- Doymuş ve trans yağ miktarının 0,5 gramdan az olması halinde, etikette “Trans Yağ İçermemektedir” ibaresi konulmalıdır.

1.13.3. Danimarka

Trans yağlarla ilgili ilk politik kararı alan ülke Danimarka'dır. Danimarka Beslenme Konseyi, 2003 yılından itibaren gıda etiketlerinde gıdada bulunan trans yağ asiti miktarının verilmesi gerektiğini yasal düzenlemelerle ifade etmiştir. Bu düzenlemeye göre 100 g yağdaki trans yağ asiti miktarı 2 g'ı geçmeyecektir. Bu yasal düzenlemeler ile Danimarka, diğer ülkelerin arasında hazır besinlerde dâhil olmak üzere günlük beslenmede 1 g'dan düşük trans yağ tüketen tek ülke olmuştur (Stender ve ark 2006). Danimarka hükümeti günlük trans yağ tüketimini 6 g'dan 1 grama azaltmayı planlayarak 20 yıl içerisinde kalp hastalıklarından kaynaklanan ölüm riskini % 50 oranında azaltabileceği hipotezini ortaya atmıştır (Anonim 2008). Danimarka Beslenme Konseyi'nin 1994, 2001 ve 2003 yıllarında aldığı kararlara bakıldığında; endüstriyel trans yağ asitlerinin gıdalarla kullanılmaması ve trans yağ asitlerinin bir an önce kaldırılması gerektiği belirtilmiştir (Stender ve Dyerberg 2003, Norris 2005, Anonim 2006c).

1.13.4. Hollanda

Hollanda'da 1980 yılında kullanılan sert margarinlerde bulunan trans yağ asiti miktarı % 50'den fazla iken bu değer günümüzde % 2 değerinden bile azdır. Bu oranın günümüzde bu kadar düşmesi Hollanda toplumunun trans yağ asiti hakkında bilinçlenmesinden kaynaklanmaktadır (Pedersen ve ark 1998).

1.13.5. Avustralya

Avustralya hükümeti hazır besinlerin içerdiği trans yağ miktarının azaltılması için çalışmalara başlamıştır. Öncelikle fast food üreticilerinde bu politika yürürlüğe girmiştir. Trans ve doymuş yağ kullanımını içeren plan taslağı 2007 yılında bir öneri olarak sunulmuştur. Avustralya'da yapılan bu düzenleme çalışmalarına rağmen gıda etiketlerinde toplam yağ içeriğinde trans yağ miktarı ayrı verilmemektedir. Ancak 1996 yılından itibaren üretilen margarinlerin içerisinde neredeyse hiç trans yağ asiti bulunmamaktadır (Clifton ve ark 2004).

1.13.6. İsviçre

İsviçre 2008 yılının nisan ayında trans yağ asitleriyle ilgili uygulamalara başlamıştır (Anonim 2008). İsviçre parlamentosu 2011 yılında besinlerdeki trans yağ içeriğinde sınırlandırmalar içeren bir yönetmeliği parlamentodan geçirmiştir. Fakat

bakanlar kurulu yönetmeliği uygulamaya koymak için Avrupa topluluğu raporunu bekleyeceklerini ifade etmişlerdir (Anonim 2013).

1.14. Türkiye'deki Trans Yağ Asiti Kullanımı İle İlgili Yapılan Düzenlemeler

Türkiye'de de Kanada, Danimarka ve Amerika gibi ülkelerde olduğu gibi, trans yağ asiti miktarı ile ilgili düzenlemeler yapılmaktadır. Türk Gıda Kodeksi (T.G.K.) 2000 yılında yemeklik zeytinyağları ile ilgili tebliğde trans yağ asiti içeriğindeki saflık derecesi ve kalite ölçütleri hakkında bilgi vermiştir (Anonim 2000). Ayrıca 2006 yılında ise T.G.K. yönetmeliğinde, yemeklik prina ve zeytinyağları ile ilgili tebliğde doğal zeytinyağları, riviera zeytinyağları, rafine zeytinyağları, rafine ve karma prina yağları içerisindeki toplam trans C18:1, trans C18: 2 ve trans C18:3 yağ asitleri miktarının maksimum değerine ait yasal sınırlamalar belirtilmiştir (Anonim 2006g). Türk Gıda Maddelerinin Genel Etiketleme ve Beslenme Yönünden Etiketleme Kuralları Tebliği'ne bakıldığında (23 ağustos 2007) gıdaların enerji değerlerini içeren tabloda kolesterol oranı ve çoklu doymamış yağ asitleri oranına ek olarak trans ve doymuş yağ asitlerinin miktarlarına da yer verilmesi gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca aynı tebliğde gıda maddesi içerisindeki toplam yağın %1'inden daha az trans yağ asiti bulunduruyorsa “Trans Yağ Asiti İçermez” ibaresinin paket üzerinde yer alabileceği açıklanmıştır. Et ve süt ürünleri içeren gıdalarda doğal yapısı nedeniyle trans yağ asiti değerini hesaplanmasında konjüge çoklu doymamış yağ asitlerinin hesaplanmaması belirtilmiştir (Anonim 2007b).

Dünyanın pek çok yerinde gıda endüstrisinin vazgeçilmezi olan trans yağlar ile yapılan araştırmalarda trans yağların tüketiminin kardiyovasküler hastalıkların oluşumunu arttırdığı görülmektedir. Ayrıca immün sistemi zayıflatarak, karaciğer detoksifikasyonuna ve üreme sistemine zarar verirken ileri düzeyde organizma hasarına neden olarak kansere neden olmaktadır. Trans yağ asitleri cis yağ asitlerinin oksidasyonunu engelleyerek membran fosfolipitlerine dâhil olarak akışkanlığı değiştirmektedir. Böylece membranla alakalı olan enzimlerin işlevlerinde değişiklikler açığa çıkmaktadır. Bunun sonucunda yaşamsal öneme sahip metabolitlerin üretimini engelleyerek sağlık açısından önemli sorunlar oluşturmaktadır (Hunter 2005). Glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT, SOD gibi bazı biyokimyasal değerleri olumsuz

etkilemektedir. Sunulan çalışmada trans yağ ilave edilmiş besin maddesinin ratlar üzerine nasıl biyokimyasal değişimlere neden olduğu araştırılmıştır.



2. GEREÇ VE YÖNTEM

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Deneysel Araştırma ve Tıp Merkezinde (SÜDAM) yürütülmüştür. Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurul (SÜVFEK)'nun 2017-28 numaralı onayı ile Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinatörlüğü'nün 17202049 proje numarası ile desteklenerek gerçekleştirilmiştir.

2.1. Deney Hayvanlarının Hazırlanması

Bu çalışmada 12 haftalık, canlı ağırlıkları birbirine yakın, 18 adet Wistar Albino erkek rat kullanıldı. Ratlar, SÜDAM ünitesinden temin edildi. Ratlar, ısı ve ışık ayarlı odalarda ad libitum beslenmeye tabi tutulmuşlardır.

2.2. Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Çalışma periyodunun başında kullanılacak olan ratların canlı ağırlık ölçümleri SÜDAM ünitesinde çalışmadan 1 gün önce yapıldı. Canlı ağırlıkları birbirlerine yakın olacak şekilde, her gruba 6 hayvan konularak, toplam 3 grup oluşturuldu.

1. Grup (Kontrol Grubu, n=6): Standart rat yemi ve içme suyu deney süresince ad libitum olarak verildi.
2. Grup (Pamuk Yağlı Grup, n=6): Standart rat yemlerine %5 pamuk yağı ilave edilen yem ve içme suyu deney süresince ad libitum olarak verildi.
3. Grup (Trans Yağlı Grup, n=6): Standart rat yemlerine % 5 oranında içerisinde %30 trans yağ ihtiva eden yem ve içme suyu deney süresince ad libitum olarak verildi.

2.3. Yemlerin Hazırlanması

Çalışmada SÜDAM ünitesinden temin edilen rat yemleri, öğütülüp un kıvamına getirildikten sonra %5 oranında pamuk yağı ve %30 oranında trans yağ ilave edilerek pelet yem haline getirildi.

Pamuk Yağlı Yemin Hazırlanması: 100 g standart rat yemine 5 g pamuk yağı konularak pelet yemler elde edildi. Oluşturulan yemler -20°C'de dondurucuda saklandı.

Trans Yağlı Yemin Hazırlanması: 100 g standart rat yemine 5 g pamuk yağından elde edilmiş trans yağ eritilip yeme karıştırılarak pelet yemler elde edildi. Oluşturulan yemler -20°C’de dondurucuda saklandı.

2.4. Rat (Standart) Yem İçeriği

% 23 ham protein, % 7 ham selüloz, %8 ham kül, %2 hidrojen klorür, %2 kül, % 1 kalsiyum, % 0,9 fosfor, % 0,5 sodyum, % 4 çinko, % 1 lizin, %0,6 methionin, %3 ham yağ.

2.5. Kan Örneklerinin Alınması

Çalışmada (0. gün) canlı ağırlıkları birbirine yakın olan ratlardan anestezi altında, supraorbital yöntemle kan alımı yapıldı. Jelli tüplere aktarılan kanlar 3000 devirde 5 dk santrifüjlenerek serumları ependorf tüplere aktarıldı. Glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT ve SOD analizleri elde edilen serumlardan, HbA1c analizleri ise EDTA’lı tüplere alınan tam kandan analizi yapılmak üzere soğuk zincirde laboratuvara götürüldü.

Çalışmada (60. gün) anestezi altında ratlardan intrakardiyak yöntemle kan alımı yapıldı. Jelli tüplere aktarılan kanlar 3000 devirde 5 dk santrifüjlenerek serumları ependorf tüplere aktarıldı. Glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT ve SOD analizleri elde edilen serumlardan, HbA1c analizleri ise EDTA’lı tüplere alınan tam kandan analizi yapılmak üzere soğuk zincirde laboratuvara götürüldü.

Glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT parametreler biyokimyasal otoanalizör (CİHAZ: ARCHITECT Cİ 8200 ABBOT) ile ölçüldü.

HbA1c parametresi biyokimyasal otoanalizör (CİHAZ: PREMIER HB9210) ile ölçüldü.

SOD parametresi Elisa Okuyucu Biotek ELX800 ile ölçüldü.

2.6. İstatistiksel Analizler

Çalışmanın başında ve sonunda elde edilen bulguların tek yönlü varyans analiz (One-Way Anova) testi ve T-testi ile yapıldı. 0. ve 60. gün karşılaştırılmalarında Independent-t testi ve çalışma grupları arasındaki farklılıkların belirlenmesinde ise Duncan testi (SPSS 2012) kullanıldı. Tüm değerler “ortalama ± standart hata” (SE) olarak gösterildi. İstatistiksel olarak önemlilik sınırı $p < 0,05$ alındı (IBM SPSS Statics 19.0).



