

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MISIR ŞURUBU VE TRANS YAĞ İLAVE EDİLEN YEMLE
BESLENEN RATLARDA LİPİT PROFİLLERİ İLE
HEMOGLOBİN A1C (HbA1c), ALKALEN FOSFATAZ (ALP),
ASPARTAT AMİNOTRANSFERAZ (AST), SÜPEROKSİT
DİSMUTAZ (SOD) DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKİMYA (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Mehmet NİZAMLIOĞLU

KONYA – 2018

T.C.
SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**MISIR ŞURUBU VE TRANS YAĞ İLAVE EDİLEN YEMLE
BESLENEN RATLARDA LİPİT PROFİLLERİ İLE
HEMOGLOBİN A1C (HbA1c), ALKALEN FOSFATAZ (ALP),
ASPARTAT AMİNOTRANSFERAZ (AST), SÜPEROKSİT
DİSMUTAZ (SOD) DEĞERLERİNİN BELİRLENMESİ**

Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK

YÜKSEK LİSANS TEZİ

BİYOKİMYA (VET) ANABİLİM DALI

Danışman

Prof. Dr. Mehmet NİZAMLIOĞLU

Bu araştırma Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü
tarafından 17202047 proje numarası ile desteklenmiştir.

KONYA – 2018

S.Ü. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK tarafından savunulan bu çalışma, jürimiz tarafından Biyokimya Anabilim Dalında Yüksek Lisans Tezi olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

Jüri Başkanı:

(Danışman)


Prof. Dr. Mehmet NİZAMLIOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Üye:


Prof. Dr. Firuze KURTOĞLU

Selçuk Üniversitesi

Üye:


Doç. Dr. Pınar PEKER AKALIN

Mustafa Kemal Üniversitesi

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

ii. ÖNSÖZ

SÜDAM ünitesinde yürütölmüş olan çalışma 60 gün, Wistar Albino cinsi erkek rat kullanılarak gerçekleştirildi. Ratlar 1 kontrol 3 çalışma grubu olacak şekilde toplam 4 gruba ayrıldı. 1. grup standart rat yemi ve içme suyu; 2. grup pamuk yağı ilave edilmiş yem ve içme suyu; 3. grup trans yağ ilave edilmiş yem ve içme suyu; 4. grup trans yağ ilave edilmiş yem ve mısır şurubu karıştırılmış içme suyu ile çalışmanın başından sonuna kadar ad libitum beslenme gerçekleştirildi. Gruplardan 0. gün supraorbital, 60. gün intrakardiyak yöntemle anestezi altında kan alımı yapılarak; glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD ve GGT analizleri yapıldı. Çalışılan parametreler açısından gruplar arası farklılıkların istatistiksel olarak anlamlı olduğı görölmüştür.

Çalışmanın amacı, mısır şurubu ve trans yağın beraber alınması ile organizmadaki bazı biyokimyasal parametrelerde meydana gelen değışimleri belirlemektir.

Çalışma S.Ü. BAP Koordinatörlüğü' nün 17202047 proje numarası ile desteklenmiştir.

Çalışmam süresinde beni yönlendirerek, bilgi ve tecrübelerini paylaşarak her konuda destek ve yardımını esirgemeyen saygıdeğer danışman hocam Prof. Dr. Mehmet NİZAMLIOĞLU' na, çalışmam boyunca ihtiyacımın olduğı anda vaktini ayıran, destek ve yardım gösteren Prof. Dr. Zafer BULUT' a,

Farmakoloji ve Toksikoloji Anabilim Dalı Öğretim Üyesi Prof. Dr. Enver YAZAR, Dr. Öğretim Görevlisi Burak DİK, Arş. Gör.Emre BAHÇİVAN hocalarıma,

Tezimin yazım aşamasında ve tez çalışmam süresince beni yalnız bırakmayan ve yardımlarını esirgemeyen değerli arkadaşımHitame BAŞ' a,

Tez çalışmam süresince, desteğe en çok ihtiyacım olduğı zamanda beni yalnız bırakmayan eşim Mehmet UYANIK' a, her şeyden önemlisi hayatımın her aşamasında maddi ve manevi olarak beni destekleyen, bu günlere getiren sevgili annem Şenel KARAKARÇAYILDIZ ve babam Şaban KARAKARÇAYILDIZ' a sonsuz teşekkür ederim.

iii. İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGELER VE KISALTMALAR	iv
ÖZET.....	v
SUMMARY	vi
1. GİRİŞ	1
1.1. Yağlar	3
1.1.1. Doymuş Yağ Asitleri	4
1.1.2. Doymamış Yağ Asitleri	5
1.2. Yağ Asitlerinde İzomer	7
1.2.1. Trans Yağ Asitleri Oluşumu	9
1.3. Gıdalarda Trans Yağ Asitlerinin Bulunuşları.....	13
1.3.1. Bitkisel Ürünler.....	13
1.3.2. Et ve Süt Ürünleri	14
1.3.3. İşlenmiş Gıdalar	14
1.4. Trans Yağ Asidi ve Sağlık.....	15
1.4.1. Trans Yağ Asidi ve Kanseri İlişkisi	16
1.4.2. Trans Yağ Asidi ve Diyabet İlişkisi.....	16
1.4.3. Trans Yağ Asidi ve Obezite İlişkisi	16
1.4.4. Trans Yağ Asidi ve Alerji İlişkisi	17
1.4.5. Trans Yağ Asidi Hamilelik ve Fetal Gelişim İlişkisi.....	17
1.4.6. Trans Yağ Asidi ve Alzheimer İlişkisi	17
1.4.7. Trans Yağ Asidi ve Koroner Kalp Rahatsızlığı İlişkisi	18
1.4.8. Trans Yağ Asitleri ve Depresyon İlişkisi.....	19
1.4.9. Trans Yağ Asitleri ve Karaciğer Bozukluğu İlişkisi.....	19
1.5. Kolesterol	19
1.6. Lipoproteinler	20
1.6.1. Şilomikronlar	20
1.6.2. Çok Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (VLDL).....	20
1.6.3. Orta Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (IDL).....	20
1.6.4. Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (LDL)	20
1.6.5. Yüksek Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (HDL)	21

1.7. Trigliserit	21
1.8. Fruktoz.....	21
1.9. Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu (YFMŞ) Üretimi	24
1.10. Fruktoz ve Sağlık.....	26
1.10.1. Fruktoz ve Diyabet İlişkisi.....	26
1.10.2. Fruktoz ve Obezite İlişkisi	27
1.10.3. Fruktoz ve Hipertansiyon.....	28
1.10.4. Fruktoz Dislipidemi ve Non - Alkolik Karaciğer Yağlanması (NAFLD)	29
1.10.5. Fruktoz ve Kanseri İlişkisi	30
1.10.6. Fruktoz ve Gut İlişkisi	30
1.10.7. Fruktoz ve Metabolik Sendrom	31
1.10.8. Fruktoz ve İnsülin Direnci	31
1.10.9. Fruktoz ve Pankreatik Hasar	32
1.11. Karaciğer Fonksiyon Testleri	32
1.11.1. Alanin Aminotransferaz (ALT)	33
1.11.2. Aspart Aminotransferaz (AST).....	33
1.11.3. Alkalen Fosfataz (ALP)	33
1.11.4. Gamma Glutamil Transferaz (GGT).....	33
1.12. Antioksidanlar	33
2- GEREÇ VE YÖNTEM.....	35
2.1. Deney Hayvanlarının Hazırlanması	35
2.2. Çalışma Gruplarının Hazırlanması	35
2.3. Yemlerin ve Suyun Hazırlanması.....	35
2.4. Rat Yemi İçeriği	36
2.5. Kan Örneklerinin Alınması	36
2.6. İstatistiksel Analizler	37
3. BULGULAR	38
4. TARTIŞMA	47
5. SONUÇ ve ÖNERİLER.....	53
6. KAYNAKLAR	54
7. ÖZGEÇMİŞ	67

SİMGELER VE KISALTMALAR

ALP	: Alkalen Fosfataz
ALT	: Alanin Aminotransferaz
AST	: Aspartat Aminotransferaz
GGT	: Gamma Glutamil Transferaz
HbA1c	: Hemoglobin A1c
HDL	:Yüksek Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
IDL	: Orta Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
LDL	: Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
NAFLD	: Non-Alkolik Karaciğer Yağlanması
SOD	: Süperoksit Dismutaz
SÜDAM	: Selçuk Üniversitesi Deneysel Araştırma ve Tıp Merkezi
SÜVFEK	: Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu
VLDL	: Çok Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler
WHO	: Dünya Sağlık Örgütü
YFMS	: Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu

ÖZET

T.C.

SELÇUK ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Mısır Şurubu ve Trans Yağ İlave Edilen Yemle Beslenen Ratlarda Lipit Profilleri İle Hemogloblin A1c (HbA1c), Alkalen Fosfataz (ALP), Aspartat Aminotransferaz (AST), Süperoksit Dismutaz (SOD) Değerlerinin Belirlenmesi

Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK

Biyokimya (Vet) Anabilim Dalı

YÜKSEK LİSANS TEZİ / KONYA – 2018

Sunulan çalışmada, mısır şurubu ve trans yağların gıdalarla beraber alınmasıyla organizmada oluşturduğu bazı biyokimyasal değerlerdeki değişimlerin gözlemlenmesi amaçlandı.

Çalışmada, toplam 24 adet Wistar Albino erkek rat kullanıldı. Araştırma SÜDAM ünitesinde yürütüldü. Ratlar 4 eşit gruba ayrıldı. 1. grup kontrol, 2. 3. ve 4. gruplar ise çalışma grubu olarak oluşturuldu. 1. gruba standart rat yemi ve su, 2. gruba pamuk yağı ilave edilmiş yem ve su, 3. gruba trans yağ ilave edilmiş yem ve su, 4. grup ise trans yağ ilave edilmiş yem ile mısır şurubu eklenmiş su verilerek ad libitum beslenme gerçekleştirildi. Çalışma gruplarından anestezi altında 0. günde supraorbital yöntemle ve 60. günde intrakardiyak yöntemle kan alımı gerçekleştirildi. Ratlardan alınan kan örneklerinden glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD ve GGT analizleri yapıldı. İstatistiksel analizler için SPSS programı kullanıldı. Sunulan çalışmada trans yağların, trigliserit konsantrasyonunu arttırdığı, HDL konsantrasyonunu azalttığı, bazı karaciğer enzim değerlerinde değişmelere neden olduğu görülmüştür. Trigliserit ve HDL analizlerinde istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilmiştir ($p<0.05$). LDL, AST ve HbA1c analizlerinde ise istatistiksel açıdan anlamlı sonuçlar elde edilememiştir ($p>0.05$).

Bu çalışma S.Ü BAP Koordinatörlüğü tarafından desteklenmiştir (Proje No: 17202047).

Anahtar Kelimeler: Trans yağ, mısır şurubu, lipit profili, HbA1c

SUMMARY

REPUBLIC of TURKEY

SELÇUK UNIVERSITY

HEALTH SCIENCES INSTITUTE

Determination of Hemoglobin A1c (HbA1c), Alkaline Phosphatase (ALP), Aspartate Aminotransferase (AST), Superoxide Dismutase (SOD) Values With Lipit Profiles In Rats Feed With Corn Syrup And Trans Oil Additional Forage

Şeyma KARAKARÇAYILDIZ UYANIK

Department of Biochemistry(Vet)

MASTER THESIS / KONYA – 2018

In the present study, it was aimed to observe the changes in some biochemical values in the organism by taking together with food of corn syrup and trans fat.

A total of 24 Wistar Albino male rats were used. Rats were divided into 4 equal groups. The research was conducted in the SUDAM unit. Rats were formed as control of 1st group; 2nd, 3rd and 4th study groups. 1st group was fed with standard rat diet and water, 2nd group was added cotton oil to the diet and water, 3rd group forage was added oil trans fat and standart water, 4rd group forage was added trans fat and corn syrup was added in water. Ad libitum feeding was performed. Blood was taken by supraorbital method at 0th 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 statistical analyzes. In the present study, trans fats increased triglyceride concentration, decreased HDL concentration and caused changes in some liver enzyme values. Triglyceride and HDL analysis showed statistically significant results ($p<0.05$). The results of LDL, AST and HbA1c analysis revealed no statistically significant results ($p>0.05$).

This study was supported by S.U BAP Coordinator (Project Number: 17202047).

Keywords: Trans fat, corn syrubb, lipit profile, HbA1c

1. GİRİŞ

Günlük yaşantımızda enerji kaynağı olarak kullandığımız karbonhidratlar, yağlar ve proteinler canlılığın sürdürülebilmesi için en önemli yapı taşlarını oluştururlar. Canlı organizma ihtiyaç duyduğu enerjiyi depolamış olduğı besin maddelerinin yakılması ile sağlamaktadır. Depolanmış olan besin maddelerinin başında yağlar gelmektedir. Yağlar, vücut içerisinde enerji kaynağı, yağda eriyen vitaminlerin kana karışımını sağlama, hücre zarının yapısında bulunmak gibi önemli görevlere sahiptir (Mayes ve ark 1993, Yiğit 2007).

Canlı vücudunun gereksinimi için alınması zorunlu olan yağlar, canlılık faaliyetlerinin sürdürülebilmesi için enerji sağlamalarının yanı sıra yapılarında temel yağ asitlerini bulundurmaları nedeni ile besin maddelerinin vazgeçilmez unsurunu oluştururlar (Karaali 1997).

İnsan vücudu için önemli olan yağların vücut içersine fazla alımı canlı metabolizması üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir. Bu olumsuz etkilerin başında obezite ve trans yağ asitlerinin koroner kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırması gelmektedir. Besinlerle alınan yağlar doymuş ve doymamış yağ asidi içermeleriyle kandaki kolesterol düzeyi üzerine etki etmektedir (Kahyaoğlu 2006).

Yağlar, yapılarında yağ asitlerinin çift bağ taşıyıp taşımadığına göre doymuş ve doymamış olarak adlandırılır. Oda sıcaklığı altında genelde katı formda bulunan (Anonim 2004), karbon zincirinde tek bir kovalent bağ içeren yağ asitleri doymuş yağ asitleri olarak adlandırılır. Doymamış yağ asitleri ise C-C zinciri üzerinde en az bir kovalent bağ (çift bağ) barındırır. Pek çoğı bitkisel kaynaklı olan doymamış yağ asitleri oda koşullarında sıvı haldedir (Kümeli 2006). Doymamış yağ asitleri bir tane çift bağ bulunduruyorsa, tekli doymamış yağ asitleri; iki ya da daha fazla çift bağ bulunduruyorsa, çoklu doymamış yağ asidi olarak isimlendirilir. Doymamış yağ asitlerinde, bulunan çift bağın yer aldığı bölgeye bağlanmış H atomlarının uzaydaki konumlanmasına göre cis ve trans adlı yapılar oluşur. Cis yapısında H atomları karbon zincirinin aynı tarafında yer alırken, trans yapısındaki H atomları ise karbon zincirinin aksi yönünde konumlanır (Dutton 1979). Çift bağlı, cis yağ asitleri yayvan ve hacimli yapıya sahiptir. Buna bağli olarak erime noktaları düşüktür. Trans yağ

asitleri ise C sayısı bakımından aynı olan doymuş yağ asitlerinin yapısına benzeyerek erime noktaları daha yüksek olup, oda sıcaklığında katı formdadır (Bensadoun 2003).