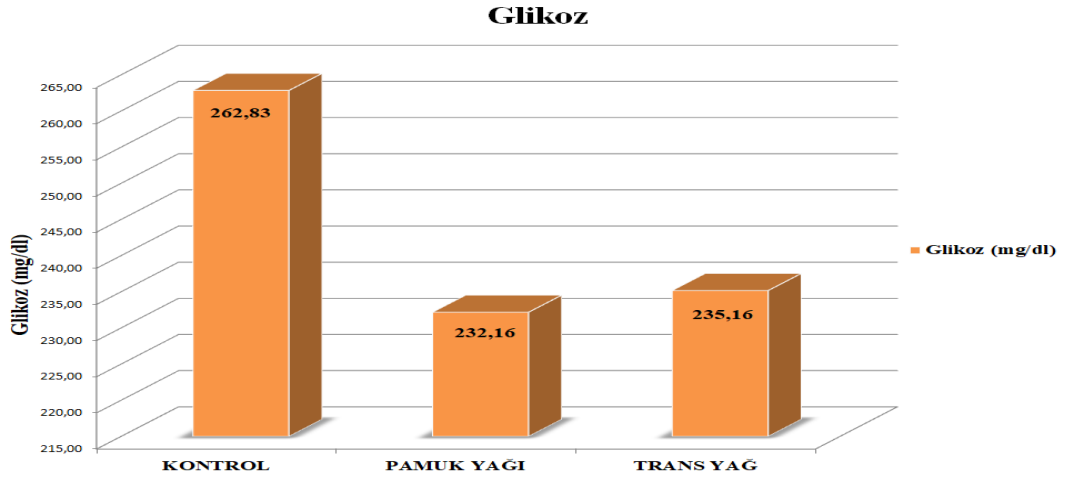
3. BULGULAR

Sunulan çalışmadaki kontrol ve çalışma gruplarındaki 0. gün ve 60. güne ait biyokimyasal parametreler ve canlı ağırlık değerleri aşağıda tablo halinde sunuldu (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1. Gruplarında Biyokimyasal Parametreler ve Canlı Ağırlık Değerlerinin Başlangıç Düzeylerine Göre Değişimleri (Ortalama± SE).

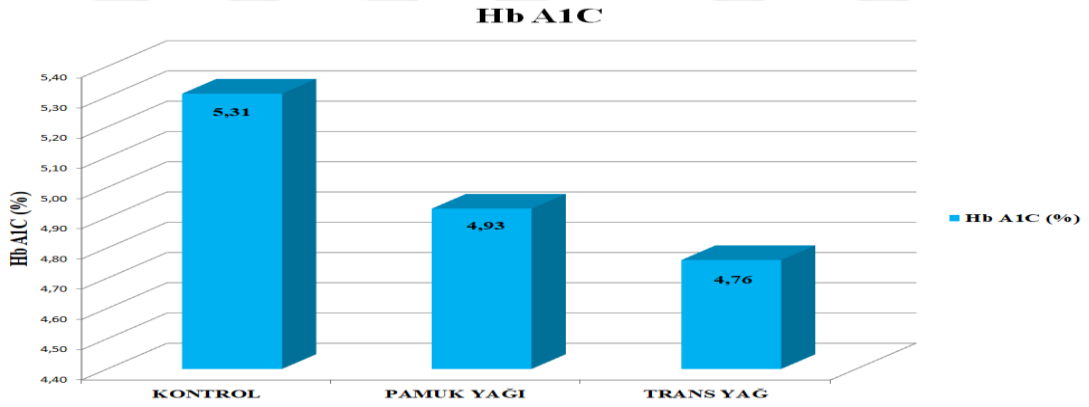
	GÜN	n	KONTROL	n	PAMUK YAĞI	n	TRANS YAĞ
Glikoz (mg/dl)	0.	6	192,33±7,82 ^{a,A}	6	178,33±3,70 ^{a,A}	6	181,66±9,61 ^{a,A}
	60.	6	262,83±18,96 ^{a,B}	6	232,16±26,02 ^{a,A}	6	235,16±11,49 ^{a,B}
HbA1c (%)	0.	6	4,41±0,04 ^{a,A}	6	4,28±0,09 ^{a,A}	6	4,43±0,05 ^{a,A}
	60.	6	5,31±0,08 ^{a,B}	6	4,93±0,14 ^{b,B}	6	4,76±0,08 ^{b,B}
Trigliserit(mg/dl)	0.	6	117,33±14,87 ^{a,A}	6	103,33±25,24 ^{a,A}	6	128,16±17,79 ^{a,A}
	60.	6	190,66±34,62 ^{a,A}	6	108,16±14,91 ^{b,A}	6	230,50±27,43 ^{a,B}
Kolesterol(mg/dl)	0.	6	75,16±2,93 ^{a,A}	6	71,66±3,01 ^{a,A}	6	74,00±1,86 ^{a,A}
	60.	6	66,16±3,70 ^{a,A}	6	69,00±3,18 ^{a,A}	6	65,50±2,66 ^{a,B}
HDL (mg/dl)	0.	6	51,50±2,62 ^{a,A}	6	49,66±3,27 ^{a,A}	6	54,00±1,50 ^{a,A}
	60.	6	49,00±2,51 ^{a,A}	6	53,50±3,28 ^{a,A}	6	46,50±2,44 ^{a,B}
LDL (mg/dl)	0.	6	16,00±0,89 ^{a,A}	6	15,16±0,87 ^{ab,A}	6	12,83±0,87 ^{b,A}
	60.	6	13,00±0,85 ^{b,B}	6	16,00±1,09 ^{a,A}	6	13,50±0,56 ^{ab,A}
AST (U/L)	0.	6	91,83±3,65 ^{a,A}	6	85,50±4,95 ^{ab,A}	6	72,66±6,08 ^{b,A}
	60.	6	131,83±41,37 ^{a,A}	6	134,83±41,99 ^{a,A}	6	72,66±7,08 ^{a,A}
ALT (U/L)	0.	6	48,66±2,67 ^{a,A}	6	49,66±2,90 ^{a,A}	6	53,66±4,18 ^{a,A}
	60.	6	94,66±21,71 ^{a,A}	6	96,83±39,39 ^{a,A}	6	54,50±1,74 ^{a,A}
ALP (U/L)	0.	6	211,00±40,37 ^{a,A}	6	266,00±24,76 ^{a,A}	6	291,16±29,84 ^{a,A}
	60.	6	199,66±28,38 ^{b,A}	6	284,66±32,03 ^{b,A}	6	390,33±35,13 ^{a,B}
GGT (U/L)	0.	6	1,35±0,17 ^{a,A}	6	1,35±0,17 ^{a,A}	6	1,48±0,13 ^{a,A}
	60.	6	0,81±0,29 ^{a,A}	6	1,21±0,18 ^{a,A}	6	1,26±0,20 ^{a,A}
SOD (U/ml)	0.	6	0,081±0,007 ^{a,A}	6	0,081±0,007 ^{a,A}	6	0,076±0,003 ^{a,A}
	60.	6	0,100±0,008 ^{b,B}	6	0,095±0,009 ^{b,A}	6	0,227±0,055 ^{a,B}
Canlı Ağırlık (g)	0.	6	374,66±10,09 ^{a,A}	6	353,00±9,86 ^{a,A}	6	368,50±5,64 ^{a,A}
	60.	6	490,00±12,20 ^{a,B}	6	441,66±14,45 ^{b,B}	6	443,66±8,20 ^{b,B}

Aynı satır (a, b, c, ANOVA-Duncan) ve her bir parametre için günler arası sütundaki (A, B Paired t test) farklı harfler istatistik açıdan önemlidir.



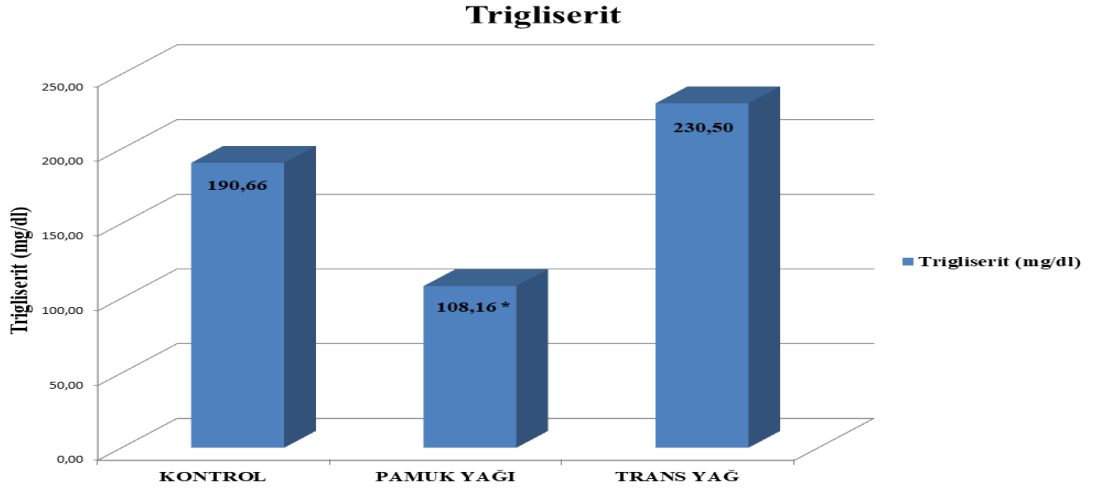
Şekil 3.1. Gruplara göre 60. gün kan glikoz değişimleri

Çalışma grupları ile kontrol grubu glikoz değeri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grubun 60. gün glikoz değerlerinin 0. günden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.1).



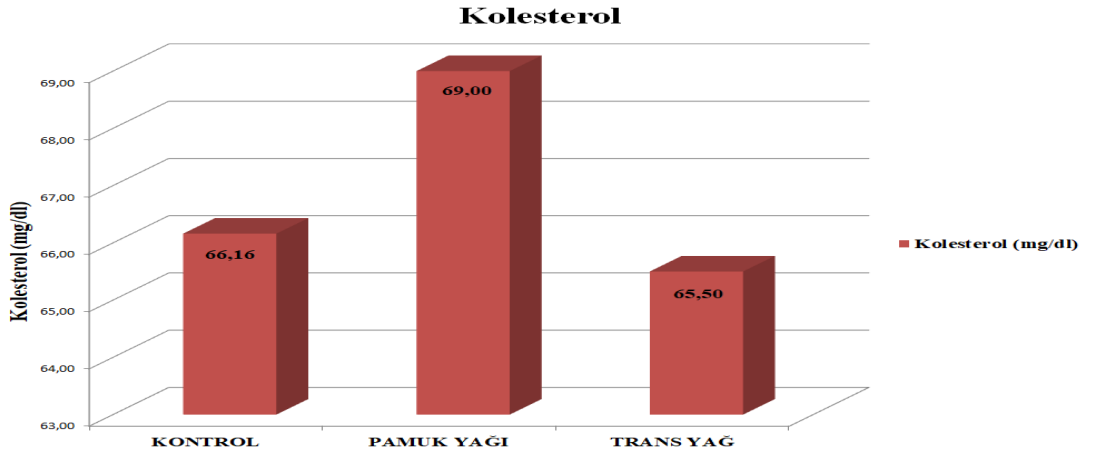
Şekil 3.2. Gruplara göre 60. gün kan HbA1C değişimleri

Alınan kanlardaki HbA1C değerleri incelendiğinde çalışma grupları ile kontrol grubunun verilerinin karşılaştırılması sonucunda istatistiksel olarak anlamlıdır ($p<0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında pamuk yağlı ve trans yağlı yem verilen gruplarda HbA1c değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.2).



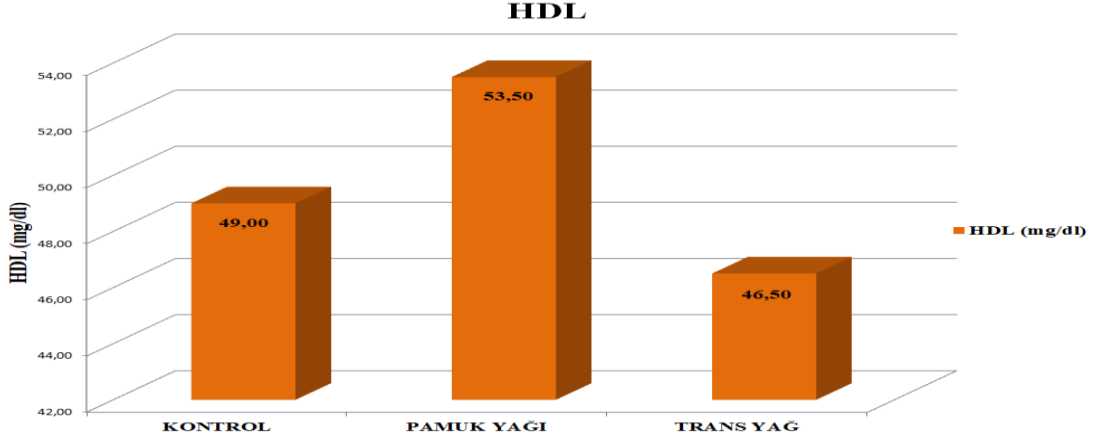
Şekil 3.3. Gruplara göre 60. gün kan trigliserit değişimleri

Trigliserit değerleri pamuk yağlı yem verilen grupta istatistiksel olarak anlamlıdır ($p < 0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grubun değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.3).



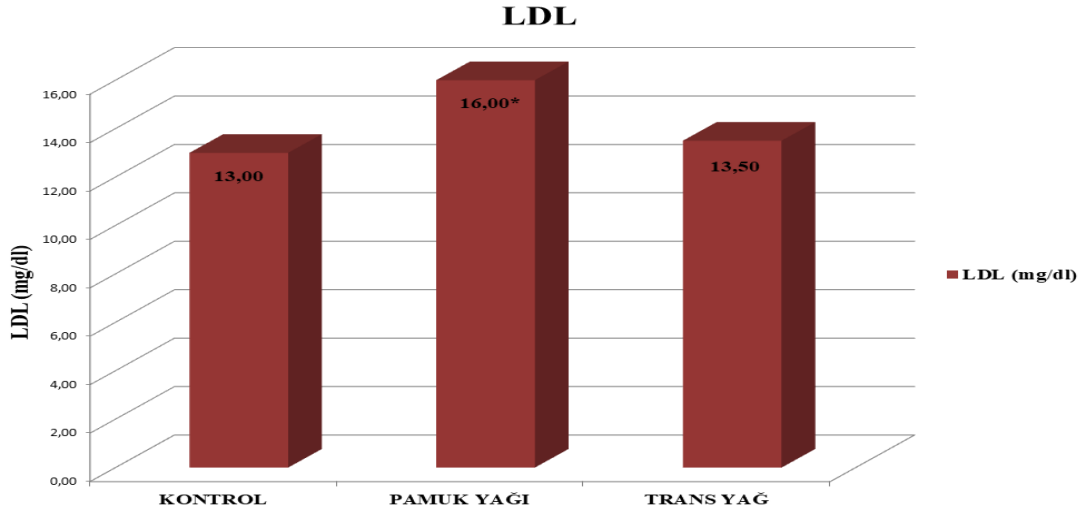
Şekil 3.4. Gruplara göre 60. gün kan kolesterol değişimleri

Kontrol grubu ile çalışma gruplarının kolesterol değerleri incelendiğinde trans yağlı yem verilen grubun kolesterol düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grubun değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.4).



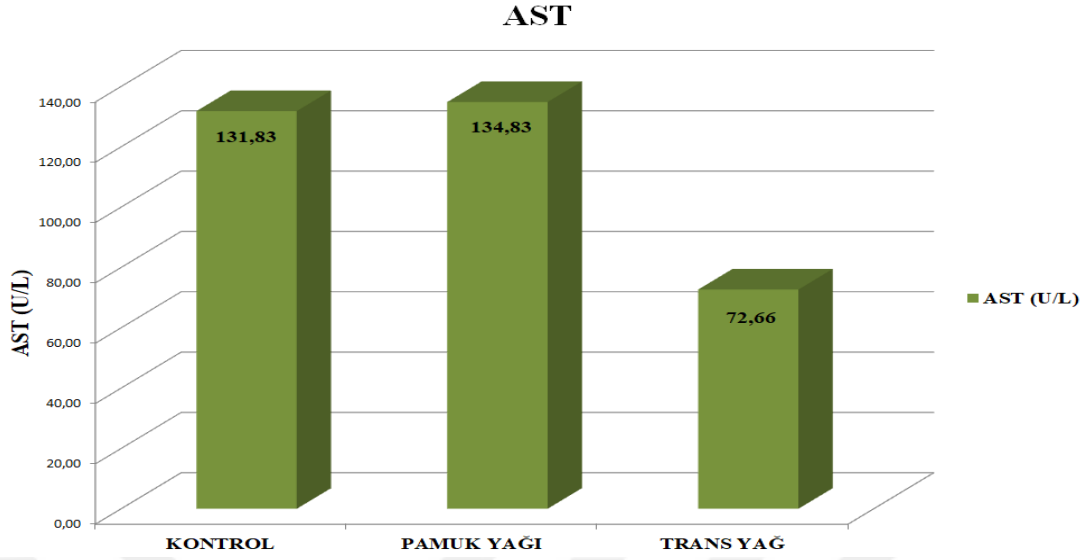
Şekil 3.5. Gruplara göre 60. gün kan HDL değişimleri

Kontrol grubu ile çalışma gruplarının HDL değerleri incelendiğinde trans yağlı yem verilen grubun kolesterol düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grubun değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.5).



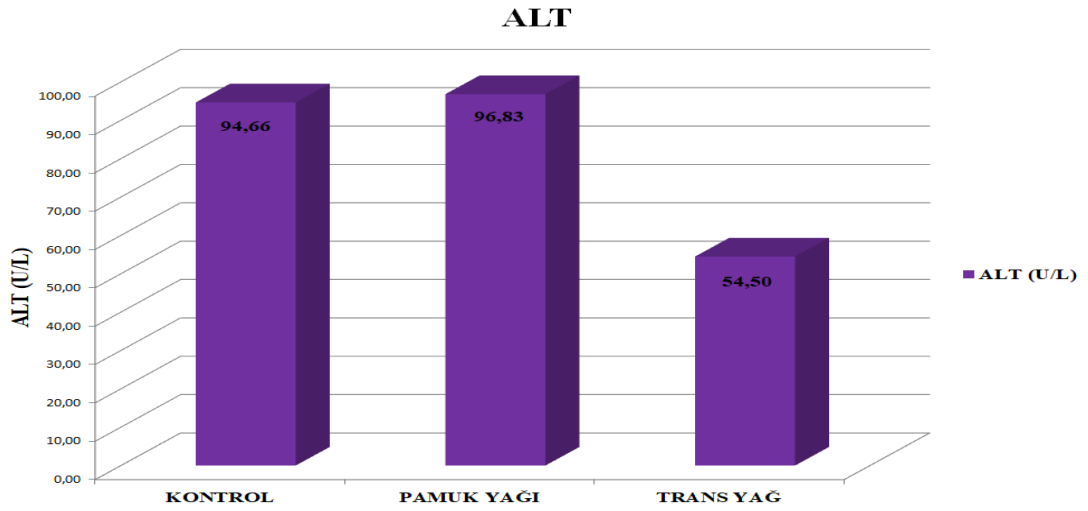
Şekil 3.6. Gruplara göre 60. gün kan LDL değişimleri

Gruplar arası LDL değerlerine bakıldığında pamuk yağlı yem verilen grubun LDL değerinin kontrol grubuna göre anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.6).



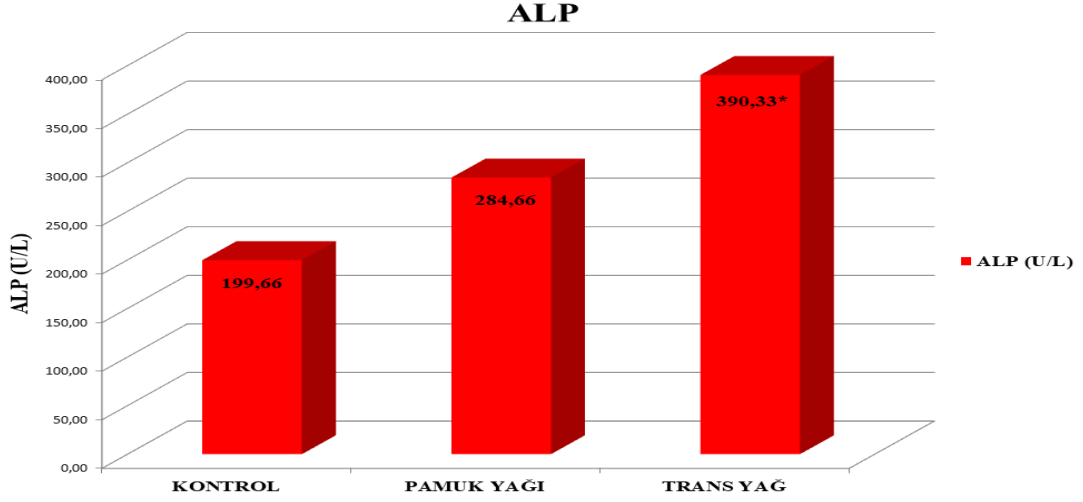
Şekil 3.7. Gruplara göre 60. gün kan AST değişimleri

AST değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.7).



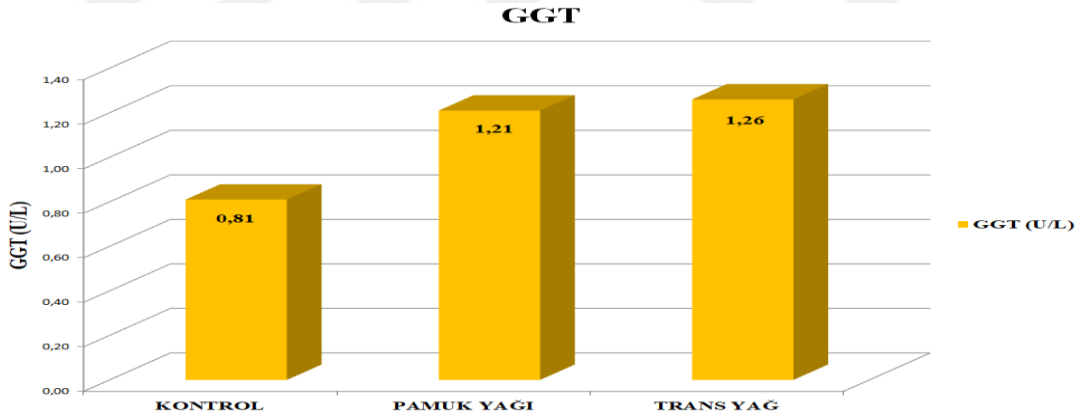
Şekil 3.8. Gruplara göre 60. gün kan ALT değişimleri

ALT değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.8).



Şekil 3.9. Gruplara göre 60. gün kan ALP değişimleri

ALP değerleri analiz edildiğinde trans yağlı yem verilen grubun ALP değerinin diğer iki gruptan anlamlı olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grupta anlamlı farklılık elde edilmiştir ($p < 0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.9).