Doymuş yağ asitleri kandaki kolesterol düzeyinin yükselmesine neden olurken doymamış yağ asitleri bu riski azaltmaktadır. Yapılan çalışmalara göre doymuş yağ asitleri gibi trans yağ asitleri de kolesterol düzeyinde yükselmeye neden olduğu görülmüştür(Murray ve ark 2004). Trans yağ asitleri ayrıca HDL kolesterol düzeyini düşürürken, LDL kolesterol düzeyini artırmakta olup LDL/HDL oranını yükselterek kalp hastalıkları riskini ciddi bir şekilde artırmaktadır (Kayahan 2003).

Vücuda alınan trans yağ asidi ile bazı kanser çeşitlerinin meydana gelişi arasında önemli bir ilişki bulunmaktadır (İnnis ve ark 1999). Yapılan bazı araştırmalarda, yağ asitlerinin çocuklarda alerji ve astım meydana gelmesinde etkili olduğu, tip 2 diyabetin ilerlemesinde önemli rol oynadığı ileri sürülmüştür (Taşan ve ark 2007). Trans yağ asitleri insan sağlığına olumsuz etkiler göstermesine karşın beslenmede yer almaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Son yıllarda gıda üretiminde yer alan ve tüketime sunulan, tatlandırıcı özelliği olan şurupların kullanımı önemli yer işgal etmektedir. Endüstrileşme ve nüfusun artışı şeker tüketimini de artırmıştır. Doğal olarak bulunan şeker (meyve ve sebzelerde), sukroz (çay şekeri) ve yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMS) (bir tatlandırıcı) hazır gıdalarda lezzet artırıcı olarak kullanılmaktadır (Cozma ve Sıvenpiper 2013).

Kimyasal bir şeker olan ve mısır nişastasından elde edilen fruktoz şurubu, pek çok hazır gıda içerisinde kullanılmakta olup, doğal yapılı olmayan sakkarozdan ve saf fruktozdan farklı bir şekerdir (Akar 2011).

Hazır gıda tüketiminin artışı ile bu hazır gıdalarla alınan YFMS miktarı da artış göstermektedir. YFMS kullanılan gıdaların kristalleşmesi gecikmekte, raf ömrü uzamakta, tatlılık derecesi artmakta ve maliyetinin düşük olmasından dolayı üreticiler tarafından yaygın olarak kullanılmaktadır (Akar 2011). Enzimler yardımıyla elde edilen YFMS, %42'lik, %55'lik ve %90'lık oranlarda fruktoz içermesi bakımından üç grupta toplanır. %42'lik YFMS konservelelede, fırıncılık ürünlerinde, sos ve çorbalarda; % 55'lik YFMS meyve suları ve gazlı içeceklerde;

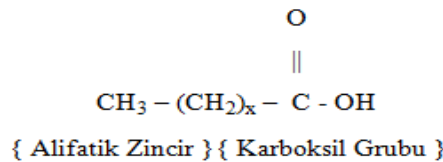
%90'lık YFMŞ ise kullanım miktarının az olmasına karşın yüksek oranda tatlılık vermesi ile light ürünlerde kullanılmaktadır (Parker ve ark 2010).

Fruktoz, lezzet artırıcı özelliği ve direkt hücre içine girme özelliğinden dolayı doyum hissinde gecikmeye neden olmaktadır. Böylece tüketim miktarındaki artışı sağlık sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Angelopoulos ve ark 2009). Bu sağlık sorunlarının başında obezite ve diyabet gelmektedir (Gaby 2005). Yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMŞ) alımının hiperinsülemi, hiperglisemi ve hipertansiyona yol açtığı yapılan bilimsel çalışmalar ile gösterilmiştir (Aytekin 2009).

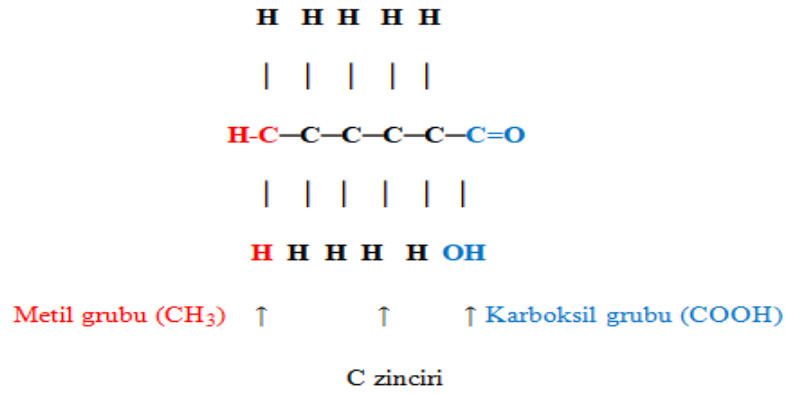
1.1. Yağlar

İnsan ve hayvanlar için temel yapı taşı ve enerji kaynağı olan karbonhidratlar, yağlar ve proteinler organizmanın yaşamını sürdürebilmesi için önemli bir yere sahiptir. Yağlar benzen, eter, aseton ve kloroform gibi organik çözücüler içinde çözünebilirken, genellikle suda çözünmezler (Özdemir ve Denkbaş 2003, Murray ve ark 2004). Önemli bir temel bileşen olan yağlar; canlı organizmaya yüksek enerji verir ve organizmanın enerji depolayabilmesi için uygun yapıya sahiptir. Yağlar, organizmanın enerji ihtiyacını karşılamanın yanında hücre membranının yapısına katılması, esansiyel yağ asitlerinin kaynağını oluşturması, yağda eriyen vitaminlerin emilimini sağlaması gibi önemli görevleri üstlenmektedir. Lipit olarak da adlandırılan yağlar, yağ asitleri ve gliserolden meydana gelir. Yağı oluşturan yağ asitleri, her yağ bitkisinde farklılık gösterirken, gliserol tüm yağ bitkilerinde aynıdır (Baydar 2000).

Yağın kullanım alanını yapısında bulunan yağ asitlerinin uzaydaki konumlanma şekli belirlemektedir. Yağ asitleri “R-COOH” kapalı formülüne sahip organik bileşiklerdir.



Şekil 1.1. Bir Yağ Asidinin Genel Formülü (Karaca ve Aytac 2007)

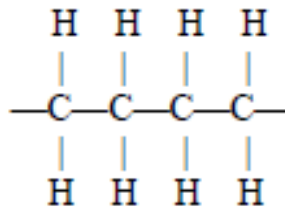


Şekil 1.2. Yağ Asidi Yapısı (Anonim 2009b)

Yağ asitlerinin beslenmedeki rolleri, karbon atom sayısı, karbon atomları arasındaki çift bağ sayısı, doymuşluk derecesi ve karbon atomlarına bağlı olan hidrojen atomlarının yerine göre değişmektedir (Karabulut ve Yandı 2006, Karaca ve Aytaç 2007).Çift bağın varlığına göre yağ asitleri, doymamış ve doymuş olarak iki başlık altında ele alınır. Doymamış yağ asidi yapılarında en az bir tane çift bağ içeriyorsa tekli doymamış yağ asidi, iki ya da daha fazla çift bağ içeriyorsa çoklu doymamış yağ asidi adını alır.Doymamış yağ asitlerindeki karbon zincirinde yer alan, çift bağlı karbon atomlarına bağlanan hidrojenlerin konfigürasyonuna göre,cis-trans formda bulunur. Cis formunda bulunan yağ asitlerinde karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları aynı konumlanmış halde bulunurken, trans formunda bulunan yağ asitlerinde ise karbon atomlarına bağlı hidrojen atomları zıt konumda yer almaktadır.

1.1.1. Doymuş Yağ Asitleri

Oda koşullarında genellikle katı halde bulunan (Anonim 2004), karbon zincirinde bir adet kovalent bağdan meydana gelen (Nas ve ark2001)yağ asitlerine doymuş yağ asitleri ve bu yağ asitlerinden zengin olan yağlar doymuş yağlar olarak adlandırılır.



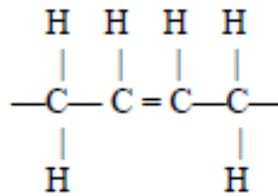
Şekil 1.3.Doymuş Yağ Asidi (Karaca ve Aytaç 2007)

Doymuş yağ asitlerinin genel formülü “ $C_nH_{2n}O_2$ ” dir. Doymuş yağların gıdalarla alınan miktarı arttıkça viskoziteleri ve kırılma indisleri artarken, yoğunlukları azalmaktadır. Stearik asit (C 18:0), palmitik asit (C 16:0), kapronik asit (C 6:0) ve bütirik asit (C 4:0) bazı doymuş yağ asidi örnekleridir.

Doymuş yağ asitleri, insan vücudunda karbonhidrat metabolizması sonucunda meydana gelen moleküllerden üretilerek, vücuda hiç yağ alınmamasına karşın bazı yağ asitlerinin vücutta sentezlenmesi gerçekleşebilir (Kümeli 2006). Diğer yağ asitleri ile eşit miktarda alınan doymuş yağ asitlerinin kalori değerleri aynı olmasına rağmen, doymuş yağ asitleri vücut içerisinde daha fazla yağ birikimine ve kilo alımına sebep olmaktadır (Altunkaynak ve Özbek 2006). Doymuş yağ asitlerinin LDL kolesterolü, kanın yağ oranını ve diyabet eğilimini arttırdığı, vücudun toplam enerjisinin %7’inden daha az miktarda doymuş yağ asidinin alınması gerektiği ve doymuş yağ tüketiminin azaltılması ile kalp damar rahatsızlıklarının oluşma riskinin de azalacağı gösterilmiştir (Samur 2006).

1.1.2. Doymamış Yağ Asitleri

C-C arasında en az bir tane çift bağ (kovalent bağ) içeren yağ asitlerine doymamış yağ asitleri denir ve bu yağ asitlerince zengin olan yağlar doymamış yağlar şeklinde adlandırılır (Nas ve ark2001).



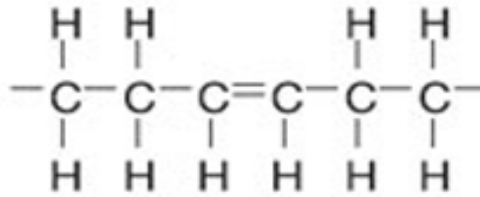
Şekil 1.4. Doymamış Yağ Asidi (Karaca ve Aytaç 2007)

Doymamış yağ asitlerinin reaktifliği, doymuş yağ asitlerine oranla daha fazladır (Karaca ve Aytaç 2007). Yağ asidinde bulunan çift bağ sayısına göre tepkimeye girmede artış görülür (Nas ve ark2001). Çoğunlukla bitkisel kaynaklı olan doymamış yağ asitleri oda koşullarında sıvı halde olup (Kümeli 2006), vücut için gerekli zorunlu yağ asitleridir. Linoleik asit, linolenik asit, araşidonik asit ve oleik asit bazı doymamış yağ asitleridir (Bayizit 2003).

Tekli Doymamış Yağ Asitleri

Yapılarında bir tane çift bağ bulunduran yağ asitleridir. Oleik asit (C18:1) ve palmitoleik asit (C 16:1) tekli doymamış yağ asitlerinin en önemli iki elemanıdır. Bugüne kadar bilinen bütün doğal yağların yapısında oleik asit bulunurken, palmitoleik asit yoğun olarak deniz canlıları yağlarında bulunur (Kayahan 2003). Tekli doymamış yağ asitlerini içeren bazı gıdalar zeytin, zeytinyağı, kanola yağı, kolza, yer fıstığı, badem yağları, fındık, fıstık, ceviz, avokado şeklinde sıralanabilir (Kümeli 2006).

Doymuş yağ tüketimini azaltıp tekli doymamış yağ tüketiminin artması ile kalp damar rahatsızlıklarının önlenmesi mümkündür. Tekli doymamış yağ asitlerin sağlık üzerinde olumlu etkilerinin olması karşın alınan miktarın toplam enerjinin 1/3'üne geçmemesi gerektiği de bilinmelidir (Samur 2006).

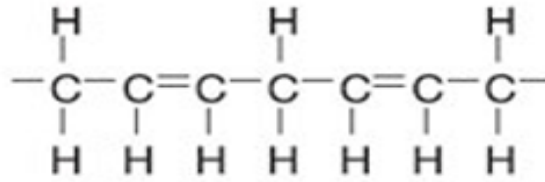


Şekil 1.5. Tekli Doymamış Yağ Asidi

Çoklu Doymamış Yağ Asitleri

Yapılarında birden fazla çift kovalent bağ bulunduran yağ asitleridir. En önemli çoklu doymamış yağ asitleri dakosaheksaenoik asit (C 22:6), araşidonik asit (C 20:4), α -linolenik asit (C 18:3) ve linoleik asit (C 18:2)'tir (Holub 2002, Gogus ve Smith 2010).

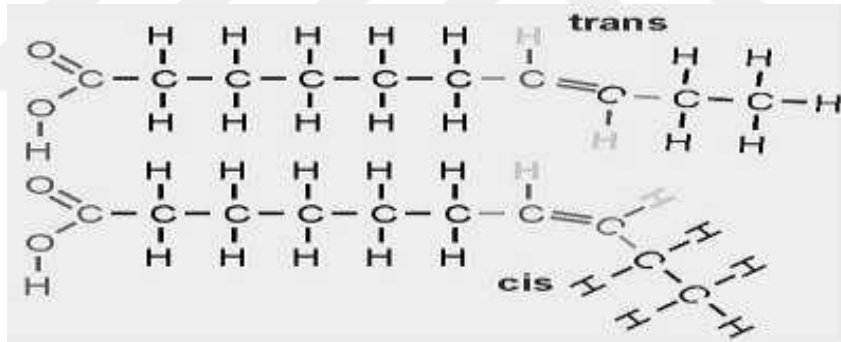
Balık türlerinde bu yağ asitlerinin bulunma oranı fazla olmasıyla birlikte ayçiçeği, soya ve mısır yağlarında da fazla miktarda bulunur (Çelik ve Akbulut 2013). Çoklu doymamış yağ asitleri LDL kolesterolünün düşüşüne neden olabilmektedir (Samur 2006).



Şekil 1.6. Çoklu Doymamış Yağ Asidi

1.2. Yağ Asitlerinde İzomer

Organik bileşiklere özgü olan, kapalı formülleri aynı fakat bileşiği oluşturan moleküllerin üç boyut diziliminin farklı olduğu yapı izomer olarak tanımlanır. İzomer, yağ asitlerinde fiziksel ve kimyasal özelliklerin farklı olmasına neden olur. Doymamış yağ asitlerinde belirlenmiş olan izomer çeşitleri pozisyon (yerel) ve geometrik (uzay) şeklinde iki başlık altında toplanabilir (Kayahan 2002, Kayahan 2003). Yerel izomeri molekülde yer alan çift bağların yerlerinin değişmesi şeklinde ifade edilir (Mensink ve Katan 1990, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Geometrik (uzay) izomeri ise; çift bağ ile bağlanmış karbon atomuna bağlı hidrojen atomlarının uzayda konumlanması sonucunda cis ve trans izomeri ortaya çıkar (Larque ve ark 2001).