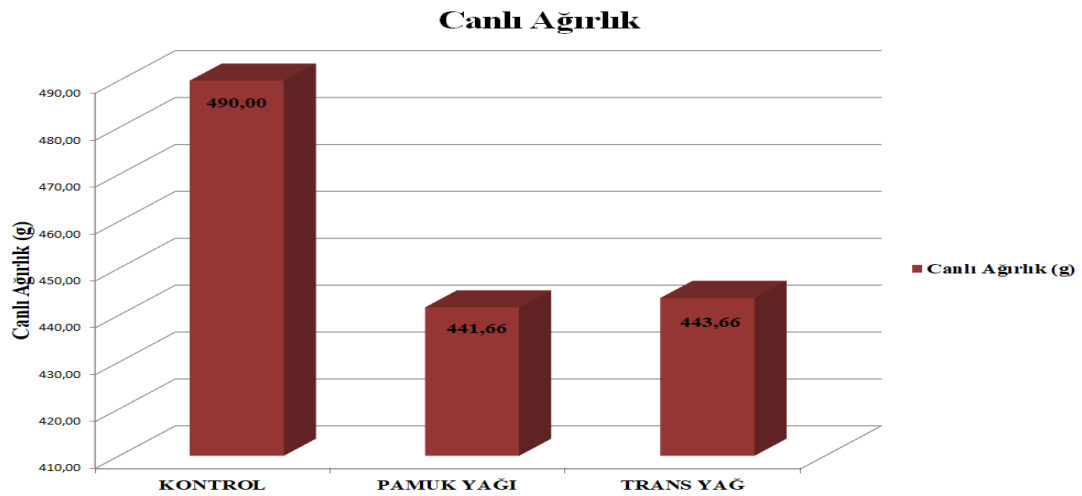
Şekil 3.10. Gruplara göre 60. gün kan GGT değişimleri

GGT değerleri gruplar arasında karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p > 0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.10).



Şekil 3.11. Gruplara göre 60. gün kan SOD değişimleri

SOD değerlerine bakıldığında trans yağlı yem verilen grubun SOD değerinin diğer iki gruba göre anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grupta anlamlı farklılık görülmüştür ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.11).



Şekil 3.12. Gruplara göre 60. gün canlı ağırlık değişimleri

Kontrol grubu ile çalışma gruplarının canlı ağırlık değerleri karşılaştırıldığında pamuk ve trans yağlı yem verilen grupların canlı ağırlık değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında pamuk yağlı ve trans yağlı yem verilen gruplarda canlı ağırlık değerlerinde anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$) (Çizelge 3.1) (Şekil 3.12).

4. TARTIŞMA

Çağımızdaki birçok sağlık sorununun, düzensiz, dengesiz ve yetersiz beslenmeden kaynaklandığı bilinmektedir. Günlük beslenmenin büyük bir kısmı, hidrojenize edilmiş yemeklik margarinler, hazır yiyecekler ve shortenings tarafından karşılanmaktadır. Beslenmede kullanılan yağların içerisinde yüksek oranda trans yağ bulunmaktadır. Trans yağların insan sağlığına olan olumsuz etkileri yapılan birçok çalışmada belirtilmektedir (Gürcan 2002, Lichtenstein ve ark 2003, Rozenn ve ark 2006).

Taşan ve Dağlıoğlu (2005) bitkisel yağların hidrojenasyon işlemine uğradıktan sonra fiziksel ve kimyasal yapılarının değişerek, trans izomerlerinin açığa çıkabileceğini belirtmişlerdir. Duchateau ve ark (1996) ise hidrojenasyona uğramış yağlardaki trans izomerlerinin, rafine sıvı yağlardaki trans izomerlerine göre miktar ve özellik bakımından farklılık gösterdiğini belirtmişlerdir.

Yağlı diyetlerle beslenmenin sonucunda organizmadaki değişikliklerin incelendiği çalışmalar (Hennig ve ark 2001, Kalaiyanisailaja ve ark 2003, Buettner ve ark 2007, Davis ve ark 2007) olmakla birlikte, trans yağın yemlere karıştırılmasıyla yapılan çalışmalar yeterli sayıda bulunmamaktadır.

Sunulan çalışmada, 18 adet Wistar Albino cinsi erkek ratın pamuk yağı ve trans yağ katılarak hazırlanan yemler ile beslenmesi sağlanmıştır. Beslenme sonunda pamuk ve trans yağının glikoz, HbA1c trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGT ve SOD kan değerlerine etkilerine bakılmış ve trans yağların gıdalarla beraber alındığında organizmada meydana gelebilecek değişikliklerin gözlemlenmesi amaçlanmıştır. Böylece hem veri sağlamak hem de yapılacak yeni çalışmalara katkıda bulunmak hedeflenmiştir.

Çalışma grupları ile kontrol grubu glikoz değeri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Grup içinde günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağlı yem verilen grubun 60. gün glikoz değerlerinin 0. günden istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde yüksek olduğu görülmüştür ($p<0.05$). Kavanagh ve ark (2007)'nin trans yağların obezite ve insülin duyarlılığına olan etkilerini araştırdıkları çalışmada, sunulan çalışmanın aksine trans yağların glikoz düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı olmayan bir yüksekliğe sahip olduğunu belirtilmiştir. Ayrıca

Destailats ve ark (2005) ise gıdalardaki trans yağ miktarının düşürülmesinin glikoz dengesi üzerinde potansiyel bir yararının olmadığını ifade etmişlerdir.

Huang ve ark (2009)'nın ratlarda yapmış oldukları çalışmada trans yağlar ile beslenen grup ve kontrol grubunun kan glikoz değişiminin kontrol grubuna verilen standart rat yeminden (ekstra yağ eklenmemiş) kaynaklandığı belirtilerek, sunulan çalışmadaki verilerle benzerlik göstermektedir.

Rozenn ve ark (2006) orta yaş ve üzeri kalp hastalarının kanlarında özellikle trans 18:1, trans 18:2 ve trans 16:1 izomerleriyle karşılaşmışlardır. Orta yaş ve üzeri hastalardaki trans 18:1 izomerinin yüksek düzeyde alınımın kalp krizi riskini arttırarak ölümlere neden olabileceğini belirtmişlerdir. Dlouhý ve ark (2003)'nın kalp hastalarıyla yaptıkları çalışmada ise koroner kalp hastalığı ile diyetle alınan trans 18:1 izomeri arasında pozitif yönde ilişki olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca Larque ve ark (2000)'nin rat sütleriyle yaptıkları çalışmada, kontrol grubuna göre trans yağlı diyetle beslenen grubun sütlerinde özellikle trans 18:1 ve trans 16:1 izomerlerinde artış olduğu belirtilmiştir.

Karaciğerde sentezlenen yağlar, depo yağların önemli bir bölümünü oluşturmaktadır. Wijendran ve ark (2003)'nin yapmış oldukları çalışmada trans yağlı diyetle beslenmenin devam etmesi halinde, hipertrigliseridemiye bağlı olarak triaçilgliserol metabolizmasında bozulmalara neden olabileceği, bunun sonucunda da tip 2 diyabet ve koroner kalp hastalıklarının oluşma riskinde artış olabileceği belirtilmiştir.

Sunulan çalışmadaki trigliserit değerlerine bakıldığında pamuk yağlı yem ile beslenen grubun diğer iki gruba göre anlamlı bir şekilde düşük değere sahip olduğu görülmüştür ($p < 0.05$). Trans yağlı diyetle yapılan çalışmalara bakıldığında trigliserit konsantrasyonunun sunulan çalışmadaki değerlere benzer şekilde arttığı görülmüştür (Zock ve ark 1992, Sundram ve ark 1997, Linchtenstein ve ark 2003, Rivelesse ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003). Ancak yapılan bazı çalışmalarda bu tür bir değişikliğin olmadığı ifade edilmiştir (Almendingen ve ark 1995, Roos ve ark 2003). Ayrıca Peter ve ark (1992) gıda ile alınan trans yağların, trigliserit düzeyinde fazla değişmeye neden olmadığını ve bu farklılığın yemlere eklenen yağ miktarından kaynaklandığını belirtmişlerdir.

Kontrol grubu ile çalışma gruplarının kolesterol değerleri incelendiğinde trans yağlı yem verilen grubun kolesterol düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Gruplar arası LDL değerlerine bakıldığında pamuk yağlı yem verilen grubun LDL değerinin kontrol grubuna göre anlamlı olduğu görülmüştür ($p<0.05$) Kontrol grubu ile çalışma gruplarının HDL değerleri incelendiğinde trans yağlı yem verilen grubun kolesterol düzeylerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). Yapılan bazı çalışmalara bakıldığında trans yağların tüketiminin HDL kolesterol konsantrasyonunu düşürdüğü, LDL kolesterol konsantrasyonu ve trigliserit düzeyini artırdığı görülmüş olup sunulan çalışmadaki bulgularla benzerlik göstermektedir (Zock ve ark 1992, Sundram ve ark 1997, Linchtenstein ve ark 2003, Rivelesse ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003).

Murray ve ark (2004)'nın yapmış oldukları çalışmalara göre trans yağ bulunduran gıdaların LDL kolesterol seviyesini yükselttiği, HDL kolesterol seviyesini düşürdüğü ve koroner kalp hastalığı riskini artırdığı ifade edilmiştir. İlgili çalışmadaki HDL ve LDL değerleri sunulan çalışmadaki verilerle örtüştüğü belirtilmiştir. Buna bağlı olarak yağlı yem içeriğindeki trans yağ miktarının artırılması sonucunda kolesterol seviyelerindeki değişimlerin daha kısa sürede gözlemlenebileceği düşünülmektedir.

Ayrıca Peter ve ark (1992) gıdalarla alınan trans yağların HDL/LDL oranını azalttığını ve trigliserit düzeyinde ise fazla değişikliğe neden olmadığını ifade etmişlerdir. Sunulan çalışmada da trans yağ verilen grubun HDL/LDL oranının azaldığı belirtilmiştir.

Endüstriyel olarak üretilen trans yağların besinlerle alınan miktarı, enerjinin % 2'si kadar bir artışa neden olduğunda, kalp hastalığı oluşma riskini % 55 oranında artırabileceği belirtilmiştir (Stender ve Dyerberg 2003). Beslenmeyle alınan trans yağların miktarı, trans yağ içermeyen diyetlerle karşılaştırıldığında trans yağ değeri toplam enerjinin % 4'ü üzerindeyse LDL seviyesinde yükselmeye neden olduğu, % 5-6 üzerine çıkarsa HDL seviyesinde düşmeye neden olduğu belirlenmiştir (Anonim 2009b). Kalp rahatsızlığı nedeniyle ölenlerin adipoz dokularından alınan örneklerde trans yağ miktarının ortalamadan yüksek olduğu tespit edilmiştir (Thomas ve ark 1981). Vücuda alınan trans yağların miktarı arttıkça esansiyel yağ asitlerinin ihtiyacının arttığı belirtilmiştir (Greyt 1998). Gıdalarla alınan trans yağların

miktarının azaltılmasıyla koroner kalp rahatsızlığı riskinin azaldığı tespit edilmiştir. 1990'lı yıllarda Amerika'da yapılan bir çalışmada (Oomen ve ark 2001) trans yağ alımlarının günlük enerji miktarında % 2-4 oranında azaltılması sonucunda kalp hastalığından ölen insan sayısında her yıl 20.000 kişilik bir azalma olduğu belirtilmiştir.

Hu ve ark (1983) trans yağların oluşturduğu enerjinin % 2'sinin doymamış yağlarla değiştirilmesi sonucunda, koroner hastalıkların oluşma oranının % 53 azaldığını belirtmişlerdir. Feldman (1999)'ın yapmış olduğu çalışmada toplam ve LDL kolesterol değerlerindeki artışa bağlı olarak kalp damar rahatsızlıklarına yakalanma riskinin arttığı ve HDL kolesterol değerindeki artışın ise bu riski azalttığı görülmüştür. Mersink ve Katan (1990) trans yağların alımına bağlı olarak, plazmadaki lipit düzeyinde artış olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca trans yağların, cis doymamış yağ asitlerinin yerine kullanılması sonucunda total ve LDL kolesterol değerlerinde artışa neden olduğu belirtilmiştir. Yapılan bu çalışmalara göre çalışma süresinin uzun olmasının, trans yağlı yem verilen grupta kalp damar hastalıklarına yakalanma riskini artabileceği ve trans yağ ile beslenmesi sağlanan grubun yemlerindeki yağın doymamış yağlarla değiştirilerek koroner hastalıkların oluşma oranının düşürülebileceği anlaşılmaktadır.

Sunulan çalışmada karaciğer fonksiyon testlerine bakıldığında AST değerinde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmemiştir ($p>0.05$). ALT değerlerine bakıldığında istatistikî olarak anlamlı bir sonuç elde edilememiştir ($p>0.05$). AST ve ALT değerleri; karaciğer hasarında kullanılan parametrelerdendir. Pek çok toksite ve enfeksiyonun sebebiyet verdiği kalp ve karaciğer hasarı tanısında ALT ve AST önemli bir rol oynamaktadır ve hücre hasarının göstergesi olarak hastalık durumlarında artış göstermektedir (Nelson ve Cox 2005). ALP değerlerinde trans yağlı yem verilen grupta diğer iki gruba göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış görülmüştür ($p<0,05$).

Ersoy (2012)'un yaptığı çalışmaya bakılarak GGT düzeyinde artışın olmamasının karaciğer hasarının yerleşim yeriyle ilgili olabileceği ve GGT analizlerinde istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilebilmesi için çalışma süresinin daha uzun tutulması tavsiye edilmektedir. Sunulan çalışmadaki GGT

değerlerine bakıldığında gruplar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir sonuç bulunamamıştır ($p>0,05$).

HbA1C ve canlı ağırlık değerlerinin 60. gün verileri gruplar arası karşılaştırıldığında, pamuk ve trans yağlı yem verilen grupların HbA1C ve canlı ağırlık değerlerinin kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde düşük olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Kavanagh ve ark (2007) 6 yıl boyunca maymunlarla yapmış oldukları çalışmada trans yağ içeren diyetle beslenen maymunların vücut canlı ağırlıklarının % 7,2 oranında arttığı, tekli doymamış yağ içeren diyetle beslenen maymunlarda ise bu oranın % 1,8 olduğu belirtmişlerdir. Ayrıca obez kadınlarla yapılan bir çalışmada (Anonim 2003b) obezite riskinin giderek yükseldiği, buna bağlı olarak da özellikle tip 2 diyabetin insanlarda görülme olasılığının arttığı ifade edilmiştir. Yapılan bazı araştırmalarda (Anonim 2003b, Kırılan ve ark 2005) trans yağların tip 2 diyabetin ilerlemesinde etkili olduğu belirtilmektedir. Kırılan ve ark (2005) trans yağların hücre duvarına ait iyon yapısında değişime neden olarak, insülin direncinde yükselmeye neden olduğunu ifade etmişlerdir. Ayrıca yapılan bir çalışmada (Anonim 2003a), trans yağların alyuvarların insüline olan tepkisini azaltarak şeker hastalarında istenilmeyen etkilere neden olduğu, obez kadınlarda tip 2 diyabetin gelişimi ile trans yağ alımı arasında pozitif bir ilişki olduğu belirtilmiştir. Ghafoorunissa (2008)'in çalışmasında vücuda alınan linoleik asit miktarındaki artışın insülin direncini olumsuz etkilediği buna bağlı olarak da trans yağ alımının azaltılması gerektiğinin ifade edilmiştir.

SOD değerlerinin 60. gün verileri gruplar arası karşılaştırıldığında trans yağlı yem verilen grubun SOD değerinin diğer iki gruptan yüksek olduğu görülmüştür ($p<0,05$). Ancak SOD değeri ile ilgili trans yağlarla yapılan çalışma sayısı arttıkça bu durumun değişebileceği düşünülmektedir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Günümüzde birçok sağlık sorununun temelini oluşturan trans yağ asitleri, hazır gıda kullanımının artmasıyla günlük beslenmede giderek daha fazla yer almaktadır. Doğal yapıları oldukça değiştirilen bu yağların aşırı alımı sonucunda yetersiz ve dengesiz beslenmeye bağlı olarak obezite gibi hastalıklar meydana gelmektedir. Sunulan çalışmada trans yağların, LDL ve trigliserit konsantrasyonunu arttırdığı, HDL konsantrasyonunu azalttığı, bazı karaciğer enzim değerlerinde değişmelere neden olduğu görülmüştür. GGT analizlerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilememesinin çalışma süresinin kısa tutulmasından kaynaklı olduğu düşünülmektedir. Gelecekte yapılacak çalışmalarda kas ve kemik dokularında göz önünde bulundurulup çalışma süresinin uzun tutulmasının yararlı olacağı kanısı oluşmuştur.

Trans yağ asitleri doymuş yağ asitleri gibi LDL ve HDL kolesterol seviyelerine etki etmektedir. Buna bağlı olarak trans yağ asitleri koroner kalp rahatsızlıklarının artmasında önemli rol oynamaktadır. Bunun yanında trans yağ asitleri obezite, kanser, alzheimer, diyabet, alerjiler ve fetal gelişimde olumsuzluklara neden olmaktadır. Karaciğer enzimlerindeki değişmelere bağlı olarak karaciğerde, kas dokuda, kemik ve eklemlerde trans yağ asitlerinin olumsuz etkileri görülerek; karaciğer ve kas doku hasarı, kemik dokuda kemik erimesine ve dejenerasyonuna neden olmaktadır. Trans yağ asitleri alımının artmasına bağlı olarak kalp krizinden ölen insanların sayısında artış görülmektedir. Endüstriyel olarak üretilen trans yağ asitleri bu sayının artmasında etkilidir. Trans yağ asitlerinin tümör gelişimini desteklediğinden dolayı kolon, meme ve prostat kanserlerinin oluşumunda etkisinin olduğu tahmin edilmektedir. Ayrıca trans yağ asitlerinin tip 2 diyabet üzerinde olumsuz etkilerinden söz edilebilir. Gelişim çağındaki çocuklarda trans yağ asiti içeren besinler ile beslenme sonucunda astım ve alerjik rahatsızlıklarda artış olduğu görülmektedir. Hamile bayanlarda trans yağ asitleri kullanımının bebeğin gelişimini olumsuz etkilediği, prematüre bebek doğumlarının arttığı görülmüştür. Orta yaş ve üzeri olan kişilerde alzheimer hastalığının görülme olasılığının arttığı söylenebilir. Özellikle gelişmiş ülkelerde trans yağ asiti kullanım miktarında azalma görülmektedir. FDA ve WHO gibi sağlık örgütleri trans yağ asiti içeren gıdaların kullanımının azaltılmasıyla ilgili olarak tüketicileri bilgilendirmektedir. Amerika,

Hollanda ve Kanada gibi ülkeler trans yağ içeriklerinin gıda etiketlerinde yazılması gerektiğini savunmaktadır.

Türkiye’de de trans yağ asiti kullanımının azaltılmasıyla ilgili çalışmalar devam etmektedir. Endüstriyel trans yağ asiti içeren gıdaların üretilmesine kısıtlamalar getirilmesi gerektiği belirtilmektedir. Özellikle margarin ve shorteninglerin üretiminde hidrojenasyon işlemi dışında farklı alternatifler kullanılmaya başlanması gerektiği üzerinde durulmaktadır. Gıdaların saklanma ve depolanma koşullarına yasal düzenlemeler getirilmiştir. Kamu ve sivil kuruluşlar tarafından tüketicilerin bilinçlendirilmesi sağlanarak, besinlerle alınan trans yağ asiti değerinin azaltılması sağlanmaya çalışılmaktadır. Sağlık Bakanlığı Türkiye Halk Sağlığı Kurumu tarafından “Türkiye Sağlıklı Beslenme ve Hareketli Hayat Programı” kapsamında trans yağ asitinin obeziteye olan etkisiyle ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Sonuç olarak gıdalarla alınan trans yağ asiti miktarına sınırlandırmalar getirilmesiyle insan sağlığı üzerindeki olumsuz etkilerinin azaltılacağı belirtilmektedir. Ayrıca gelişen teknolojiye yararlanılarak trans yağ içermeyen ürünlerin üretilmesiyle ilgili çalışmalar yapılması ya da en azından besinlerdeki trans yağ asiti miktarının düşürülmesinin insan sağlığı için oldukça önemli bir katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

- Ackman RG, Hooper SN, Hooper DL, 1974. Linolenic acid artifacts from the deodorization of oils. J. Amer. Oil Chem. Soc. , 51,42-49.
- Akarca US, 2007. Karaciğer fonksiyon testi yüksekliğine tanısal yaklaşım. 9. Ulusal İç Hastalıkları Kongresi Kongre Kitapçığı. Antalya, 147-9.
- Almendingen K, Jordal O, Kriefulf P, Sandstad B, Pedersen JL, 1995. Effects of partially hydrogenated fish oil, partially hydrogenated soybean oil and butter on serum lipoproteins and Lp(a) in men, J Lipid Res. 36, 1370-1384.
- Altunkaynak B, Özbek E, 2006. Obezite nedenleri ve tedavi seçenekleri. Van Tıp Derg. , 13(4), 138-142.
- American Cancer Society (ACS), 2016. Common questions about diet and cancer . Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <https://www.cancer.org/healthy/eat-healthy-get-active/acs-guidelines-nutrition-physical-activity-cancer-prevention/common-questions.html>.
- American Journal of Epidemiology, 2011. Serum Phospholipid Fatty Acids and Prostate Cancer Risk: Results From the Prostate Cancer Prevention Trial. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <http://web.archive.org/web/20131222210628/http://aje.oxfordjournals.org:80/content/173/12/1429>.
- Angelica, Fong, 2004. The liver. Ed. Townsend CM Jr, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. Sabiston Textbook of Surgery. Elsevier Saunders, 1513-1569.
- Angelin B, Reihner E, Rudling M, Ewerth S, Bjorkhem I, Einarsson K, 1987. In vitro studies of lipid metabolism in human liver. Am Heart J. , 113: 482-7.
- Anonim, 1998. Health Aspects of Trans PUFA's, Flair – Flow Reports F-FE, 285/98, 1493-1501.
- Anonim, 2000. Türk Gıda Kodeksi Yemeklik Zeytinyağında Değişiklik Yapılması Hakkında Tebliğ (Tebliğ no:98/7). Erişim Tarihi: 27 Mart 2008. Erişim adresi, http://www.istanbul.gov.tr/w/mev/mev_tebli/tebl_temel_saglik/yemeklik_zeytinyagi.pdf
- Anonim, 2003a. FDA requires trans fatty acid labeling for foods and dietary supplements. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <http://web.archive.org/web/20080329060919/http://www.allbusiness.com:80/legal/laws-government-regulations/672109-1.html>.
- Anonim, 2003b. Stender S., Dyerberg J. The influence of trans fatty acids on health. 4th edition (2003), s. 86 DNC Publication No: 34 www.meraadet.dk/default.asp?id=1370.
- Anonim, 2003c. Vol. 137, p. 164. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <http://web.archive.org/web/20130523004040/http://www.gazette.gc.ca/archives/p2/2003/2003-01-01/pdf/g2-13701.pdf>.
- Anonim, 2004a. <http://www.fda.gov/bbs/topics/news/2004/NEW01129.html>.
- Anonim, 2004b. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=CELEX%3A32011R1169>.
- Anonim, 2006a. Alternatives To Trans Fats, <http://www.tfx.org.uk/page22.html#INT>.
- Anonim, 2006b. http://www.access.gpo.gov/su_docs/.
- Anonim, 2006c. Trans Fats, <http://transfats.quickseek.com>.
- Anonim, 2006d. Trans Fats, Alzheimer Disease And Cognitive Decline, <http://www.tfx.org.uk/page131.html>.