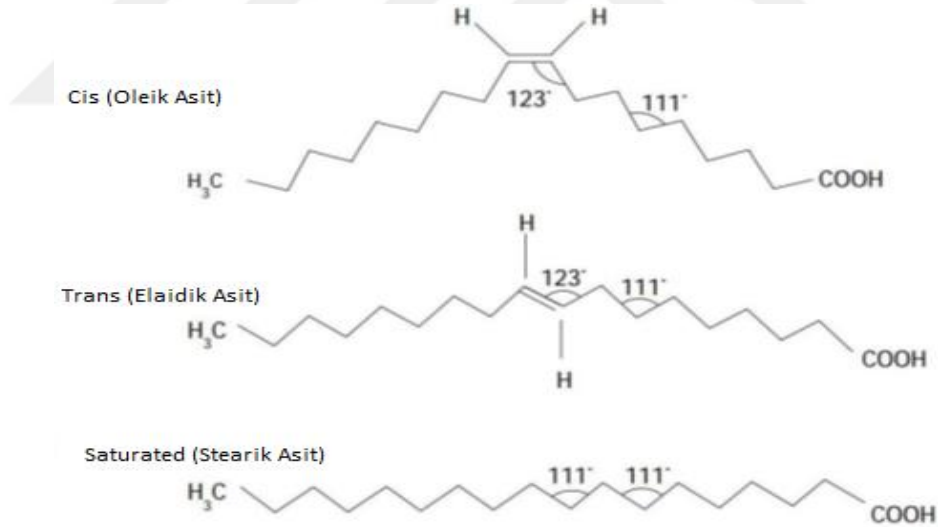


Şekil 1.7.Trans ve Cis Yağ Asidi Kesiti (Taşan ve Dağlıoğlu 2005)

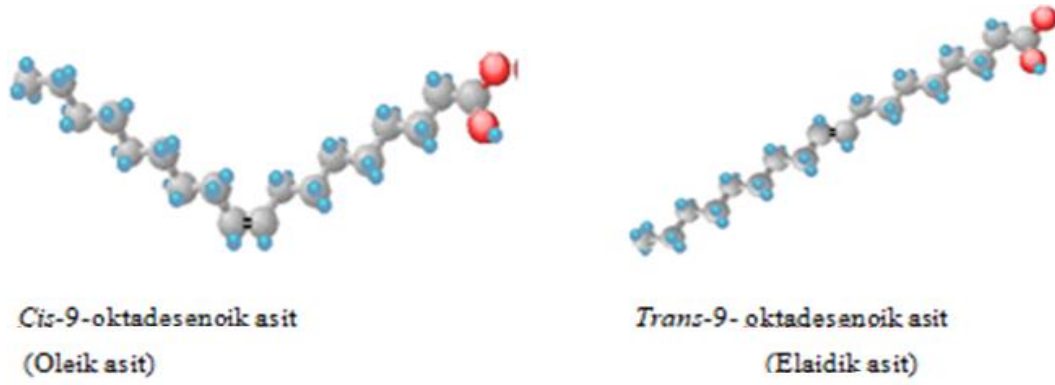
Cis izomerinin hidrojen atomları karbon zincirinin aynı tarafında bulunur. Yağ asitlerindeki cis konfigürasyonu 'c' harfi ile gösterilir. Cis formundaki çift bağ ile bağlanmış atomlar bağ eksenine etrafında dönemedikleri için cis yapısı molekülde bükülmeye yol açar ve zincir hareketini azaltır (Kahyaoğlu 2006). Ayrıca cis yağ asitlerinin hacimli, yayvan kütleye sahip oluşu moleküler sıkışmayı önler ve erime noktasında düşmeye (Demirci 2006) neden olur. Bunlara ilave olarak cis formu doğal yapıdır ve tüm yağların yapısında yaygın şekilde bulunur (Demir 2011). Balık yağında çoklu doymamış yağ asidi ile bitkisel yağlardaki doymamış yağ asitleri cis formuna sahiptir (Semma 2002).

Trans yapısında hidrojen atomları karbon zincirinin aksi yönünde konumlanır. Trans izomeri 't' ile gösterilir. Bu harf (t) yağ asidinin karboksil ucundan sayılmaya başlayıp moleküldeki çift bağın yerini belirtir ve trans yağ asitlerinin çift bağ açısı cis yapısına kıyasla daha küçük ve açıl zinciri de daha doğrusal bir yapıya sahiptir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Bundan dolayı trans formu ile doymuş yağ asitlerinin zincir yapısı birbirine benzerdir. Trans yağ asitlerinin bu özellikleri; molekülün farklı fiziksel ve kimyasal yapıya, erime noktası, termodinamik stabilitesinin yüksek ve daha sert oluşuna neden olmaktadır (Larque ve ark 2001, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Oleik asit (c 18:1) ve elaidik asit (t 18:1) birbirinin izomeri olup iki molekülde 18 karbon, 34 hidrojen, 2 oksijen bulunur. Oleik asidin erime noktası 13°C iken, elaidik asidin erime noktası ise 44°C'dir (Kahyaoglu 2006).

Trans yağ asitleri, yüksek sıcaklık ve bitkisel yağ hidrojenasyonundan oluştuğu için termodinamik olarak trans yapı cis yapıya göre daha karardır. Bundan dolayı trans izomerlerinin kimyasal tepkimeye girme yatkınlığı cis izomerine göre daha azdır (Yiğit 2007).



Şekil1.8. Cis, Trans ve Doymuş 18-Karbon Yağ Asitlerinin Yapıları (Ovesen ve Leth 1995)



Şekil 1.9.Oleik Asit, ElaidikAsit (Anonim 2006f).

Doğal olarak oluşmuş yağ asitleri çoğunlukla cis konumuna sahiptir. Buna karşılık trans yağ asitleri oluşumu ise aktivasyon enerjisi düşük oluşumuna bağlıdır (Yiğit 2007). Trans yağ asitleri; pişirme esnasında, kızartma yağlarında, çoklu doymamış yağ asidi oluşumu gibi farklı yollarla oluşabilir (Çakmakçı ve Kahyaoğlu 2012) ve trans yağ asidi alımındaki artış esansiyel yağ asitlerine duyulan ihtiyacı da arttırdığı belirtilmektedir (Kayahan 2009).

Trans yağların insan beslenmesinde uzun yıllardır yer aldığı bilinmektedir. Geviş getiren hayvanların süt ve yağında eser miktarda trans yağ asidi bulunmaktadır (Kıralan ve ark 2005). Koyun, keçi gibi geviş getiren hayvanlarda biyohidrojenasyon ile eser miktarda trans yağ asitlerinin bulunmasına ek olarak, sıvı yağların katılaştırma esnasında hidrojenasyon uygulamasında kullanılan katalizör çeşidine göre cis konumundaki yağ asitlerinin yaklaşık 2/3 oranında trans yapısına dönüştüğü belirtilmiştir (Schmidt 2000, Dağlıoğlu ve ark 2002).

1.2.1. Trans Yağ Asitleri Oluşumu

Trans yağ asitleri, geviş getiren hayvanlarda doymamış yağ asitlerinin biyohidrojenasyonunda ara madde olarak, bitkisel yapılarda ise, yağ asitleri bazı çift bağların hidrojen basıncı altında ve yüksek sıcaklıkta doyurulması ile oluşur. Bunun yanında yağların yüksek sıcaklıkta ısıtılması ve kızartmada kullanılması ile de trans yağ asitleri oluşur. Beslenme kaynaklı olarak kümes hayvanlarının yağında az oranda trans yağ asidi bulunmaktadır (Kayahan 2005, Anonim 2007).

Yüksek sıcaklıkta aşırı ısıtma sonucunda cis bağların trans bağlara izomerize olmaya başladığı belirtilmiş olup oluşan bu trans yağ oranının %1'in altında kaldığı ifade edilmiştir (Anonim 2009c).

Trans yağıçeren bazı gıdalar; süt, peynir, tereyağı, yumurta, bazı et ve et ürünleri,sıvı yağlar (ısıtılmış), kısmi hidrojene bitkisel yağlar, bisküvi, kek, tatlılar, fast food yiyecekler, cips ve kızartmalardır; işlenmiş gıdalardaki trans yağ içeriğı %20-40 arasında iken, doğal gıdalardaki bu oran %10'un altında kalmaktadır (Anonim 2006a).

Trans izomeri oluşumlarını üç başlık altında incelemek mümkündür.

- Hidrojenasyon
- Biyohidrojenasyon
- Deodorizasyon (Buhar Distilasyon)

Hidrojenasyon

Hidrojenasyon alışmaları 1890'lı yıllarda Paul Sabatier tarafından margarin ve sentetik metanol endüstrilerindeki çalışmaları sırasında geliştirilmiştirve ilk patent (1903 yılında) Amerikalı kimyacı William Normann tarafından alınmıştır (Kahyaoğlu 2006). Sıvı yağlardaki çift bağların hidrojen ile doyurulması işlemi hidrojenasyon olarak tanımlanır (Kesim 1996). Hidrojenasyon işlemi yağlarda, fiziksel ve kimyasal değişikliklere neden olarak ürünlerin istenilen biçime getirilmesini sağlar (Yemişçioğlu ve ark 2010). Hidrojenasyon işleminin gerçekleştirilebilmesi için uygun sıcaklık ve basınçta katalizör etkisi ile gaz halinde bulunan hidrojen ve sıvı halde bulunan yağ bir araya getirilmelidir (ağlav 2008).Bu işlem esnasında doymamış yağ asitlerinin doymamışlık derecelerine bakılarak hidrojenlerle tepkimeye girmesi beklenmektedir ve çift bağ sayısı fazla olan yağ asidi diğerlerine göre önce tepkime vermektedir (Gümüşkesen 1999). Bu alışmalar sonrasında hidrojenasyon işlemi margarin endüstrisinde kullanılmaya başlanmıştır. Hidrojenasyon işlemi margarin oluşturulmasında daha ekonomik olduğundan II. Dünya Savaşı'ndan gnmzedeğin oldukça rağbet görmüştür (Anonim 2006b).

Bitkisel yağlar iki şekilde hidrojenasyon işlemine maruz kalır. Birinci işlem yapılarında bulunan çift bağ sayısının azaltılıp yağın oksidasyon duyarlılığını düşürmek ve daha lezzetli olmasını sağlamaktır. İkinci işlem ise ürünün kullanım alanını arttırmak için fiziksel özelliklerini değiştirmektir. Bu işlemler neticesinde bitkisel yağlardan kızartma yağları ve margarinler üretilmektedir (Yüksel 2010).

Doymamış yağ asitlerine uygulanan hidrojenasyon işlemi ile çift bağların bir kısmının yok olduğu kalan kısmının da geometrik ve pozisyon izomerizasyonuna uğradığı görülmektedir. Bu kimyasal değişikliklere bağlı olarak yağların erime sıcaklığı yükselmekte ve yağın dayanıklılığı artmaktadır (Nas ve ark 2001). Hidrojenasyon işlemi ile elde edilmiş olan trans yağların, (bitkisel ve balık yağlarında bulunan) düzenli olmayan cis yapısına göre daha tercih edilen bir hale gelmesine neden olur (fiziksel özellik, tekstüre, saklama koşulları, sıkı-sert yapı gibi) (Pehlivanlı 2010). Ayrıca hidrojenasyon işlemi esansiyel yağ asitlerini azaltmakta veya yok etmekte, elde edilen ürünler de yapı bakımından doymuş yağ asitleri ile benzerlik göstermektedir (Karabulut ve Turan 2006). Bahsedilenlere ek olarak trans yağ asitleri margarin gıda üretiminde kullanılan endüstriyel yağlarda (kızartma ve unlu mamüllereki yağlar) farklı oranda bulunduğu gözlenmektedir. “Bunun nedeninin de hidrojen varlığında yüksek sıcaklık ve basınçta muamele edilen bitkisel yağların kısmi hidrojenasyonuna uğramasıdır” (Anonim 2006c, Kahyaoğlu 2006).

Trans yağ asitleri az miktarda sıvı bitkisel yağlarda bulunurken, kısmi hidrojenasyon işlemi ile yüksek sıcaklıkta doymamış yağların oksidasyonu düşerek ticari yönden kullanım ömründe artış görülmektedir. Raf ömrünün uzun ve oda koşullarında katı formda yağ elde edebilmek için gıda üreticileri seçimini kısmi hidrojene yağlardan kullanmaktadır (Semma 2002, Bensadoun 2003).

Biyohidrojenasyon

Ruminantların midelerinde bulunan bazı bakteriler (*butyrivibrio fibrivorans*) tarafından biyohidrojenasyon gerçekleştirilir. Bunun yanı sıra bazı protozoonlar da biyohidrojenasyon işlemine katkı sağlayabilir (Polan ve ark 1964). Biyohidrojenasyon işlemi inek, koyun ve diğer geviş getiren hayvanların midesinde gerçekleştiği için bu hayvanların vücutlarında da trans yağların varlığından bahsedilebilir (Kıralan ve ark 2005). Ruminantların yedikleri yemler ve otlanma süreleri biyohidrojenasyonla oluşan trans yağ asidi miktarlarına etki edebilir (Aro ve ark 1998c). Bu işlemde besinlerde bulunan doymamış yağ asitlerinin sahip oldukları çift bağların oksijensiz ortamda hidrojenle doyurulması ile trans yağ asitlerinin meydana geldiği bilinmektedir (Sanders 1998).

Günlük besinlerle alınan hayvansal gıdaların izomer kompozisyonları hidrojene edilmiş olan yağlarda farklılık gösterir. Trans yağların yapısında bulunan bağların birçoğu “n-7”, kalan kısmı ise “n-9” şeklinde oluşmaktadır (Mensink ve Katan 1993).

Hayvanlarda bulunan biyohidrojenasyon ile oluşan total yağ asidi %2-9 oranındadır (Schwarz 2000). Geviş getiren hayvanların etinde ve bütün süt ürünlerinde bulunmasının yanı sıra, trans yağ asidi içeren yem tüketimi neticesinde kümes hayvanları ve domuz etinde de az miktarda trans yağ asitlerine rastlanmaktadır (Kahyaoğlu 2006).

Deodorizasyon (Buhar Distilasyon)

Son yıllarda yapılan çalışmalarda (Taşan ve Dağlıoğlu 2005, Demirci 2006), bitkisel sıvı yağların rafinasyon işlemi esnasında deodorizasyon yöntemiyle trans yağ asitlerinin meydana geldiği görülmüştür. Trans yağ oluşumunu, bu işlem sırasında kullanılan buhar oranı, uygulamadaki sıcaklık ve basınç derecesi etkilemektedir (Wolff 1993b, Kemeny ve ark 2001). Doymamış yağ asitlerinde yüksek sıcaklıkta yapılan uygulama sonunda geometrik izomerizasyon olayı ile karşılaşmıştır (Kellens 1997, Henon ve ark 1999, Medina ve ark 2000, Kemeny ve ark 2001, Taşan ve Demirci 2003).

Deodorizasyon (buhar distilasyon) işlemi sırasında uygulanan yüksek sıcaklık ve düşük basınç sonucunda yağlarda istenilmeyen koku, tat etkileri uzaklaştırılmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Bu işlemlerle oksidatif tepkime ile oluşabilen bileşikler, sabunlaşabilen ve sabunlaşamayan maddeler yağlardan uzaklaştırılır. Bu işlemde kullanılan yağların trans yağ miktarı %1 değerinden daha düşük olması için fiziksel rafinasyon sıcaklık değeri 235-240°C ve kimyasal rafinasyon sıcaklık değeri ise 230-235°C'ye ihtiyaç duyulur (Kellens 1997).

Bitkisel sıvı yağların bu işlem sonucunda, çoklu doymamış yağ asitlerinin geometrik izomerizasyonu deodorizasyon sıcaklığı ve süresi ile doğru orantılı ilişkiye sahip olduğundan; Avrupa'da beslenme uzmanlarının görüşleri doğrultusunda trans yağ miktarının yemeklik yağlardaki oranın düşük tutulması gerekmektedir (Kemeny ve ark 2001).

1.3. Gıdalarda Trans Yağ Asitlerinin Bulunuşları

Gıdalarda bulunan trans yağ asitleri üç başlık altında incelenebilir.

- Bitkisel Ürünler
- Et ve Süt Ürünleri
- Hidrojenize Yağlar ve İşlenmiş Gıdalar

1.3.1. Bitkisel Ürünler

Bitkisel yağlarda bulunan doymamış yağ asitleri, cis formunda bulunup sınırlı miktarda trans yağ asidi içerir. Bitkisel yağlarda kısıtlı bulunan yağ asitleri deodorizasyon esnasında genellikle trans linolelaidik (C 18:2) ve linolenik asit (C 18:3) izomerleri meydana gelir (De Greyt ve ark 1998).

Bazı bitkilerin yaprak ve tohumunda palmitoleik-oleik asit ve çoklu doymamış yağ asitlerinin trans izomerlerine rastlanmıştır. Fakat bitkinin yaprağındaki yağ oranı düşüktür. Bazı bitki tohumlarının yağlarındaki trans yağ asidi yüksek miktarda bulunmaktadır. Fakat bu bitki tohumları yemeklik yağ olarak kullanılmadığından ve insan beslenmesinde neredeyse hiç yer almadığından önemli bir etkiden bahsedilmemektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Yemeklik bitkisel yağ olarak kullanılan yağların (bitkisel yağ kaynakları, yağlı tohum ve meyveden elde edilmiş) yapısındaki yağ asidi bileşiminin neredeyse hepsi cis formunda bulunur.

Bitkisel sıvı yağlarda bulunan trans yağın ihmal edilebilir derecede olduğu belirtilmektedir. Bu bitkisel sıvı yağların, rafinasyonu esnasında özellikle deodorizasyon (buhar distilasyon) işlemi sonucunda trans yağ asidi miktarında artışa neden olduğu görülmüştür. Ackman ve ark (1974)'ın yapmış olduğu çalışmada, rafinasyon sırasında deodorizasyon işlemi sonucunda trans yağ asitlerinde artışların olduğu görülmüştür. 1990'lı yıllarda özellikle Wolff (1992, 1993a, 1993b, 1993c, 1994) tarafından pek çok çalışmanın yapıldığı görülmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Deodorizasyon aşamasındaki trans izomerlerinin oluşumunun sıcaklık ve süresine bağlı olduğunu Wolff (1993a) belirtmiş olup yüksek sıcaklıkta ve uzun sürede gerçekleşen deodorizasyon işlemi sonunda oluşan sıvı yağlarda %3,5'ten daha fazla trans izomerinin bulunduğunu bildirmiştir. Bitkisel ham sıvı yağlardaki total yağ asidi oranının ise % 0,1 - 0,3 aralığında bulunduğunu Schwarz (2000)

belirtmiştir. Ham soya, mısır ve kolza yağlarında bulunan toplam trans yağ asidinin %0,1 civarında bulunduğunu Ferrari ve ark (1996) yaptığı çalışmada göstermiştir. Ham ayçiçeği yağlarında az miktarda trans oleik ve linoleik asitlerinin olduğu, toplam trans yağ asidinin %0,06 oranında bulunduğu belirtilmiştir (Taşan ve Demirci 2003, Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

1.3.2. Et ve Süt Ürünleri

Geviş getiren hayvanların rumenlerindeki flora ile trans yağ asitleri meydana gelmekte ve bu hayvanların yağlarının bileşiminde düşük miktarda doğal trans yağ bulunmaktadır (Smith ve ark 1978). Geviş getiren hayvanların etinde bulunan trans yağ asidi miktarı %1-11 arasındadır (Steinhart ve Pfalzgraf 1994). Koyun, keçi, inek sütünden yapılmış tereyağlarında bulunan trans yağ asidi oranı 0,11-0,26 arasındadır (Sağdıç ve ark 2004). Bunlara ilave olarak süt yağlarında trans yağ asidinin bulunduğu ve uygulamadaki sıcaklığın yüksek oluşu trans yağ asidi miktarını artırmıştır. Trans yağ asidinin alımı ile rat sütünün içerdiği trans yağ asidi miktarındaki değişimin gözlemlenmesi amacıyla yapılan çalışma (Larque ve Zamora 2000) sonucunda, kontrol grubuna kıyasla toplam trans yağ asidi miktarında artışın olduğu görülmüştür.

Anne sütünde de trans yağ asitlerinin varlığından bahsedilmektedir. Annenin beslendiği gıda maddelerinde bulunan trans yağ asidi miktarının farklı olmasından dolayı değişik oran ve miktarda trans yağ asitleri anne sütünde bulunmaktadır. Anne sütünde bulunan trans yağ asidi miktarı total yağ asitlerinin ortalama %2-5'ini oluşturur (Larque ve ark 2001).

1.3.3. İşlenmiş Gıdalar

Trans yağ asidi tüketiminin büyük çoğunluğu hidrojenasyon işlemi ile oluşmuş trans yağ asitleridir (Yiğit 2007). Hidrojenasyona mağruz kalan yağlardan elde edilen margarinlerin trans yağ asidi miktarları oldukça yüksektir. Margarinin ihtiva ettiği trans yağ asidi miktarını, margarin formülasyonunda bulunan kısmi hidrojenize yağ oranı ve bu yağın trans yağ asidi oluşturmaktadır. Kısmi hidrojenize yağ oranı fazla sert margarinlerdeki trans yağ asidi oranı, yumuşak margarinlere kıyasla oldukça fazladır (Medina ve ark 2000, Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Margarinlerde (sert tip) trans yağ asidi miktarı % 10-35 arasında (Mansour ve Sinclair 1993, Kafatos ve ark 1994, Emken 1995, Henninger ve Ulberth 1996)

olmakla birlikte, trans yağ asidi miktarı margarin türüne göre farklılık göstermektedir.

Ülkemizdeki sert tip margarinde bulunan trans yağ asidi belirtilen değerlere yakınlık göstermektedir (Arıcı ve ark 2002, Tekin ve ark 2002). Yine ülkemizdeki yumuşak tip margarinlerdeki trans yağ asidi miktarı %0,8-8,9 arasında değişiklik göstermektedir (Arıcı ve ark 2002).

Pek çok Avrupa ülkesinde margarin kaynaklı trans yağ asit alımı kişi başı günlük 1,0-1,3 gramdır. Danimarka'da margarin tüketiminin fazla olmasından dolayı, trans yağ asidi miktarı düşük olmasına rağmen, trans yağ asit alımı 1,8 gramdır (De Greyt ve ark 1998). İspanya'da ise margarinin az tüketiminden ötürü bu oran 0,3-0,5 gramdır. Genel olarak endüstrileşmiş ülkelerdeki tüketimi 2-8g/gün şeklinde değişiklik göstermektedir (Larque ve ark 2001).

Trans yağ asidinin alım kaynağını yalnızca margarinler oluşturmamaktadır. (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Bisküvi, kek, kurabiye, mayonez, cips, milföy hamuru, pizza, goflet gibi pek çok ürünün üretiminde ve kızarmış fast foodlarda kısmi hidrojenize yağlar bulunmaktadır. Bu ürünlerde bulunan yağ asitleri ve trans yağ asidi miktarlarında farklılık görülmektedir (Steinhart ve Pfalzgraf 1994). Trans yağ asidi miktarı keklerde %0-15,5; cipslerde %0,1-20,2; kızartılmış patateslerde %5,8-32,8 oranında; Fernandez (2000)'in belirttiği oranlar patates cipsi %0,9; patlamış mısır %0,1; pizza %3,1; kek %2,8; bisküvi %1,8 şeklindedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005).

Ülkemizde bu ürünlerin trans yağ asidi içerikleri bisküvi çeşitlerinde %1,0-30,5; gofret %21,8; mısır cipsi %0,7; kek %4,6; kraker %2,1 ve milföy hamuru %16,3 oranındadır (Dağlıoğlu ve ark2000, Dağlıoğlu ve ark 2002).

1.4. Trans Yağ Asidi ve Sağlık

Uzun yıllar beslenmede yer alan, kısmi hidrojenize yağlardan meydana gelen trans yağ asidi tüketiminin sağlığa etkileri bilimsel açıdan araştırılmış ve pek çok zararlı etkiye ulaşılmıştır (Anonim 2009a). Bilimsel araştırmalar, yağ tüketiminin insan sağlığını etkilediği, doymuş yağlar gibi trans yağların kalp damar hastalıklarına yol açmada bir risk oluşturduğunu ifade etmektedir (Gürçan 2002, Anonim 2006d).

1.4.1. Trans Yağ Asidi ve Kanser İlişkisi

Trans yağ asidi alımı ile bazı kanser türlerinin arasında ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Innis ve ark 1999). Diyetel trans yağ asitlerinin, hücre zarlarının işleyişindeki değişikliklere neden olabileceği ve bunun sonucunda bazı kanser dokularının gelişmesine yol açabileceği ileri sürülmüştür (Kohlemaister ve ark 1997, Holmes ve ark 1999, McKelvey ve ark 1999, Larqué ve ark 2001, Slattery ve ark 2001).

Steroid olmayan ve anti-enflamatuvar ilaçlar kullanmayan 67 yaş üstü erkeklerin, yüksek düzeyde trans yağ asitleri tükettiklerinde kolon kanseri gelişme riskinin % 50 daha fazla olduğu ifade edilmiştir (Slattery ve ark 2001).

11 Avrupa ülkesinde gerçekleştirilen bir çalışmada (yağ aspiratı kullanılmış) trans yağ asidi ile kolorektal kanser oluşu arasında kuvvetli bir ilişkinin bulunduğu belirlenmiştir (Bakker ve ark 1997).

1.4.2. Trans Yağ Asidi ve Diyabet İlişkisi

Trans yağ asidinin tip 2 diyabet rahatsızlığını ilerlettiğini savunan bazı araştırmalara rastlanmaktadır. Bahsedilen bu araştırmalarda trans yağ asidinin hücre duvarının yapısına iyon kanalındaki değişimin sonucunda insülin direncini artırdığını ifade etmektedir (Kıralan ve ark 2005). Özellikle obez kadınlarda trans yağ alımı ile tip 2 diyabet hastalığı arasında pozitif korelasyon olduğu belirlenmiştir (Anonim 2003). İnsülin direncinin artmasında trans yağ asidinin etkisi doymuş yağ asitlerinin etkisinden fazladır. Linoleik asit alımının artması ile trans yağ asidinin insülin direncini artırması engellenmemekte bu yüzden trans yağ asidi tüketiminin tamamen azaltılması gerektiği belirtilmektedir (Ghafoorunissa 2008). Vücuda alınan trans yağ asidi miktarının azaltılması ile insülin duyarlılığının iyileştiği ve tip 2 diyabet riskinin azalacağı belirtilmiştir.

1.4.3. Trans Yağ Asidi ve Obezite İlişkisi

Endüstriyel olarak elde edilmiş trans yağ asidi ve ruminantlardan elde edilen trans yağ asitleri diğer yemeklik yağlar ile aynı kaloriye sahiptir. Aynı kaloriye alınmasına rağmen trans yağ asitleri kilo alımını artırabileceği ve karın bölgesi yağlanmasına neden olabileceği belirtilmektedir.

Maymunlar ile yapılmış ve 6 yıl süren bir çalışmada (Kavanagh ve ark 2007), trans yağ asidi ile beslenme sonucunda vücut ağırlığının %7,2 arttığı; tekli doymamış yağ asidi ile beslenme sonucunda ise bu oran %1,8 olarak belirlenmiştir.

1.4.4. Trans Yağ Asidi ve Alerji İlişkisi

Trans yağ asitlerinin alerjiye neden olabileceği belirtilmektedir (Semma 2002). 13-14 yaşındaki çocuklarda yapılmış olan çalışmada trans yağ asidi alımının astım, alerji (atopik ve rhinoconjunctivis allerji) gibi hastalıklar arasında pozitif bir ilişkinin varlığından bahsedilmiştir (Stender ve Dyerberg 2004, Kırılan ve ark 2005).

1.4.5. Trans Yağ Asidi Hamilelik ve Fetal Gelişim İlişkisi

Hayvanlar kullanılarak yapılan bir çalışmadan (Stender ve Pfalzgraf 1994) elde edilen veriler, trans yağ asitlerinin plesentaya geçmediği ve fetüsün trans yağ asidine karşı korunduğu şeklindedir. Fakat insan üzerinde yapılan çalışmalar trans yağ asitlerinin fetüse aktarıldığı ve annenin aldığı trans yağ asidi miktarı ile yeni doğanın kanındaki trans yağ asidi miktarının aynı olduğu görülmüştür (Berghaus ve ark 1998, Elias ve Innis 2001). Trans yağ asidinin plesenta ile aktarılması; insanlarda erken gelişimi zayıflattığı, laktasyon, hamilelik ve doğumdan sonraki ilk ayda trans yağ asidi alımı sağlık açısından sorunlara neden olabileceği yapılmış olan araştırmalarda belirlenmiştir (Kırılan ve ark 2005). Bebeğin kanındaki trans yağ asidi miktarının yüksek oluşu annenin hamilelik sürecinin kısılmasına neden olmuştur. Balık yağından elde edilen n - 3 yağ asidi hamilelik sürecini uzatırken (Olsen ve ark 1992), trans yağ asidinin kısalttığı sonucuna varılmıştır.

Hamilelerde yüksek miktarda trans yağ asidi alımı ile hipertansiyon arasında ilişkiden bahsedilmektedir (Yli -Jama ve ark 2002). Trans yağ asitlerinin yetişkin kadınların dokularında ve bebeklerin plazma lipidlerinde depolandığı saptanmış, 1-5 yaş aralığı sağlıklı çocuklarda ve prematüre bebeklerde trans yağ asidi alımının, çocukların büyüme ve gelişiminde önemli rol oynayan araşidonik asit miktarı arasında zıt bir ilişkinin olduğu belirlenmiştir (Larque ve ark 2001, Semma 2002).

1.4.6. Trans Yağ Asidi ve Alzheimer İlişkisi

Ortayaş ve üzeri kişilerde hafıza kaybının nedeni olan alzheimer rahatsızlığının trans yağ asidi miktarı arasında pozitif ilişkinin bulunduğu, trans yağ asitlerinin alzheimerı desteklediği ve % 20'lik trans yağ asidi alımındaki artma ile

alzheimera yakalanma riskinin 4 kat arttığı yapılan pek çok çalışmada ifade edilmiştir (Kıralan ve ark2005, Anonim 2006e,Kahyaoğlu 2006).

1.4.7. Trans Yağ Asidi ve Koroner Kalp Rahatsızlığı İlişkisi

Kandaki kolesterol ve trigliserit düzeyindeki artış kalp damar rahatsızlıklarınayakalanma riskini arttırmaktadır.LDL (düşük yoğunluklu lipoproteinler) yaklaşık %75 oranında kolesterol ihtiva etmektedir (Kahyaoğlu 2006). HDL (yüksek yoğunluklu lipoproteinler) ise LDL'ye oranla daha fazla protein içerir ve yalnız %20-30 oranında kolesterole sahiptir. HDL, LDL'nin aksine fazla kolesterolün hücre duvarı ve damarlarda birikimini engeller ve fazlalığı uzaklaştırabilmek için karaciğere atık şeklinde gönderir. Bundan dolayı da LDL kötü, HDL iyi kolesterol olarak tanımlanmaktadır (Norris 2005).

Kandaki kolesterol düzeyi kalp damar rahatsızlığının meydana gelmesinde önemli etkenlerden biridir. LDL düzeyinin yüksek olduğu durumda damarlarda kolesterol birikimi hızlanır (Kahyaoğlu 2006). Yapılan çoğu çalışmada trans yağ asitlerinin LDL kolesterol düzeylerini arttırıp, HDL kolesterol düzeyini azaltarak kalp damar hastalığı riskini yükselttiği belirtilmiştir (Mensink ve Katan 1990, Zock ve Katan 1992, Sanders ve ark 2000). Trans yağ asitlerinin LDL üzerine etkisinin doymuş yağ asitlerinden daha fazla olduğu ifade edilmektedir.