- Anonim, 2006e. What are Trans Fats?, <http://www.tfx.org.uk/page3.html>.
- Anonim, 2006f. Yağlar ve Kolesterol. <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/fats>(erişim tarihi, 17.12.2010).
- Anonim, 2006g. Türk Gıda Kodeksi Yönetmeliği Yemelik Zeytinyağı ve Yemelik Prina Yağı Hakkında Tebliğ, www.kkgm.gov.tr.
- Anonim, 2007a. MÜMSAD (Mutfak Ürünleri ve Margarin Sanayiciler Derneği). Bilinmeyen Yönleriyle Margarin ve Beslenmedeki Rolü Konferans Notları. 29.06.2007.
- Anonim, 2007b. Türk Gıda Kodeksi gıda maddelerinin genel etiketleme ve beslenme etiketleme kuralları tebliğinde değişiklik yapılması hakkında tebliğ (Tebliğ no:40). Erişim Tarihi: 27.3.2008.
- Anonim, 2007c. Institute of Food Science&Technology (IFST) Bulletin of March 2007. Trans fatty acids. www.ifst.org.
- Anonim, 2008. Deadly fats: why are we still eating them?. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <https://www.independent.co.uk/life-style/health-and-families/healthy-living/deadly-fats-why-are-we-still-eating-them-843400.html>.
- Anonim, 2009a. www.hidden-diabetes-cures.com Erişim tarihi 10 Haziran 2018.
- Anonim, 2009b. Olgun Z., Özçelik B. Trans yağ asitleri ve sağlık üzerine etkileri. Gıda Teknolojisi Dergisi. www.gidateknolojisi.com.tr.
- Anonim, 2009c. <http://www.tfx.org.uk>.
- Anonim, 2013. “Riksdagens Protokoll 2013/14:123”. http://www.riksdagen.se/sv/DokumentLagar/Kammaren/Protokoll/Riksdagensprotokoll-2013141_H109123/, erişim 13 Mart 2015.
- Anonim, 2018. <https://www.canada.ca/en/health-canada/news/2018/09/canadian-ban-on-trans-fats-comes-into-force-today.html> Erişim tarihi 23 Eylül 2018.
- Arıcı M, Taşan M, Gecgel Ü, Özsoy S, 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish margarines by capillary gas-liquid chromatography. J. Amer. Oil Chem. Soc., 79,439-441.
- Aro A, Antoine JM, Pizzoferrato L, Reykdal OA, Van Poppel G, 1998. Trans Fat In Dairy And Meat Products From 14 European Countries: The Transfat Study, Journal Of Food Composition And Analysis, 11, 150-160.
- Ascherio A, 2006. Trans fatty acids and blood lipids. Atherosclerosis Supplements, 7, 25-27.
- Ascherio A, Stampfer MJ, Willett, WC, 1999. Background and scientific review trans fatty acids and coronary heart disease. Boston MA: Departments of Nutrition and Epidemiology, Harvard school of Public Health, The Channing Laboratory, Department of Medicine, Brigham and Women's Hospital.
- Bakker N, Vant Veer P, Zock PL, 1997. “Adipose Fatty Acids and Cancers of The Breast”, International Journal Of Cancer, 72, 587-591.
- Bayazit AA, 2003. Doymamış Yağ Asitlerinin Beslenme Ve Sağlık Açısından Önemi. Gıda Ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 3.
- Baydar H, 2000. Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. Ekin Dergisi, 11, 50-57.

- Bensadoun A, 2003. Trans Fatty Acids- Health and Labeling Issues, Division of Nutritional Sciences, Cornell University.
- Berghaus TM, Demmelmair H, Koletzko B, 1998. Fatty acid composition of lipid classes in maternal and cord Plasma at birth. *Eur J. Pediatr*, 157,763–768.
- Bhavanan NV and ark, 1992. *Medical Biochemistry*, Jones and Bartlett Publishers London, 447-67.
- Bravo E, Flora L, Cantafora A, De Luca V, Tripodi M, Avella M and Botham M, 1998. The influence of dietary saturated and unsaturated fat on hepatic cholesterol metabolism and the biliary excretion of chylomicron cholesterol in therat, *Biochimica et Biophysica Acta*, 1390, 134-148.
- Brinton EA, Eisenberg S, Breslow JL, 1991. Increased Apo A-I and Apo A-II Fractional Catabolic Rate in Patients with Low High Density Lipoprotein-Cholesterol Levels with or without Hypertriglyceridemia. *J. Clin. Invest*, 87,536-44.
- Bruehl L, 1996. Determination of trans fatty acids in cold pressed oils and in dried seed. *Fett/Lipid*, 98, 380-383.
- Bruhl L, 1995. Determination Of Trans Fatty Acids In Cold Pressed Oils, *European Journal Medical Research*, 1,89-93.
- Buettner R, Scholmerich J, Bollheimer LC, 2007. High-Fat Diets: Modeling The Metabolic Disorders Of Human Obesity In Rodents. *Obesity*, 15, 798-808.
- Burtis CA, Ashwood ER, 1998. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1204-70.
- Chajès V, Thiébaut AC, Rotival M, Gauthier E, Maillard V, Boutron-Ruault MC, Clavel-Chapelon, F, 2008. Association between serum trans-monounsaturated fatty acids and breast cancer risk in the E3N-EPIC Study. *American journal of epidemiology*, 167(11), 1312-1320.
- Champe PC, Harvey RA, 1997. Diyetle alınan lipidlerin metabolizması “Lippincott’s illustrated reviews serisinden: Biyokimya”, Çeviri Editörleri: Tokullugil A, Dirican M ve Ulukaya E, 2. Baskı, Nobel Tıp Kitapevleri, İstanbul, 163-202.
- Chapman MJ, Ginsberg HN, Amarenco P, Andreotti F, Boren J, Catapano AL, et al, 2011. Triglyceriderich lipoproteins and high-density lipoprotein cholesterol in patients at high risk of cardiovascular disease: evidence and guidance for management. *European Heart Journal.*, 32, 1345-61.
- Chappell JE, Clandinin MT, Kearney-Volpe C, 1985. Trans fatty acids in human milk lipids: influence of maternal diet and weight loss. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 42(1), 49-56.
- Chavarro JE, Rich-Edwards JW, Rosner BA, Willett WC, 2007. Dietary fatty acid intakes and the risk of ovulatory infertility-. *The American Journal of Cclinical Nutrition*, 85(1), 231-237.
- Chavarro J, Stampfer M, Campos H, Kurth T, Willett W, Ma J, 2006. A prospective study of blood trans fatty acid levels and risk of prostate cancer. *Proc. Amer. Assoc. Cancer Res. (American Association for Cancer Research)* 47 (1), 943.
- Chen ZY, Pelletier G, Ratanayake WNM, 1995. Trans fatty acid isomers in Canadian human milk. *Lipids*, 30, 15-21.
- Clayton BE, Round M, 1994. *Chemical Pathology and the Sick Child*, Blackwe Scientific Publications, 20-192.
- Clifton PM, Keogh JB, Noakes M, 2004. Trans fatty acids in adipose tissue and the food supply are associated with myocardial infarction. *The Journal of Nutrition*, 134(4), 874-879.

- Craig Schmidt MC, 2006. Worldwide consumption of trans fatty acids. *Atheroscler*, 7, 1-4
- Crook MA, 2012. *Clinical Biochemistry & Metabolic Medicine*. Eighth Edition. London, 200-15.
- Çelebi Ş, Karaca H, 2006. Yumurthanın besin değeri, kolesterol içeriği ve yumurtayı n-3 yağ asitleri bakımından zenginleştirmeye yönelik çalışmalar. *Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 37(2), 257-265.
- Çelik N, Akbulut G, 2013. Diabetes Mellitus'un Tıbbi Beslenme Tedavisinde Yağlı Tohumların Kullanımı. *ERÜ Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1(1), 73-82.
- Dağlıoğlu O, Tağan M, Tunçel B, 2000. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids of Turkish biscuits by capillary gas-liquid chromatography. *European Food Research and Technology*, 211,41-44.
- Dağlıoğlu O, Tağan M, Tunçel B, 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods. *Turk. J. Chem.*, 26,705-710.
- Davis N, Katz S, Wylie-Rosett J, 2007. The Effect Of Diet On Endothelial Function. *Cardiol Rev*, 15, 62-66.
- Demir BA, 2011. Trans yağ asidi içermez beyanı bulunan bazı endüstriyel gıdaların yağ asidi profilleri (Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Demirci M, 2006. Gıda Kimyası. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Bölümü, Tekirdağ.
- Destailats F, Berdeaux O, Sébédio JL, Juaneda P, Grégoire S, Chardigny JM, et al, 2005. Metabolites of conjugated isomers of alpha-linolenic acid (CLnA) in the rat. *J Agric Food Chem*, 53(5), 1422-1427.
- Dıraman H, 2007. Cesitli Bitkisel Tohum Yağlarında Yağ Asitleri Karakterizasyonu, Ulusal Yağlı Tohumlu Bitkiler ve Biyodizel Sempozyumu 28-31, 187-198.
- Dlouhý P, Tvrzická E, Sta ková B, Vecka M, ák A, Straka Z, Fanta J, Páchl J, Kubisová D, Rambousková J, Bílková D, 2003. Higher Content of 18:1 Trans Fatty Acids in Subcutaneous Fat of Persons with Coronarographically Documented Atherosclerosis of the Coronary Arteries, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 47,302-305.
- Dokuyan T, 2007. Farelerde omega-3 yağ asiti ve zeytinyağı katkılarının lipit metabolizmasına etkilerinin değerlendirilmesi (Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Duchateau GSMJE, Van OHJ, Vasconcellos MA, 1996. Analysis of cis-fatty acid and trans-fatty acid isomers in hydrogenated and refined vegetable oils by capillary gas-liquid chromatography, *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 73,275-282.
- Dutton HJ, 1979. Hydrogenation of fats and its significance. In: Eraken E. A., Dutton H. J., editors. *Geometrical and positional fatty acid isomers*. Champaign, IL: American Oil Society. p. , 1-16.
- Ehnholm C, 2009. *Cellular lipid metabolism*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag.
- Elias SL, Innis SM, 2001. Infant plasma trans, n-6, and n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids are related to maternal plasma fatty acids, length of gestation, and birth weight and length. *Am J Clin Nutr*, 73, 807-814.
- Enig MG, Pallansch LA, Sampugna J, Keeney M, 1995. Fatty acid composition of the fat in selected food items with emphasis on trans components. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 60, 1781-1795.