Endüstriyel olarak üretilmiş olan trans yağ asitlerinin alım oranında, enerjinin %2'si kadar artışın, kalp hastalığı riskini %55 oranında arttıracakları yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (Stender ve Dyerberg 2004). Trans yağ asitlerinin en az doymuş yağ asitleri kadar olumsuz etkiyi oluşturduğu ve trans yağ asitlerinin zorunlu yağ asitleri mekanizmasını da etkilediği belirtilmektedir (Kahyaoğlu 2006).

Trans yağ asitlerinin düşük miktarda alınması ile kalp damar rahatsızlıklarından ölenlerin sayısının azalacağı belirtilmiştir. Trans yağ asitlerinden alınan enerjinin %2 oranında doymuş yağ asitleri ile değiştirilmesi sonucunda koroner kalp riskinin %53 oranında azalacağı gösterilmiştir (Hu ve ark 2001). Trans yağ asidi miktarının, günlük enerji yüzdesinde %2-4 arasındaki azalma ile kalp hastalığından hayatını kaybeden insan sayısında % 23 oranında düşüş meydana geldiği araştırmada gösterilmektedir (Oomen ve ark 2001).

Trans yağ asitleri, doymuş yağ asitlerinin yaptığı gibi sadece LDL kolesterol düzeyinde artışa neden olmakla beraber HDL kolesterol miktarında azalmaya neden olduğu için doymuş yağ asitlerinden daha fazla risk oluşturduğu belirtilmiştir (Kahraman ve Küplülü 2011).

1.4.8. Trans Yağ Asitleri ve Depresyon İlişkisi

İspanyol araştırmacıların(Sydney Morning Herald 2011), 12.059 kişi ile 6 yıl sürdürülmüş olan çalışma sonuçlarından elde ettikleri verilere göre, trans yağ tüketenlerin tüketmeyenlere kıyasla daha depresif olduğu görülmekle birlikte bu oranın %48'den fazla olduğutespit edilmiştir.

1.4.9. Trans Yağ Asitleri ve Karaciğer Bozukluğu İlişkisi

Trans yağ asitlerinin karaciğerde metabolize oluşu diğer yağlardan farklıdır. Bu farklılıktan dolayı hücre fonksiyonları için gerekli olan prostaglandin ve araşidonik asit sentezini yapan delta 6 desaturaz oluşumu engellenir (Mahfouz 1981). Bu enzimin sentezindeki aksaklık sonucu canlı metabolizmasıbozulur.

1.5. Kolesterol

Hücre zarının ve lipoproteinlerin yapı taşlarından biri olan kolesterol steroid hormonları ve safra tuzlarının ön maddesini oluşturmaktadır. Kolesterol özellikle sinir dokusunda yüksek miktarda bulunmasına rağmen vücuttaki bütün hücrelerde geniş çaplı halde kolesterol esterleri şeklinde bulunmaktadır. Kolesterol esterleri de kolesterolün 3. karbonundaki “-OH” grubu ile yağ asitlerinin esterleşmesi sonucunda meydana gelir (Mayes 1996). Diyetin ihtiva ettiği yağlar ve yağ asitlerinin yapısı kan kolesterol düzeyini direkt etkilemektedir. Bitkisel yağlarda bulunmayan kolesterol hayvansal yağlarda yüksek oranda bulunmaktadır. Sağlıklı bireylerde kolesterol düzeyi 150-200mg/ 100mL'dir.

Tereyağ, hurmayağı gibi doymuş katı yağlarda beslenenler, ayçiçeği, mısır yağı gibi doymamış yağlarla beslenenlere kıyasla kolesterol düzeylerinin yüksek olduğu belirlenmiştir (Mattson ve Grundy 1985, Bravo ve ark 1998, Gökçe ve ark 2000). Kolesterol düzeyinin azaltmanın en yararlı yolu beslenmedeki doymuş yağ asitleri yerine doymamış yağ asitlerinin kullanılmasıdır (Murray ve ark 2004).

1.6. Lipoproteinler

Kanda lipidleri taşıyan özel kompleks yapıya sahip lipoproteinler trigliserit ve kolesterolün proteinlere tutunmasıyla oluşur yani kanda lipidleri taşıyan özel kompleks yapılar lipoproteinlerdir. Makromolekül olan lipoproteinler iç yüzeyi hidrofobik ve yüzey kısmı hidrofilik yapıya sahiplerdir. İç kısmı trigliserit, diğer lipidler, kolesterol; yüzey kısmı ise kolesterol, fosfolipidler ve apoproteinlerden oluşur. Lipidler proteinlerden daha az yoğunluğa sahip olduğundan lipoproteinin lipid miktarı ne kadar fazlaysa yoğunluğu o kadar düşüktür.

Lipoproteinleri lipidlerin yoğunluğuna ve sahip oldukları lipid parçalarına göre sınıflandırmak mümkündür (Burtis ve Ashwood 1998).

- Şilomikronlar
- Çok Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (VLDL)
- Orta Yoğunluklu (Dansiteli) lipoproteinler (IDL)
- Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (LDL)
- Yüksek Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (HDL)

1.6.1. Şilomikronlar

Şilomikronlar insan vücudu lipoproteinlerinin en büyük bölümünü oluşturarak, gıdalardaki trigliserit, kolesterol ve diğer lipidleri ince bağırsaktan dokulara taşımakla görevlidir. Triaçilgliserid yönünden zengindir.

1.6.2. Çok Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (VLDL)

Sentezi karaciğer tarafından gerçekleştirilir. Karaciğerlerden dokulara triaçilgliserol, kolesterol ve kolesterol esterlerini taşıyan yapılar çok düşük yoğunluklu lipoproteinlerdir.

1.6.3. Orta Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (IDL)

Yoğunluğu 1,006 - 1,019 g / mL'dir. LDL' nin öncüsü olan IDL, plazmada meydana gelen VLDL'nin katabolizma ürünlerinin temcilsicidir (Mahley ve ark 1998).

1.6.4. Düşük Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (LDL)

Kolesterol oranı en fazla (%75 civarı) olan lipoproteinlerdir. Çok düşük yoğunluklu lipoproteinlerin lipid kısımlarının parçalanması sonucunda oluşur.

Karaciğer dışındaki dokulara kolesterolün geçişini sağlayarak, diğer dokularda bulunan kolesterol sentezini düzenlemektedir (Dokuyan 2007).

1.6.5. Yüksek Yoğunluklu (Dansiteli) Lipoproteinler (HDL)

Proteini yüksek, lipit oranı düşük olan lipoproteinlerdir. Periferik dokulardaki zararlı kolesterolü karaciğere taşır (Nizamlioğlu 1998).

Çoklu doymamış yağ asitlerince zengin beslenmenin sonucu olarak HDL kolesterolün düştüğü görülmektedir (Mattson ve Grundy 1985, Garg ve Blake 1997). HDL, LDL'ye kıyasla daha fazla proteine sahiptir ve %20-30 oranında kolesterol ihtiva etmektedir (Kahyaoğlu 2006).

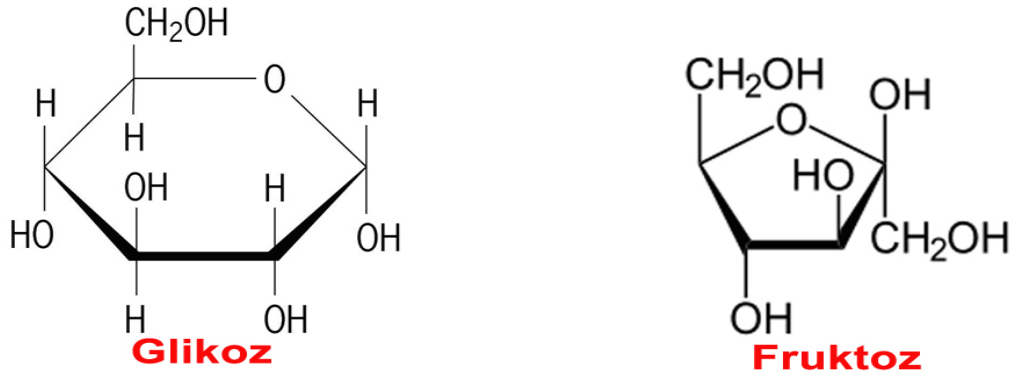
1.7. Trigliserit

Nötral yağların büyük çoğunluğunu trigliserit adı verilen lipitler oluşturur ve bir molekül gliserol ile üç molekül yağ asidinin esterleşmesi sonucu açığa çıkan yapılardır. Trigliseridi oluşturan yağ asitleri aynı ise basit, birbirinden farklı ise karışık trigliserit şeklinde adlandırılır.

1.8.Fruktoz

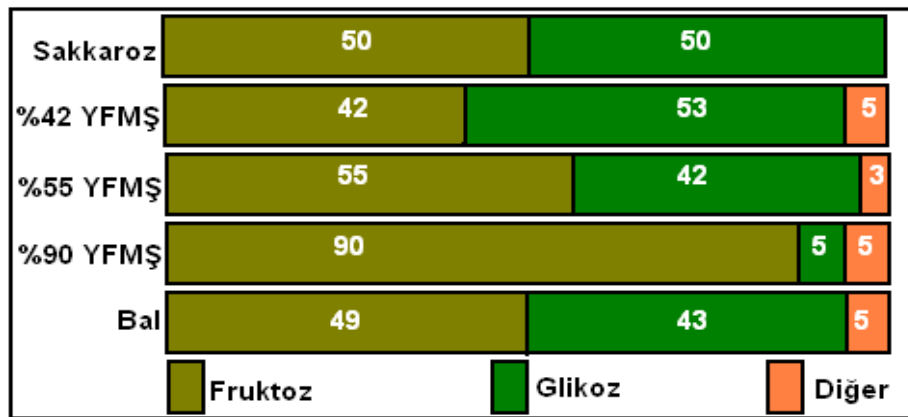
Tarih öncesi dönemde tatlandırıcı olarak şekerden önce bal kullanılmaktaydı. Yeni Gine ve Hindistan yarım adasında ilk olarak şeker kamışından üretilen şeker, orta çağda Avrupa'da kral ve aşırı zenginlerin sofralarında yer almaya başlamıştır. 18.yüzyılın sonuna kadar şeker yalnız şeker kamışından elde edilmiş ve şeker pancarının tarımı ile 19. yüzyılda şeker pancarından da şeker elde edilmeye başlanmıştır (Serpen 2013).

Şeker pancarından üretilen şeker eşit miktarda glikoz ve fruktoz içerir. Mısır nişastasından elde edilen, sakkaroz alternatif tatlandırıcı olan yüksek fruktozlu mısır şurubu (YFMŞ) glikozun fruktoza dönüşümü ile elde edilir. Fruktoz ve glikozun kimyasal formülü " $C_6H_{12}O_6$ "dır ve fruktozun farkı birinci karbondaki aldehit grubu yerine ikinci karbondaki keto grubu ihtiva eden bir monosakkarit olmasıdır (Forshee ve ark 2007). Fruktoz glikoz gibi vücut tarafından direkt olarak enerji için kullanılmaz (Stanhope 2009).



Şekil 1.10.Glikoz ve Fruktoz Yapısı

YFMŞ şeklinde isimlendirilen nişasta bazlı şeker, enzimler yardımıyla glikozun farklı oranlarda fruktoza dönüştürülmesi ile elde edilmektedir. Sahip olduğu pek çok avantajdan dolayı sükröz ve diğer tatlandırıcılara alternatif olan YFMŞ'nin içerisindeki fruktoz oranına göre %42, %55 ve %90 olmak üzere üçe ayırmak mümkündür. Doğal tadın korunup, diğer tatları maskeleyerek, hafif bir tatlılık vermesi için konserve ve fırıncılık ürünleri, hazır sos ve çorbalarda %42'lik YFMŞ (Parker ve ark 2010); dondurma, tatlı ve alkolsüz içeceklerde %55'lik YFMŞ ve az miktarda kullanılmasına rağmen şeker tadının yüksek olması istenilen ürünlerde ise %90'lık YFMŞ kullanılmaktadır (Karaoğlu 2011).

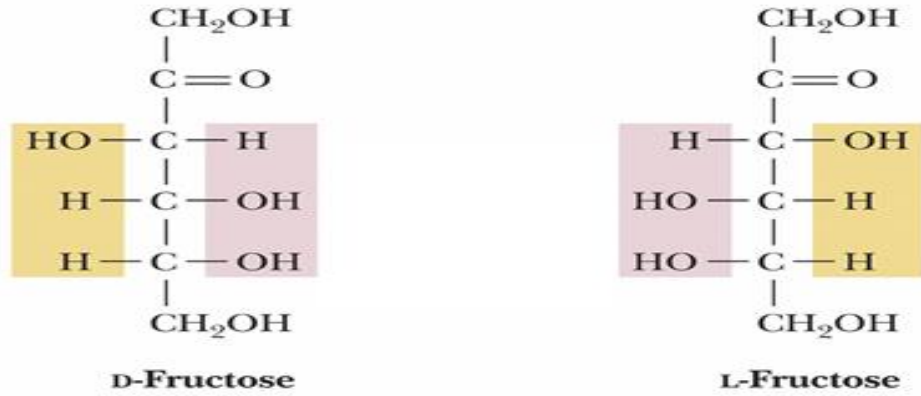


Şekil 1.11. Tatlandırıcıların Bileşimi (Karaoğlu 2011)

YFMŞ 1970'li yılların başında ABD'de ilave tatlandırıcı olarak tanıtılarak; kurabiye, meşrubat, meyveli içecekler gibi çoğu işlenmiş gıdalarda kullanılmıştır (Bulut ve Mir 2011).

YFMS; düşük maliyeti, raf ömrünün uzun olması, tatlılık derecesinin fazla olması, pek çok ürünle kolay karışabilmesi, glikoz ile eşit enerjiye sahip oluşu, sukrozdan daha güçlü tatlandırma özelliği (glikoz 74, sukroz 100, fruktoz 173 birim) gibi nedenlerden dolayı tercih edilmektedir (Kizhner ve Werman 2002, Bray ve ark 2004, Johnson ve ark 2007, Korkmaz 2008). YFMS ketçap ve reçel gibi ürünlerde de renk parlaklığının artırılması için kullanılmaktadır (Palmer 1982). Ayrıca YFMS diğer şekerlere göre kristalleşmesi geçtir ve glikoz gibi doyma ve tokluk oluşturmuyarak tüketimi arttırmaktadır. Tüketilen hazır besinlerin %40'ından fazlasının içerisinde YFMS bulunmaktadır (LeBlanc ve ark 2009). YFMS'den alınan fruktoz ile meyve ve balda doğal olarak bulunan fruktoz farklı olduğundan dolayı (Tappy ve ark 2010) aynı olumsuz metabolik etkiyi göstermezler.

YFMS içerisindeki fruktoz serbest halde bulunurken, meyvelerdeki fruktoz diğer şekerler ile bağlı halde bulunur. Pek çok meyvedeki fruktoz L-fruktoz yapısında, YFMS'de bulunan fruktoz ise D-fruktoz yapısındadır.



Şekil 1.12. D-fruktoz, L-fruktoz Yapısı

Farklı formda olduklarından dolayı YFMS içerisindeki fruktoz, kreps döngüsündeki enerji üretiminde yer almak yerine, karaciğerde trigliserit ve vücut yağına dönüştüğü belirlenmiştir (Morell ve Nagel 2009). Fazla tüketilen fruktozun karaciğerde metabolize olmasından dolayı kanda yağ asidi düzeyinde artışın görüldüğü, insülin direnci oluşmasını hızlandırdığı insüline bağlı olmadan yağ depolanmasına ve böylece şişmanlığa yol açtığı yapılan çalışmalar ile gösterilmiştir (Elliott ve ark 2002, Stanhope ve Havel 2008). Ayrıca fruktozun fazla tüketilmesi obezite, hipertansiyon, metabolik sendrom gibi rahatsızlıkların riskini (Korkmaz

2008, Stanhope ve Havel 2008) ve böbrek taşı oluşma riskini de arttırmaktadır (Knight ve ark 2010).

YFMS arı beslenmesinde kullanılmış ve beslenme sonucunda ölümlerin meydana geldiği görülmüştür. YFMS ile beslenen arıların ürettiği balların şurup verilen ve verilmeyen gruplar arasında farkın olduğu gösterilmiştir. YFMS'nin uygun olmayan yüksek sıcaklıkta depolanmasının, içerisinde yer alan fruktoz ve pH'den dolayı hidroksimetilfurfurali oluşumuna yol açtığı belirtilmiştir (Ruiz-Matute ve ark 2010).36 gün boyunca 40 ile 50°C sıcaklıkta depolanan %55'lik YFMS içerisindeki 20 ppm hidroksimetilfurfural miktarının 70 ve 2404 ppm'e kadar yükseldiği gösterilmiştir (LeBlanc ve ark 2009).

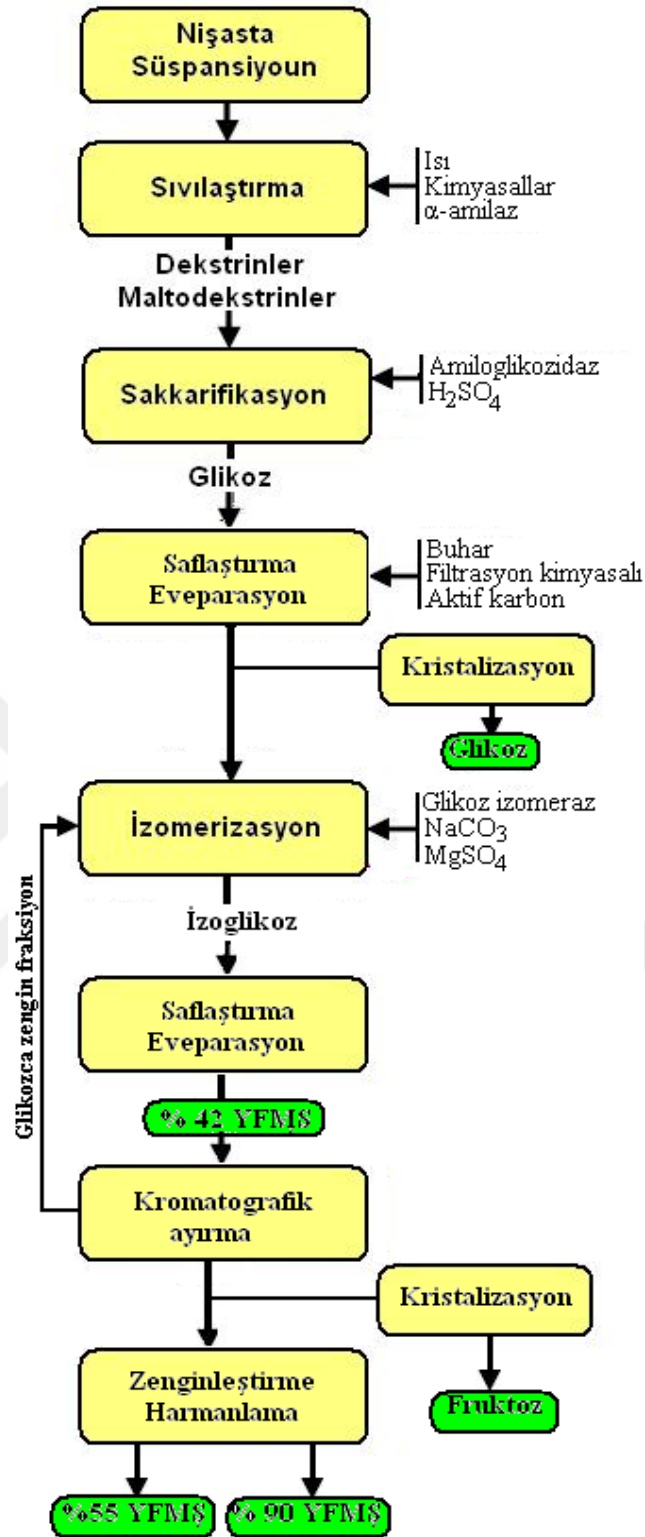
1.9. Yüksek Fruktozlu Mısır Şurubu (YFMS) Üretimi

Genel olarak mısır nişastasının, bazı teknikler kullanılarak kimyasal ve enzimatik hidroliz sıvılaştırma, parçalama ve izomerizasyon aşamalarından geçirilmesiyle YFMS elde edilmektedir (Parker ve ark 2010). YFMS elde edilirken mısır nişastasını glikoz ve fruktoza (basit şeker) dönüştürebilmek için üç farklı enzimden faydalanılmaktadır (Ruiz-Matute ve ark 2010).

- α -amilaz
- Gluko amilaz enzimi
- Glikoz izomeraz

Uygun şartlarda α -amilaz enzimi ile nişasta granüllerinin hidrolize olması sağlanır ve dekstrin zincirlerine parçalanması gerçekleşir. Bu aşama sonrasında glikoamilaz enzimi ile dekstrin zincirleri dekstrin moleküllerine dönüşür ve son olarak glikoz izomeraz enzimi ile fruktoza dönüşümü sağlanmış olur (Poyrazoğlu 2007).

Fruktozun %90 içeriğe sahip olabilmesi için bazı damıtma işlemleri uygulanmaktadır. %90'lık ve %42'lik YFMS karıştırılarak %55'lik YFMS elde edilir. YFMS üretimi şekil 1.13. de görülmektedir.



şekil 1.13. Yüksek Fruktozlu Mısır şurubu Üretimi (Karaoğlu 2011)

1.10. Fruktoz ve Sağlık

Fruktozun; insülin direncine, trigliseritte artışına, abdominal obeziteye, kan basıncının artışına, iltihaplanmaya (inflamasyon), oksidatif strese, mikrovasküler rahatsızlıklara, hiperinsülemiyeye, glomerüler hipertansiyona, böbrek hasarına ve karaciğer yağlanmasıya neden olduğu belirtilmektedir (Sanchez - Lozada ve ark 2008).

İnsan ve hayvanlarla yapılan bazı çalışmalardan elde edilen sonuçlara bakıldığında fruktoz içeren YFMS'nin aşırı tüketilmesinin, obezite, diyabet, metabolik sendrom gibi pek çok hastalıkla doğrudan ilişkili olduğu görölmektedir (Moeller ve ark 2009).

Elliott ve ark (2002) çalışmalarında, yüksek içerikli fruktozlu besinlerin toplam enerji alımında artışa neden olduğunu, insülin direnci, kilo artışı ve dislipidemiye sebebiyet verdiğini göstermişlerdir.

Bazı kişilerde fazla tüketilen fruktoz ishal, şişkinlik ve karın ağrısı gibi rahatsızlıklara sebebiyet verebileceği ifade edilmiştir (Beyer ve ark 2005).

1.10.1. Fruktoz ve Diyabet İlişkisi

Diyabet (diabetes mellitus), insülin hormonunun etkisinin olmadığı veya insülin hormonunun salgılamasındaki eksiklik ile ortaya çıkan bir metabolik hastalık olup tip 1 ve tip 2 diyabet olarak iki başlık altında toplanır (Nelson 2005). Tip 2 diyabetin beslenme ile direkt ilişkili olduğu belirtilmektedir (Turasan 2014). Diyabet hastalarının uzun dönemdeki glikoz takibinde kullanılan HbA1c, 2-3 aylık döneme ait ortalama serum glikoz düzeyini gösterir.

Fruktoz ortalama 16-20g/gün miktarında insanlar tarafından uzun yıllar diyetlerinde taze meyvelerden alırlarken; diyetlerin batılılaşması sonucunda fruktoz tüketiminde artış gözlemlenmiştir (Serpen 2013).

YFMS'nin 1967 yılında ticari üretiminin başlaması ile birlikte fruktoz tüketiminde de artış görölmektedir. Fruktozun tadının sükroza benzemesinden dolayı ve diğer karbonhidratlara kıyasla yemek sonrası (postprandiyal) plazma glikozunda daha az artışa neden olduğu için diyabetlilere iyi bir tatlandırıcı olabileceği düşünölüyordu (Rizkalla 2010). Fakat son zamanlarda diyabet hastaları için

fruktozun olumsuz etkilerinin olabileceğinin üzerinde durulmaktadır (Arslan ve Şanlıer 2016).

İnsanlar üzerinde yapılan bir çalışmada (Gaby 2005), fruktoz tüketiminin aşırı olmadığı sürece tip 2 diyabete doğrudan neden olduğuna dair bulguya rastlanmamıştır. Ayrıca birlikte alındığında fruktozun glikozun glisemik yanıtını düşürüp glikoz toleransına pozitif etki edilebileceği yapılmış çalışmada belirtilmiştir (Basciano ve ark 2005).

Fruktoz ile insülin direncinin başlaması sonucunda lipid metabolizmasının da bozulmaya neden olabileceği ileri sürülmektedir (Arslan ve Şanlıer 2016).

Orta seviyeli fruktoz alımı (45-65g/gün; karbonhidrattan gelen enerjinin %20'si) ile 4 hafta sürmüş olan çalışma sonuçlarına göre tip 2 diyabet hastalarında insülin direnci geliştiği gösterilmiştir (Koivisto ve Yki-Järvinen 1993). Fruktoz içeriği diyetin %15'i olan, sıçanlarda yapılan ve uzun süreli gerçekleştirilen çalışmada glikoz toleransında düzensizliklere, yüksek miktartlı fruktoz (diyetin %72'si) ile beslenmenin diyabet oluşumuna ve diffüz glomerulosklerozise neden olabileceği belirtilmiştir (Cohen ve ark 1977).

1.10.2. Fruktoz ve Obezite İlişkisi

Günümüz sağlık sorunlarından birisi de fazla kilo ve obezitedir. Dünya Sağlık Örgütü'nün (WHO) ifadesine göre toplumun 1/4'i obez, 1/4'i fazla kilolu, 1/4'i normal kilolu olup genetik yapı itibarı ile obeziteye yatkınlığı bulunmaktadır. Obez ve fazla kilolu olan kişilerin hipertansiyon, tip 2 diyabet, kalp damar rahatsızlıkları, osteoartrit ve bazı kanser türlerine yakalanma olasılığının daha fazla olduğu belirtilmektedir (Turasan 2014).

Obezite ve tip 2 diyabet arasında ilişkinin olduğu bilinmektedir. İnsülin direnci, obezite ve tip 2 diyabet arasında bulunan ilişkide rolü büyüktür.

Vücut ağırlığı ile şekerle tatlandırılmış içecekler arasındaki ilişkiye yönelik yapılan çalışmaların büyük çoğunluğu bu ikili arasında pozitif korelasyonun bulunduğunu belirtmiş olup, bazılarında ise bu ilişkiden bahsedilmemektedir (Assy ve ark 2008).

Üç hafta süren, genç erkekler üzerinde gerçekleştirilen ve enerjinin %13'nün fruktoz ile tatlandırılmış yahut %50 glikoz + %50 fruktoz ile tatlandırılmış içeceklerden karşılanması sonucunda bel/kalça oranının arttığı, fakat böyle bir etkinin glikoz ile tatlandırılmış içecek tüketimisonucunda gözlemlenmediği belirtilmiştir (Aeberli ve ark 2011).

Glikozun tersine fruktoz çabuk ilerleyerek leptin ya da insülin salınımını uyarmadığından doyumluk hissinin oluşturmadağını belirtmişler ve çalışmadaki katılımcıların fruktoz ile beslenmesi gerçekleştirilmiş, ertesi gün katılımcılarda iştahın arttığı görülmüştür (Assy ve ark 2008).

Uzun süreli fruktoz tüketimi ile leptin direncinin uyarılabileceği (Vasselli ve ark 2013) ve bunun sonucunda da gıda alımının artıp obezitenin oluşabileceği belirtilmiştir (Shapiro ve ark 2008).

Obezite çevresel ve genetik faktörlerden etkilense de beslenme alışkanlıkları, alınan enerjinin harcanan enerjiden fazla olması vücut kitle indeksini arttırmakta ve obezite oluşumuna destek olmaktadır (Jameel ve ark 2014).

1.10.3. Fruktoz ve Hipertansiyon

Chen ve ark (2010) çalışmalarında, fruktozun insanlarda kan basıncının artmasıyla ilişkili olduğunun, diyetle eklenen şekerin azaltılması ile de kan basıncında düşüşün meydana geldiğini belirtmişlerdir.

İki hafta süren ve günde 200g fruktoz verilen hafif şişman erkeklerde kan basıncında anlamlı artışın bulunduğu gözlemlenmiştir (Perez-Pozo ve ark 2010). Yüksek fruktoz tüketimi sonucunda yüksek enerji alımı, kütle artışı, insülin direnci ve hipertansiyon gelişimine yol açabileceği ileri sürülmektedir (Arslan ve Şanlıer 2016). Fruktoz tüketimi ile insülin salınımını etkilendiği için insülin direncine neden olduğu belirtilmiş olup insülin direnci ile meydana gelebilecek hiperinsüleminenin yüksek kan basıncıyla ilişkisinin bulunduğu belirtilmiştir (Faeh ve ark 2005). Hiperinsüleminin de böbreklerde sodyum (Na) geri emilimini artırıp kan basıncında yükselmeye neden olabileceği belirtilmektedir (Turasan 2014). Bunun sonucunda idrar ile atılan sodyumun azalması ile,insülinin böbrek tübüllerine doğrudan etki ettiği ileri sürülmektedir (Rocchini ve ark 1989).

Fruktoz ile hipertansiyon arasında ilişkinin olduğu yapılan çalışmalarla gösterilmiştir (Johnson ve ark 2007, Sanchez-Lozada ve ark 2007, Wang ve ark 2008, Chen ve ark 2010). Yapılan bir çalışmada (Brown ve ark 2011), fruktoz alımı ile hipertansiyon arasındaki ilişkiyi fazla tuz tüketiminin arttırdığı belirtilmiştir.

Meyvelerden gelen fruktozun toplamda kan basıncının artması ile fruktoz tüketimi arasında ilişkinin olmadığı görülmüş olup; meyvede bulunan antioksidan bileşikler ve C vitamininin fruktozun metabolik aktivitesinde değişikliğe neden olabileceği saptanmıştır (Forman ve ark 2009). Bu konu hakkında daha sağlıklı bilgilerin elde edilebilmesi için fruktozun kaynağı, miktarı ve kullanım süresi de göz önünde bulundurulmalıdır (Arslan ve Şanlıer 2016).

1.10.4. Fruktoz Dislipidemi ve Non-Alkolik Karaciğer Yağlanması (NAFLD)

Non - alkolik karaciğer yağlanması, alkolü fazla tüketmeyen insanlarda başta triaçilgliserol olmak üzere yağların özellikle de karaciğerde depolanması olarak ifade edilmekte olup (McCullough2004), kardiovasküler rahatsızlıklar ile ilişkilendirilen, metabolik sendrom hastalığının belirtisinden biri olarak bilinen klinik ve patolojik bir hastalıktır.