- Ersoy O, 2012. Karaciğer Enzim Yüksekliğinin Değerlendirilmesi. Ankara Medical Journal, 12(3), 129-135.
- Evans HM, Burr GO, 1928. A New Dietary Deficiency With Highly Purified Diets. III. The Beneficial Effect of Fat in the Diet. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine, 25(5), 390-397.
- Feldman EB, 1999. Assorted monounsaturated fatty acids promote healthy hearts. American Journal of Clinical Nutrition, 70 (6), 953-954.
- Fernandez PSJ, 2000. Fatty acid composition of commercial spanish fast food and snack food. J. Food Composition and Analysis, 13,275- 281.
- Ferrari R, Schulte E, Esteves W, Bruhl L, Mukherjee KD, 1996. Minor constituents of vegetable oils during industrial processing. J. Amer. Oil Chem. Soc., 73,587-592.
- Food and Drug Administration, 2015. Final determination regarding partially hydrogenated oils; Federal Register. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <https://www.fda.gov/food/ingredientspackaginglabeling/foodadditivesingredients/ucm449162.htm>.
- Friesen R, Innis SM, 2006. Trans fatty acids in human milk in Canada declined with the introduction of trans fat food labelling. J. Nutr.,136, 2558-2561.
- Ganong WF, 2005. Review of Medical Physiology. 22nd Edition. Lange Medical Books/ McGraw-Hill, New York.
- Ghafoorunissa G, 2008. Role of trans fatty acids in health and challenges to their reduction in Indian foods. Asia Pac J Clin Nutr 17, 212–215.
- Gosline A, 2006. Why fast foods are bad, even in moderation. New Scientist. Erişim tarihi: 2007-01-09.
- Gökçe R, Akkuş İ, Yöntem M, Ay M, Gürel A, Çağlayan O, Bodur S, 2000. Effects of dietary oils on lipoproteins, lipid peroxidation and thromboxane A2 production in chicks. Turk J Vet Anim Sci, 24, 473-478.
- Greyt W, 1998. Effect of physical refining on selected minor components in vegetable oils. Lipid/Fett, 101, 428-432.
- Gümüşkesen AS, 1999. Bitkisel Yağ Teknolojisi, Bölüm 4, Yağ Modifikasyon Yöntemleri. Bitkisel Yağ Sanayicileri Derneği, Yayın No. 5.
- Gümüşkesen A, Beyaz M, 2001. Pamuk yağının hidrojenizasyonunda işlem kosullarının trans yağ asitlerinin oluşumu ve reaksiyonun seçiciliği üzerindeki etkileri, Gıda, 26(4), 261- 265.
- Gürcan T, 2002. “ Trans Yağ Asitleri ve Kalp Hastalıkları Açısından Önemi”, Gıda, Eylül, 70-71.
- Henning B, Toborek M, McClain CJ, 2001. High-Energy diets, fatty acids and endothelial cell function: Implications for atherosclerosis. J Am Coll Nutr, 20, 97-105.
- Henon G, Kemeny Z, Recseg K, Kovari K, Zwobada F, 1999. “Deodorization of vegetable oils. Part1: Modelling the isomerization of polyunsaturated fatty acids”, Journal Of American Oil Chemists’ Society, 76, 73-81.
- Holmes MD, 1999. Association of dietary intake of fat and fatty acids with risk of breastcancer. J. Amer. Med. Assoc. 281 (10), 914-20.
- Huang Z1, Wang B, Pace RD, Yoon S, 2009. Trans fat intake lowers total cholesterol and high-density lipoprotein cholesterol levels without changing insulin sensitivity index in Wistar rats. Nutr Res, 29(3), 206-212.

- Hu FB, Stampfer MJ, Manson JE, Rimm E, Colditz GA, Rosner BA, Jimoh FO, Kitao T, Hattori K, 1983. Inhibition of erythrocyte ATPase activity by aclacynomycin and reverse effect of ascorbate on ATPase activity. *Experientia*, 39, 1362-1366.
- Hunter EJ, 2005. Dietary levels of trans-fatty acids: basis for health concerns and industry efforts to limit use. *Nut. Res.*, 25, 499-513.
- Hunter JE, Applewhite TH, 1991. Reassessment of trans fatty acid availability in the US diet. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 54, 363-369.
- Innis SM, Green TJ, Halsey TK, 1999. Variability in The Trans Fatty Acid Content Of Foods Within A Food Category: Implications for Estimation of Dietary Trans Fatty Acid Intakes. *Journal of the American College of Nutrition*, 18, 3, 255-260.
- Jensen RG, Mcguire MA, Mcguire MK, 2000. Trans fatty acids in human milk. *Eur. J. Lipid Sci. Technol.*, 102, 640-646.
- Judd Jt, Clevidence Ba, Muessing Ra, 1994. Dietary Trans Fatty Acids: Effects on Plasma Lipids and Lipoproteins of Healthy Men and Woman. *American Journal of Clinical Nutrition*, 29, 1-8.
- Kahyaoğlu G, 2006. Gıda maddelerinde trans yağ asiti içeriklerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Kalaivanısailaja J, Manju V, Nalini N, 2003. Lipid profile in mice fed a high-fat diet after exogenous leptin administration. *Polish J Pharmacol*, 55, 763-769. Karaali A, 1997. Yemeklik Yağlar ve Sağlıkla İlişkileri. *Gıda Teknolojisi*, 1 (6), 51-54.
- Karabulut S, Turan S, 2006. Some Properties of Margarines and Shortenings Marketed in Turkey. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19, 55-58.
- Karaca E, Aytaç S, 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 22(1), 123-131.
- Karagül, Fidancı, Altıntaş, Sel, 2000. *Klinik Biyokimya*. Ankara: Medisan Yayıncılık.
- Kavanagh K, Jones KL, Sawyer J, Kelley K, Carr JJ, Wagner JD, et al, 2007. Trans fat diet induces abdominal obesity and changes in insulin sensitivity in monkeys. *Obesity*, 15(7), 1675-1684.
- Kaya A, 2007. Trans-9 18: 1 oktadecenoik asit izomerinin hücre zarı fonksiyonu üzerine etkileri (Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Kayahan M, 2002. *Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık, Bölüm 3, 39-116.
- Kayahan M, 2003. *Yağ Kimyası*. Ankara: ODTÜ Yayıncılık, Bölüm 2, s: 101-132.
- Kayahan M, 2005. *Yağ kimyası*. TMMOB Gıda Müh. Odası kitaplar serisi: 18.
- Keha EE, Küfrevioğlu Öİ, 1997. *Biyokimya*, Şafak yayınevi, 183-207, 394-399, Erzurum.
- Kellens M, 1997. *Current Developments in Oil Refining Technology*, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium.
- Kemeny Z, Recseg K, Henon G, Kövari K, Zwobada F, 2001. Deodorization of vegetable oils: Prediction of trans polyunsaturated fatty acid content. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 78, 973-979.
- Kesim M, 1996. *Gıda teknolojisi*, Anadolu Üniversitesi Yayınları No: 909, Eskişehir, 218s.

- Kıralan M, Yorulmaz A, Ercoskun H, 2005. Trans Yag Asitleri Kaynakları ve İnsan Sağlığı Üzerine Etkileri , Gıda ve Yem Teknolojisi, 7, 52-64.
- Kohlmeier L, Weterings KG, Steck S, Kok FS, 1997. Tea and Cancer prevention: and evaluation of the epidemiologic literature. Nutrition and Cancer, 27, 1-13.
- Koletzko B, Mrotzek M, Bremer Hj, 1988. Fatty-acid composition of nature human-milk in Germany. The American journal of clinical nutrition, 47, 954-959.
- Koletzko B, 1991. Intake, metabolism and biological effects of trans-isomeric fattyacids with infants. Nahrung, 35, 229-283.
- Kümeli, 2006. Erişim tarihi, 06.03.2006. Erişim adresi, Yağlar. www. taylankumeli.com.
- Laloux L, Chaffaut L, Razanamahefa L, Lafay L, 2007. Trans fatty acid contentof foods and intake levels in France. Eur. J. Lipid Sci. Techol.,109, 918-929.
- Largue E, Zamora S and Gil A, 2000. Dietary trans fatty acids affect the essential fatty-acid concentration of rat mil, J Nutr. 130, 847-851.
- Larque E, Zamora S, Gil A, 2001.Dietary trans fatty acids in early life: a review. Early Human Development, 65, 31-41.
- Lehninger AL, 1975. Biochemistry, Sec Ed, Worth Pub Inc, 444 Park Avenue South Newyork, 10016.
- Linchtenstein AH, Erkkila AT, Lamarche B, Schwab US, Jalbert SM, Ausman LM, 2003. İnfluence of hydrogenated fat and butter on CVD riskfactors: remmant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and Creaktive protein. Atherosclerosis, 171, 97-107.
- Linstromberg WW, Uyar T, 1976. Modern Organik Kimya. Bizim Büro Yayın evi, Ankara.
- Luc G, Bard JM, Lussier-Cacan S, Bouthillier D, Parra HJ, Fruchart JC, Davignon J, 1991. High-density lipoprotein particles in octogenarians. Metabolism, 40(12), 1238-1243.
- Mahfouz M, 1981. Effect of dietary trans fatty acids on the delta 5, delta 6 and delta 9 desaturases of rat liver microsomes in vivo. Acta biologica et medica germanica 40 (12), 1699–1705. PMID 7345825.
- Mahley WR, Weisgraber KH, Farese RV, 1998. Williams Textbook Of Endocrinology, Lipid Metabolizması Bozuklukları, Bölüm 23 Çeviri: Teikkurt, C., Dokuzuncu Baskı, W.B. Saunders, Philadelphia.
- Mansour MP, Sinclair AJ, 1993. The trans fatty acid and positional (sn-2) fattyacid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. Asia Pacific J. Clin. Nutr., 3, 155-163.
- Mattson FH, Grundy SM, 1985. Comparasion of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man, Journal of Lipid Research, 26, 194-202.
- Mayes PA, Murray RK, Granner DK, Rodwel VW, 1993. Harper's Biochemistery, Barış Kitabevi, İstanbul, 258-259.
- Mayes PA, 1996. Biyoenerji vericiler ve karbonhidrat ile lipid metabolizması Harper'ın Biyokimyası Çeviri Dikmen N, Özgünen T, Barış Kitabevi, 116-306, İstanbul, 24.baskı.
- Medina JLA, Gamez MN, Ortega GJ, Noriega RJA, Angulo GO, 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. J. Amer. Oil Chem. Soc., 77, 721-724.