Karaciğer yağlanması kalp damar rahatsızlıkları riskini artırmakta, obez bireylerde de insülin direncinin ve diyabetin belirtisi olarak bilinmektedir(Turasan 2014).Fruktozun yağ oluşumuna neden olduğu, trigliserit seviyesini uyardığı, diaçilgliserol ve yağ asit koenzim a artışı ile karaciğerde yağ birikimini artırdığı belirtilmiştir (Stanhope ve Havel 2008).

Diyette bulunan fruktoz artışının karaciğer yağlanmasına (NAFLD) yol açtığı gösterilmiştir (Nomura veYamanouchi 2012). Sıçanlar üzerinde gerçekleştirilen çalışma sonuçlarında, fruktoz alımı sonrasında karaciğer dokusunda histolojik değişikliklerin olduğu (periportal bölgede odak inflamasyon) periportal bölgedemakrovasküler ve mikrovasküler steatoz gözlemlenmiştir (Ackerman ve ark 2005, Sanchez-Lozada ve ark2010).

Son yıllarda beslenme alışkanlığının değişmesi, fruktozun sükroz ve YFMS kaynaklı olması ve bunun beslenmede geniş yer alması, fruktoz ve karaciğer yağlanmasının varsayılan ilişkisini öne sürmektedir (Ouyang ve ark 2008).

Bir başka çalışmada (Parks ve ark 2008), fruktoz metabolizması sonucunda bir kısım fruktozun trigliseride dönüşümü ile lipogenezi hızlandırdığı ve bunun sonunda karaciğerdeki yağ miktarının arttığı, ilerleyen evrede ise NAFLD'ye neden olabileceği belirtilmiştir.

1.10.5. Fruktoz ve Kanser İlişkisi

Beslenmedeki değişme, doymuş yağlardan zengin ve yüksek şekerli yiyecek-içecek tüketimi ile ortaya çıkmaktadır. Yaşam tarzı ve beslenme alışkanlığının değişmesi ile kanser riskinin artabileceği söylenmektedir (Liu ve Heaney 2011).

Kanser, çoğunlukla genetik yatkınlık ile ilişkilendirilse de bazı fenotipik etkenlerin de sebep olabileceği ifade edilmektedir (İşgüzar ve Akbulut 2016). Yüksek fruktoz tüketiminin özellikle karaciğer kanseri oluşma riskini arttırabileceği belirtilmektedir (Charrez ve ark 2015).

Yemek borusu, böbrek, kolorektal, göğüs, endometriyal ve pankreas kanserleriyle vücut ağırlığındaki artış arasında ilişkinin olduğunun belirtilmesinin yanı sıra, epidemiyolojik çalışmalar ile obezitenin bazı kanser türlerinde risk faktörünü arttırdığı ileri sürülmüştür (Calle ve ark 2003, Parekh ve ark 2012).

Yüksek fruktoz tüketimi kontrolsüz hücrel büyüme ve hücrel stresi uyurabileceği yapılan çalışmalarda belirlenmiş olup (Charrez ve ark 2015); Amerika Ulusal Kanseri Enstitüsü tarafından gerçekleştirilen araştırmada glikoz ve yüksek fruktoz alımı ile pankreas kanseri riski artışına neden olduğu belirlenmiştir (Jiao ve ark 2009).

1.10.6. Fruktoz ve Gut İlişkisi

Gut hastalığı, yeme içme alışkanlıkları ile ortaya çıktığı düşünülse de kişinin metabolizmasında bozukluk olmasından dolayı gelişebilen bir hastalıktır. Fruktoz ve fruktozca zengin içeceklerin gut hastalığının görülme sıklığına etkileri üzerinde yapılmış çalışmada, bu tür içeceklerin gut hastalığı riskinde artışa sebep olduğu bulunmuştur (Choi ve ark 2010).

Taylor ve Curhan (2008) çalışmalarında, fruktoz ve böbrek taşı oluşumu riski arasındaki ilişkiyi araştırmışlar, böbrek taşı oluşumu riskinin fruktoz ile arttığı fakat fruktoz dışındaki karbonhidratların hiçbir çalışmada risk artışı ile ilişki içinde olmadığı sonucunu elde etmişlerdir. Asselman ve Verkoelen (2008)'nin

epidemiyolojik çalışması sonucunda, YFMS tüketimin artması ile böbrek taşı görülme riskinin de arttığı belirtilmiştir.

Ürik asit taşları için önemli risk faktörü olan düşük idrar pH'si ile fruktoz alımı etkileşim içerisinde (Abate ve ark 2004). Fruktozun, ürik asit düzeyinde artışa neden olduğu (Taylor ve Curhan 2008, Knight ve ark 2010), kalsiyum (Ca) emilimini bozduğu (Douard ve ark 2010) belirtilmektedir. Alkolsüz şekerli içeceklerin tüketimi ile kandaki albümin fazlalığı (albüminüri) oranındaki artışın ilişkili olduğu bulunmuştur (Shoham ve ark 2008).

1.10.7. Fruktoz ve Metabolik Sendrom

Metabolik sendrom, iç salgı bezlerinin bozukluğundan kaynaklanan pek çok sistemik bozukluğun birbirine eklendiği ölümcül hastalıktır. Alkolik olmayan karaciğer yağlanması, koroner kalp hastalığı, abdominal obezite, dislipidemi, hipertansiyon, bozuk glikoz toleransı, insülin direnci ve diabetes mellitus hastalıklarından ikisine sahip olunması metabolik sendrom tanısının konulması için yeterli olmaktadır (Grant 1980).

Son yıllarda insan ve hayvanlar üzerinde yapılmış çalışmalarda, yüksek fruktoz tüketiminin metabolik bozukluklara neden olabileceği gösterilmiştir (Basciano ve ark 2005).

1.10.8. Fruktoz ve İnsülin Direnci

İnsülin direncinin tanımını; hedef hücre veya organizmanın etkilendiği insülin konsantrasyonuna, beklenilenden az yanıt verilmesi şeklinde yapmak mümkündür.

Pek çok sağlık sorununda olduğu gibi insülin direnci de genetik ve çevresel faktörlerin etkisi ile ortaya çıkabilmektedir (Turasan 2014). Yaygın rastlanan, metabolik bozukluk olan insülin direnci, tip 2 diyabet, hipertansiyon, obezite, kalp damar ve dislipidemi gibi çoğu hastalığın meydana gelmesinde önemli yere sahiptir (Erkelens 2001).

YFMS içeren gıdalar gibi rafine karbonhidratları ihtiva eden besinlerin gereğinden fazla tüketilmesi insülin direncinin gelişmesindeki en önemli çevresel faktörlerindendir (Forshee ve ark 2007).

Yapılan bir çalışmada (Thorburn ve ark 1989), sıçanların yüksek fruktozlu besin ile beslenmesi gerçekleştirilmiş ve sıçanlarda hipergliseridemi, hiperinsülemi, bozulmuş glikoz toleransı ile insülin direncinin ortaya çıktığı gözlemlenmiştir. Ayrıca insülin direncinin lipid metabolizmasında meydana gelebilecek bozukluklar ile ilişkisinin bulunduğu ve insülin direnci olan kişilerde yağ birikmesinin fazla olduğu belirtilmektedir (Turasan 2014).

1.10.9. Fruktoz ve Pankreatik Hasar

Pankreas karma bir bezdir yani hem iç (endokrin) hem dış (ekzokrin) salgı yapar. İnsülin salgılamada görevli, pankreasın langerhans adacıklarında bulunan β hücrelerinin yetersizliği ya da hasarı sonucunda tip 1 ve 2 diyabetin olduğu bilinenler arasındadır (Turasan 2014).

Yüksek karbonhidratlı besinleri aşırı miktarda tüketen kişilerde pankreas kanseri riskinin %53 arttığı belirtilmiş ve bu oranın fruktozu fazla tüketen bireylerde ise %57 arttığı gösterilmiştir (Michaud ve ark 2002). Jiao ve ark (2009)'a göre fruktoz tüketimi ile pankreas kanseri riski arasındaki ilişkinin güçlü olduğunu, Silversa ve ark (2005), Patel ve ark (2007) ise, çalışmalarında pankreas kanseri ile fruktoz alımı arasında ilişki saptamamışlardır.

Yüksek miktarda gazlı içecek tüketen, kahveve çayda şeker kullanan kişilerde pankreas kanserinde 1,5-2 kat artışın olduğu saptanmıştır (Larsson ve ark 2006).

Fruktozun farklı doz ve sürelerde verilmesi ile gerçekleştirilen çalışma sonuçlarına göre; sıçanların insülin direnci ve glikoz toleransında bozulmanın olduğu gözlenmiş olup, karaciğer yağlanması yanı sıra pankreasta β hücre apoptozuna bağlı (tip 2 diyabet hastalıklarındakine benzer) hücre işlev ve yoğunluğunda azalmanın oluşabileceği ileri sürülmüştür (Maiztegui ve ark 2009).

1.11. Karaciğer Fonksiyon Testleri

Vücudun en önemli ve en büyük matabolik organı olan karaciğer, farklı fonksiyonlardaki anatomik yapılardan meydana gelmiştir. İnsan vücudunda ağırlığı yaklaşık 1,5 kilogram olan karaciğer 500'den fazla görevi bulunmaktadır. Kanda şeker seviyesinin düzenlenmesi, kandaki zehirli maddelerin uzaklaştırılması, safra üretimi, ısı dengesinin düzenlenmesi görevlerinden bazılarıdır.

Karaciğer fonksiyon testleri, karaciğer ve safra yolları rahatsızlıklarının tanısında, hastalığınderecesinin ve uygun tedavibelirlenmesi ayrıca tedaviye verilen cevabindeğerlendirilmesinde uygulanır.Karaciğerde bir bozukluk olup olmadığını anlamak, bozukluğun şeklini belirlemek ve sebebini anlayabilmek, karaciğer hastalığını ve hastalığın tedavisinitakip etmek, karaciğer rezervini ölçmek için karaciğer fonksiyon testleri kullanılabilir.

1.11.1. Alanin Aminotransferaz (ALT)

Karaciğer hücrelerinin stoplazmasında bulunur ve protein sentezinde kullanılır. Karaciğer hücrelerinin parçalanmasında kana karışır. Karaciğer hasarının tespiti için en çok kullanılan testtir (Angelica ve Fong 2004). Hasar esnasında ALT yükselir, ALT yalnız karaciğerde işlev gören enzim olduğu için karaciğer hastalıklarının ve hasarının belirlenmesinde kullanılır. AST'ye göre daha spesifiktir.

1.11.2. Aspart Aminotransferaz (AST)

Karaciğer hücrelerindebulunur ve protein sentezinde kullanılır. AST karaciğer hücrelerinin stoplazma mitokondrisinde ve bazı yapılarda(kalp-iskelet kası, kırmızı kan hücreleri, akciğer, beyin, böbrek, pankreas gibi organlarda) bulunur (Ersoy 2012). Bundan dolayı karaciğer hücre hasarının gösterilmesindeki hassasiyeti ALT'ye göre daha düşüktür.

1.11.3. Alkalen Fosfataz (ALP)

Safra kanallarının yakınındaki karaciğer hücrelerinde ve kemiklerde bulunur. Karaciğer ve kemik hasarında ALP yükselir. Safra kanalları tıkanıklığı varsa ALP ve GGT birlikte yükselir. GGT referans değerlerde iken ALP yükselirse kemik rahatsızlığı, kemik tümörü ve kemik iliği hastalıkları olabilir.

1.11.4. Gamma Glutamil Transferaz (GGT)

Safra kanallarına yakın enzimdir aynı zamanda karaciğer hücrelerinde de görülmektedir (Clayton ve Round 1994). Safra kanalları tıkanıklığında ALP ile beraber yükselir. Aşırı alkol tüketen bireylerde GGT seviyesinde artış görülür.

1.12. Antioksidanlar

Reaktif oksijen türlerin oluşumuna engel olan, bu maddelerin neden olduğu hasarı önleyen, deoksifikasyonu sağlayan maddeler antioksidan olarak adlandırılır

(Şener ve Yeğen 2009). Antioksidanlar serbest radikalleri temizleyebilmekte ve hücre hasarını engelleyebilmektedir.

Normal hücre metabolizmasının toksik yan ürünü olan serbest radikaller, antioksidanlar tarafından etkisiz hale getirilir ve antioksidanlar koruyucu etki oluşturur (Sen ve ark 2010). Serbest radikalleri etkisiz hale getirmek, hücreleri serbest radikallerin toksik etkilerinden korumak, hastalıkları önlemek antioksidanların bazı önemli görevlerindendir (Pham-Huy ve ark 2008).

Süperoksit dismutaz (SOD), enzimatik antioksidan grubu içerisinde yer almaktadır. SOD; reaktif oksijen türlerine karşı ilk savunma hattını oluşturur (Sen ve ark 2010, Sen ve Chakraborty 2011) ve süperoksit radikalini (O_2^-) H_2O_2 (hidrojen peroksit) ve O_2 'ye (molekül haldeki oksijen) katalizler.



Günlük beslenmede yer alan trans yağların başta kalp damar rahatsızlıkları olmak üzere immun sistemi zayıflattığı, diyabet riskini yükselttiği ve serbest radikalleri artırdığı görülmektedir. Tatlandırıcı özelliği bulunan şuruplar trans yağlar gibi gıda üretimi ve tüketiminde önemli bir yere sahiptir. Bilinçsiz olarak gıdalarla ve içeceklerle alınan mısır şurubu sağlık sorunlarına neden olmaktadır. Bu sağlık sorunlarının başında şeker hastalığı, karaciğer bozuklukları, kalp damar hastalıkları, serbest radikallerin artışı ve immun sistem yetersizliği gelmektedir (Akar 2011, Karaoğlu 2011).

Trans yağlar ve YFMS'nin sağlık üzerinde benzer olumsuz etkilere neden olabileceğinden yola çıkılarak sunulan çalışmada, trans yağ ve YFMS'nin beraber alınımının ratlarda glikoz, hemoglobin A1c (HbA1c), trigliserit, kolesterol, yüksek yoğunluklu (dansiteli) lipoprotein (HDL), düşük yoğunluklu (dansiteli) lipoprotein (LDL), aspartat aminotransferaz(AST), alanin aminotransferaz(ALT), alkalin fosfataz(ALP), süperoksit dismutaz(SOD) ve gamma glutamil transferaz (GGT) değerlerine etkileri araştırılmıştır.

2- GEREÇ VE YÖNTEM

Sunulan çalışma, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Etik Kurulu (SÜVFEK)'nin 2017-27 numaralı tez projesinin onaylanması ile Selçuk Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinatörlüğü' nün 17202047 proje numarası ile desteklenmiştir. Çalışma Selçuk Üniversitesi Deneysel Araştırma ve Tıp Merkezi'nde (SÜDAM) yapılmıştır.

2.1. Deney Hayvanlarının Hazırlanması

Araştırmamız Selçuk Üniversitesi Deneysel Araştırma ve Tıp Merkezi'nden temin edilen 12 haftalık, canlı ağırlıkları birbirine yakın, 24 adet Wistar Albino erkek rat ile gerçekleştirildi. Ratların bakımı SÜDAM ünitesinde, ısı ayarlı odalarda, 12 saat karanlık 12 saat ışıklı ortamda, ad libitum beslenme ile yürütüldü.

2.2. Çalışma Gruplarının Hazırlanması

Çalışma başlamadan 1 gün önce ratların canlı ağırlıkları ölçülerek her grupta 6 hayvan olacak şekilde 1 kontrol 3 çalışma grubu toplam 4 grup oluşturuldu. Ratların canlı ağırlıkları çalışmanın başında, 29.gün ve çalışma sonunda ölçüldü.