- Mensink RP, Katan MB, 1990. Effect of dietary trans fatty acids on highdensity and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects, *New England J Med.* 323(7), 439-484.
- Mensink RP, Katan MB, 1993. Trans Unsaturated Fatty Acids in Nutrition and Their Impact on Serum Lipoprotein Levels in Man, *Prog. Lipid Research*, 32,1, 111- 122.
- Metin, 1996. M. Süt Teknolojisi sütün bileşimi ve İşlenmesi. E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayınları, 33, 62-63
- Morris MC, Evans DA, Bienias JL, Tangney CC, Bennett DA, Aggarwal N, Schneider J, Wilson RS, 2003. Dietary fats and the risk of incident Alzheimer disease. *Arch Neurol*, 60 (2): 194–200.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW, 2004. Harper Biyokimya, Nobel Tıp Kitabevleri.
- Musavi A, Cizmeci M, Tekin A, Kayahan M, 2008. Hidrojenasyon parametrelerinin trans izomer oluşumu, yağın seçicilik ve erime özellikleri üzerine etkileri. *Avrupa Lipit Bilim Ve Teknoloji Dergisi*, 110 (3), 254-260.
- Nas S, Gökalg HY, Ünsal M, 1992. Bitkisel yağ teknolojisi, Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Ofset Tesisi, Erzurum.
- Nas S, Gökalg HY, Ünsal M, 2001a. Bitkisel Yağ Teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Yayınları, Denizli, 301.
- Nas S, Gökalg HY, Ünsal M, 2001b. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, Bölüm 9, 195-224.
- Nas S, Gökalg HY, Ünsal M, 2001c. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Denizli: Pamukkale Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Matbaası, Bölüm 2, 15-25.
- Nelson DL, Cox MM, 2005. Biyokimyanın ilkeleri, Lehninger, Palme Yayıncılık.
- New York City Health Code (NYC), 2007. The regulation to phase out artificial trans fat in New York City food service establishments. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <https://www1.nyc.gov/assets/doh/downloads/pdf/cardio/cardio-transfat-bro.pdf>.
- Nizamloğlu M, 1998. Lipidler Biyokimya Birinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınevi Ünitesi Konya, 216-264.
- Norris S, 2005. Trans Fats: The Health Burden, Parliamentary Information and Research Service Science and Technology Division.
- Oomen CM, Ocké MC, Feskens EJ, van Erp-Baart MAJ, Kok FJ, Kromhout D, 2001. Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *The Lancet*, 357(9258), 746-751.
- Oysun G, 1987. Süt Kimyası ve Biyokimyası. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Yayınları, Yayın No: 18.
- Özdemir N, Denkbaş EB, 2003. Hayat veren yağlar: Omega yağları. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 78-80.
- Pedersen JI, Johansson L, Thelle DS, 1998. Trans-fatty acids and health, *Tidsskr Nor Laegeforen*, 118(22), 3474-3554.
- Pehlivanlı N, 2010. Trans-9 18: 1 oktadesenoik asit izomerinin insülin direnci üzerine etkileri (Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü).
- Peter L, Zock PL, Katan MB, 1992. Hydrogenation alternatives: effect of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans, *J Lipid Res.* 33, 399-410.

- Phivilay A, Julien C, Tremblay C, Berthiaume L, Julien P, Giguere Y, Calon F, 2009. High dietary consumption of trans fatty acids decreases brain docosahexaenoic acid but does not alter amyloid-beta and tau pathologies in the 3xTg-AD model of Alzheimer's disease. *Neuroscience* 159 (1), 296–307.
- Polan CE, McNeill JJ, Tove SB, 1964. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. *Journal of Bacteriology*, 88 (4), 1056-1064.
- Precht D, Molket in J, Vahlendieck M, 1999. Influence of the heating temperature on the fat composition of milk fat with emphasis on cis/trans isomerization. *Nahrung*, 43, 25-33.
- Qureshi AA, Abuirmeileh N, Din ZZ, Amhad Y, Burger WC, Elson CE, 1983. Suppression of cholesterologenesis and reduction of LDL cholesterol by dietary ginseng and its fractions in chicken liver. *Atherosclerosis*, 48, 81-94.
- Reihner E, Rudling M, Stahlberg D, et al, 1990. Influence of pravastatin, a specific inhibitor of HMGCoA reductase, on hepatic metabolism of cholesterol. *New England Journal of Medicine*, 323, 224-8.
- Rivellese AA, Maffettone A, Vessby B, Ulusituba M, Hermansen K, Berglund L, Louheranta A, Meyer BJ and Riccardi G, 2003. Effects of dietary saturated, monounsaturated and n-3 fatty acids on fasting lipoproteins, LDL size and post-prandial lipid metabolism in healthy subjects. *Atherosclerosis*, 167(1), 149-207.
- Roos NM, Schouten EG, Katan MB, 2003. Trans fatty acids, HDL cholesterol and cardiovascular disease. *Eur J Med Res*, 20; 8(8), 355-402.
- Rozenn NL, Irena B, Mozaffarian D, Sotoodehnia N, Thomas DR, Kuller LH, Tracy RP, Siscovick DS, 2006. Plasma Phospholipid Trans Fatty Acids, Fatal Ischemic Heart Disease, and Sudden Cardiac Death in Older Adults. *Circulation*, 114, 209-215.
- Sağdıç O, Dönmez M, Demirci M, 2004. Comparison of characteristics and fatty acid profiles of traditional Turkish yayik butter produced from goats', ewes' or cows' milk. *Food Control*, 15, 485-490.
- Samur G, 2006. *Kalp Damar Hastalıklarında Beslenme*. ISBN: 975–590–181-7, Sinem Matbaacılık, Ankara.
- Sanders TAB, 1988. Essential and trans-fatty acids in nutrition. *Nutrition Research Reviews*. 1, 57-58.
- Sanders TAB, Grassi T, Miller GJ, Morrissey JH, 2000. Influence of fatty acid chain length and cis/trans isomerization on postprandial lipemia and factor VII in healthy subjects (postprandial lipids and factor VII). *Journal Of Atherosclerosis Research*, 149(2), 413-420.
- Schakel SF, Harnack L, Wold C, Van Heel N, Himes JH, 1999. Incorporation of trans fatty acids into a comprehensive nutrient database. *J. Food Comp. Analysis*, 12, 323-331.
- Schmidt S, 2000. Formation of trans unsaturation during partial catalytic hydrogenation. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*, 102, 646-648.
- Schwarz W, 2000a. Trans unsaturated fatty acids in European nutrition. *Eur J Lipid Sci. Technol*, 102, 633 – 635.
- Schwarz W, 2000b. Formation of trans polyalkenoic fatty acids during vegetable oil refining. *Eur. J. Lipid. Sci. Technol.*, 102, 648-649.
- Semma M, 2002. Trans fatty acids: Properties, benefits and risks. *J. Health Sci.*, 48, (1), 7-13.

- Sharma V, Paliwal R, Janmeda P, Sharma S, 2012. Chemopreventive Efficacy of Moringa oleifera Pods Against 7, 12-Dimethylbenz[a]anthracene Induced Hepatic Carcinogenesis in Mice. Res. Communic, 13, 2563-2569
- Smith LM, Dunkley WL, Franke A, Dairiki T, 1978. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine. J. Amer. Oil Chem. Soc., 55, 257.
- Steinhart H, Pfalzgraf A, 1994. Trans- Fettsäuren in Lebensmitteln, Fat Science Technology, 2, 42-44.
- Stender S, Dyerberg J, 2003. "Influence of Trans Fatty Acids on Health", A Report from the Danish Nutrition Council, Yayın No: 34.
- Stender S, Dyerberg J, Bysted A, Leth T, Astrup A, 2006. A trans world journey. Atherosclerosis Supplements 7, 47-52.
- Stender S, Dyerberg J, Hølmer G, Ovesen L, Sandström B, 1994. Transfedtsyrers betydning for sundheden. A report from the Danish Nutrition Council. Publ No. 2. Copenhagen.
- Sundram K, Ismail A, Hayes KC, Jeyamalar R, Pathmanathan R, 1997. Trans (elaidic) fatty acids adversely affect the lipoprotein profile relative to specific saturated fatty acids in humans, The Journal of nutrition, 127, 514-520.
- Sydney Morning Herald, 2011. Trans fats and saturated fats could contribute to depression. Erişim tarihi, 02 Haziran 2018. Erişim adresi, <https://www.smh.com.au/lifestyle/health-and-wellness/food-with-bad-fats-linked-to-depression-study-finds-20110127-1a6vy.html>.
- Şener G, Yeğen Berrak Ç, 2009. İskemi Reperfüzyon Hasarı. Klinik Gelişim Dergisi, 22, 5-13.
- Taşan M, Dağlıoğlu O, 2005. Trans yağ asitlerinin yapısı, oluşumu ve gıdalarla alınması. Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi 2(1), 79-88.
- Taşan M, Demirci M, 2003. Trans fatty acids in sunflower oil at different steps of refining. J. Amer. Oil Chem. Soc. , 79, 825-828.
- Taşan M, Kahyaoğlu G, Demirci M, 2007. Beslenmemizde trans yağ asitlerinin kaynakları. Gıda Teknolojisi, 11 (7), 50-54.
- Tekin A, Cizmeci M, Karabacak H, Kayahan M, 2002. TFA and solid fat content of margarines marketed in Turkey. J. Amer. Oil Chem. Soc., 80, 443-445.
- Thomas LH, ark, 1981. Hydrogenated oils and fats; presence of chemically modified fatty acids in human adipose tissue. Amer. J. Clin. Nutr. 34, 877-886.
- Tüzün AE, 2013. Farklı yağ kaynaklarının broylerlerde performans, karkas özellikleri, bazı dokuların yağ asidi profili, plazma trigliserid ve kolesterol konsantrasyonuna etkileri (Doktora tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Wijendran V, Pronczuk A, Bertoli C, Hayes KC, 2003. Dietary trans-18:1 raises plasma triglycerides and VLDL cholesterol when either 16:0 or 18:0 in gerbils, J Nutr Biochem. 14, 584-590.
- Wolff RL, 1992. Trans -polyunsaturated fatty acid in french edible rapeseed and soybean oils. J. Amer. Oil Chem. Soc., 69, 106-110.
- Wolff RL, 1993a. Heat-induced geometrical isomerization of -linolenic acid: effect of temperature and heating time on the appearance of individual isomers, J. Amer. Oil Chem. Soc., 70, 425-430.
- Wolff RL, 1993b. Occurrence of artificial trans -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. Sci. Aliments, 13, 155-163.

- Wolff RL, 1993c. Further studies on artificial geometrical isomers of γ -linolenic acid in edible linolenic acid-containing oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*,70, 219-224.
- Wolff RL, 1994. Cis-trans isomerization of octadecatrienoic acids during heating. Study of linolenic (cis-5, cis-9, cis-12 18:3) acid geometrical isomers in heated pine seed oil. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*,71,1129-1134
- Yemişcioğlu F, Bayaz M, Gümüşkesen AS, 2010. Hidrojene Yağların Fiziksel ve Kimyasal Özelliklerine İşlem Koşullarının Etkisi: Pamuk Yağının Hidrojenasyon Sürecinin İncelenmesi. *Gıda Dergisi*, 35(1).
- Young IS, Woodside JV, 2001. Antioxidants in Health and Disease. *J Clin Pathol*, 54(3), 176-186.
- Yüksel E, 2010. Çeşitli rafine bitkisel yağlarda ve kahvaltılık margarinlerde bazı element içeriklerinin belirlenmesi (Yüksek lisans tezi, Namık Kemal Üniversitesi).
- Zock PL, Katan MB, 1992. Hydrogenation alternatives: effects of trans fatty acids and stearic acid versus linoleic acid on serum lipids and lipoproteins in humans, *J Lipids Res.* 33, 399-410.
- Zock PL, Katan MB, 1997. Trans fatty acids, lipoproteins, and coronary risk. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 75(3), 211-216.

7. ÖZGEÇMİŞ

1987 yılında Konya’da doğdu. İlkokul, ortaokul ve lise eğitimlerini Türkiye ve Kıbrıs’ın farklı şehirlerinde gerçekleştirdi. Üniversite Eğitimi Selçuk Üniversitesi Eğitim Fakültesi Fen ve Telnoloji Öğretmenliğinde tamamlayarak Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim dalında yüksek lisans eğitimine başladı. Şuan Milli Eğitim Bakanlığında Fen Bilimleri öğretmeni olarak görev yapmaktadır.