1. Grup (Kontrol): Çalışmanın başından sonuna kadar standart rat yemi ve içme suyu ile beslendi (n=6).

2. Grup (Pamuk Yağ): Çalışmanın başından sonuna kadar standart rat yemine %5 oranında pamuk yağı ilave edilen yem ve içme suyu ile beslendi (n=6).

3. Grup (Trans Yağ): Çalışmanın başından sonuna kadar standart rat yemine % 5 oranında içerisinde %30 trans yağ ihtiva eden yem ve içme suyu ile beslendi (n=6).

4. Grup (Trans yağ + Mısır Şurubu): Çalışmanın başından sonuna kadar standart rat yemine % 5 oranında içerisinde %30 trans yağ ihtiva eden yem ve sularına %15 oranında mısır şurubu eklenerek beslenme gerçekleştirildi (n=6).

2.3. Yemlerin ve Suyun Hazırlanması

Çalışmada, SÜDAM ünitesinden alınan rat yemlerine %5 oranında pamuk yağı ve %30 oranında trans yağ ilave edildi.

Pamuk Yağlı Yemin Hazırlanması: 20 gram standart rat yemine 1 gram pamuk yağı ilave edilerek hazırlandı. Yeterli miktardaki pamuk yağı yeme eklenerek homojen

olacak şekilde karıştırıldıktan sonra pelet yemleri elde edildi. Hazırlanan yemler - 20°C’de dondurucuda saklandı.

Trans Yağlı Yemin Hazırlanması:20gram standart rat yemine 1 gram trans yağının ilavesi yapıldı. Yeterli miktardaki trans yağı eritilip rat yemine eklenerek homojen olacak şekilde karıştırıldıktan sonra yemler pelet haline getirildi. Hazırlanan yemler - 20°C’de dondurucuda saklandı.

Suyun Hazırlanması:%30’lukglikoz-fruktoz şurubundan 150 mililitre alınarak su ile bir litreye tamamlandı. Su, haftalık olarak hazırlandı.

2.4. Rat Yemi İçeriği

Çalışmamızda kullandığımız yemler içerisinde %23 ham protein, %7 ham selüloz, %3 ham yağ, %8 ham kül bulunmaktadır.

2.5. Kan Örneklerinin Alınması

Araştırma başında (0. gün) oluşturulan gruplardan eter anestezi altında uyutularak supraorbital yöntemle kan alımı yapıldı. Jelli tüplerdeki kanlar 3000 devirde 5dakika santrifüj edilerekserumları çıkartıldı. Çıkarılan serumlar ependorf tüplere aktarılarak glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL,AST, ALT, ALP, SOD,GGT analizleri; EDTA’lı tüplere alınan tam kandan ise HbA1c analizlerinin ölçümleri gerçekleştirildi.

Araştırma sonunda (60. gün) eter anestezi altında uyutulan ratlardan intrakardiyak yöntemle kan alımı yapıldı. Alınan kanlardan glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD, GGTanalizleri için 3000 devirde5 dakika santrifüjlenerek serumları çıkarıldı. Çıkarılan serumları ependorflara aktarıldı. EDTA’lı tüplere alınan tam kandan ise HbA1c analizleri yapıldı.

- Glikoz, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, GGTparametrelerbiyokimyasal otoanalizör (CİHAZ: ARCHITECT Cİ 8200 ABBOT) ile,

- HbA1c parametresi biyokimyasal otoanalizör (CİHAZ: PREMIER HB9210)ile,

- SOD parametresi Elisa Okuyucu Biotek ELX800 ileölçümü gerçekleştirildi.

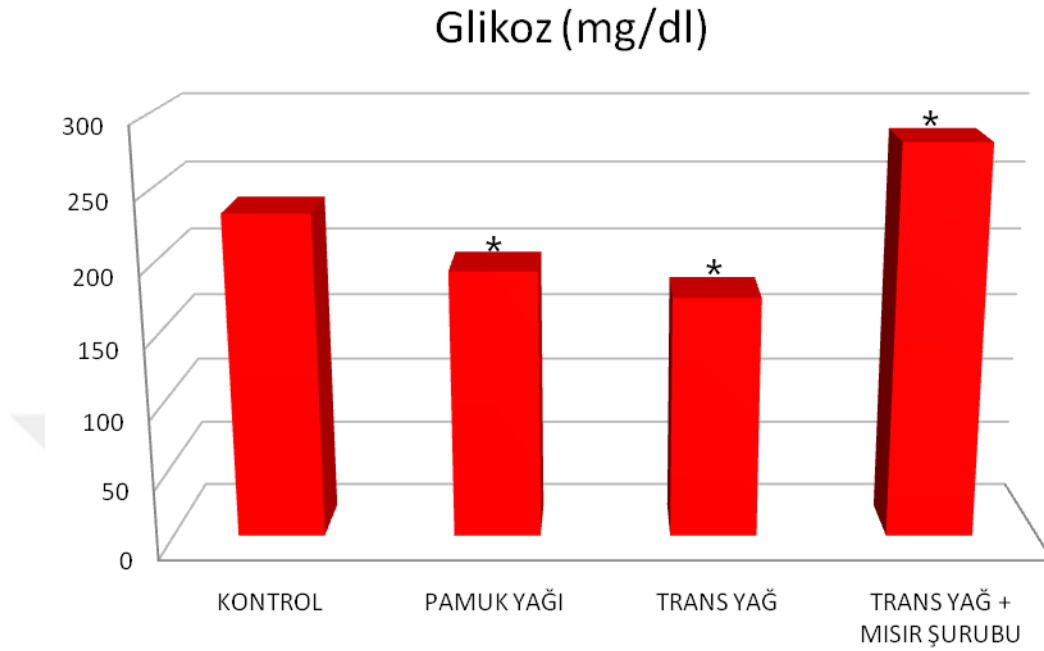
2.6. İstatistiki Analizler

Araştırmada alınan kanlardan yapılan analizlerin sonuçları arasındaki farklılığı belirlemek üzere her grup için tek yönlü varyans analizi (one-way varience) yapıldı. Çalışmanın başında ve sonunda çalışma grupları arasındaki farklılıklarDuncan Multiple Range testi ve karşılaştırılmaları ise independent-t testine göre belirlendi.

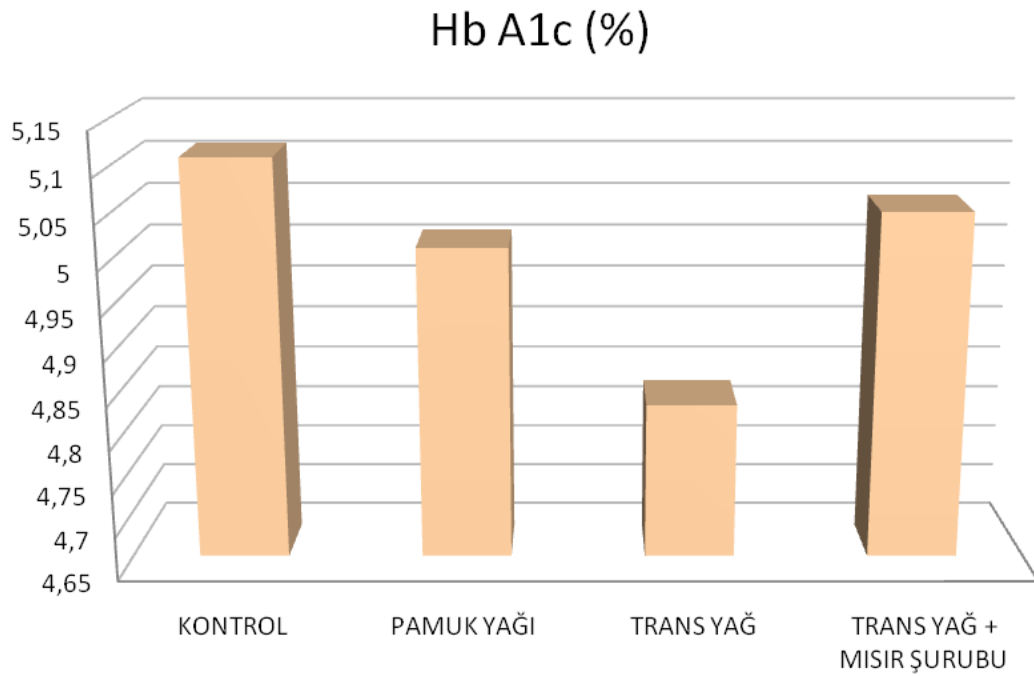


3. BULGULAR

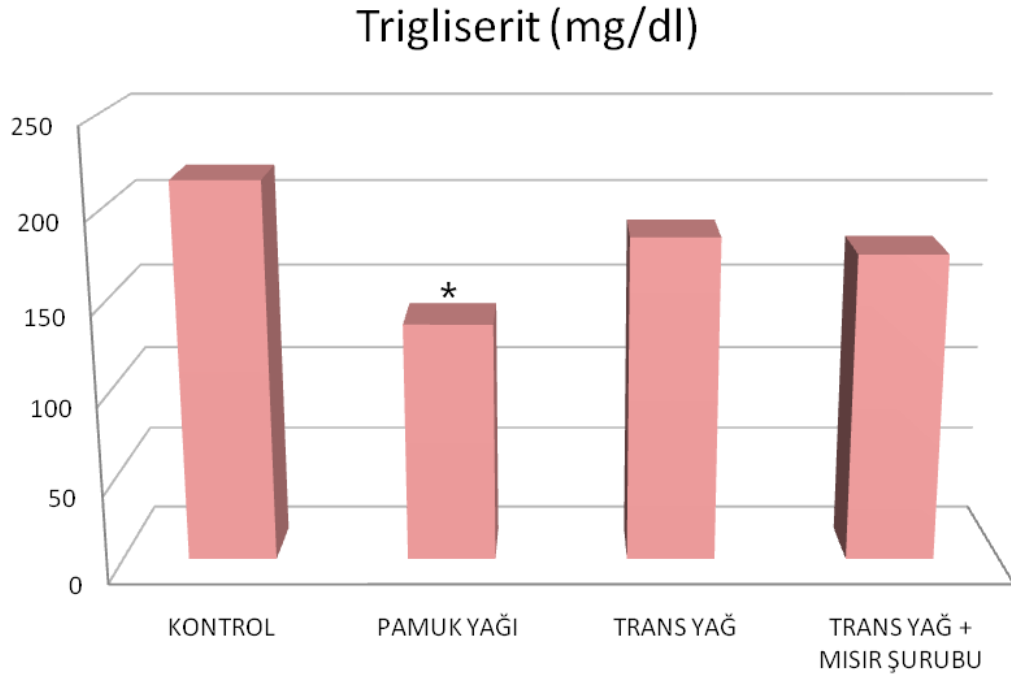
Çalışma gruplarının kan parametreleri ile ilgili analizleri aşağıdaki tabloda verilmiştir.



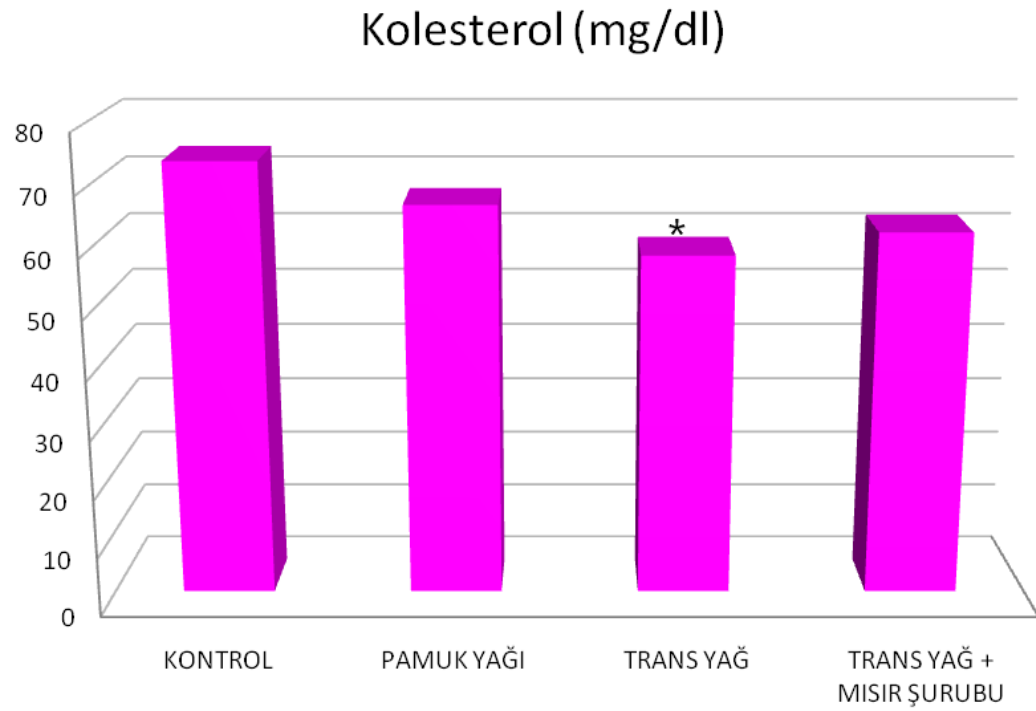
Şekil 3.1. Gruplara Göre Ratların Glikoz Değişimleri



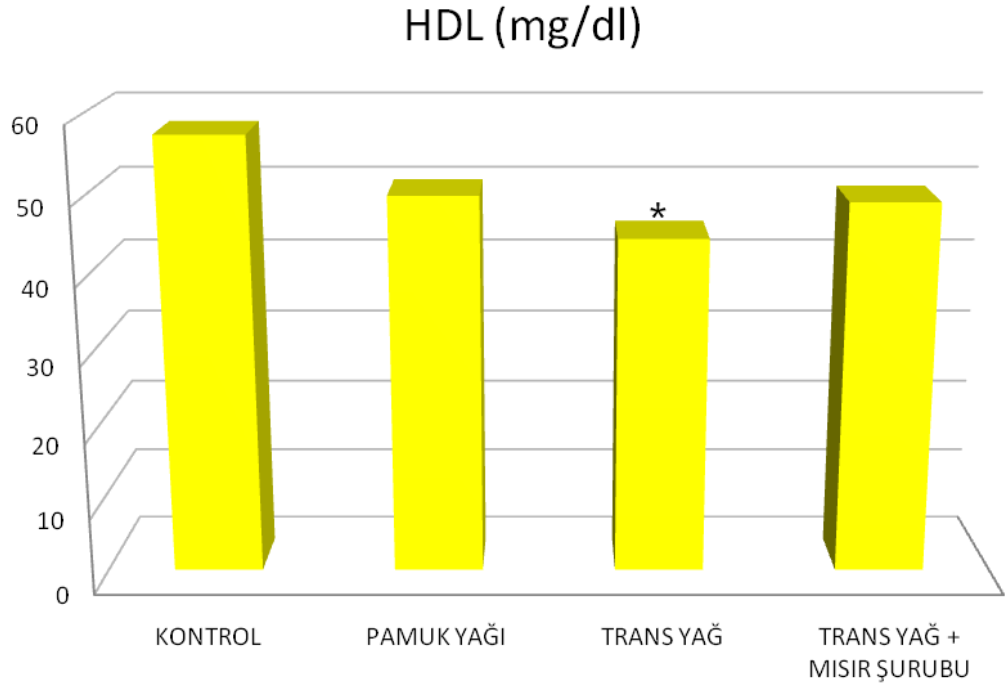
Şekil 3.2. Gruplara Göre Ratların HbA1c Değişimleri



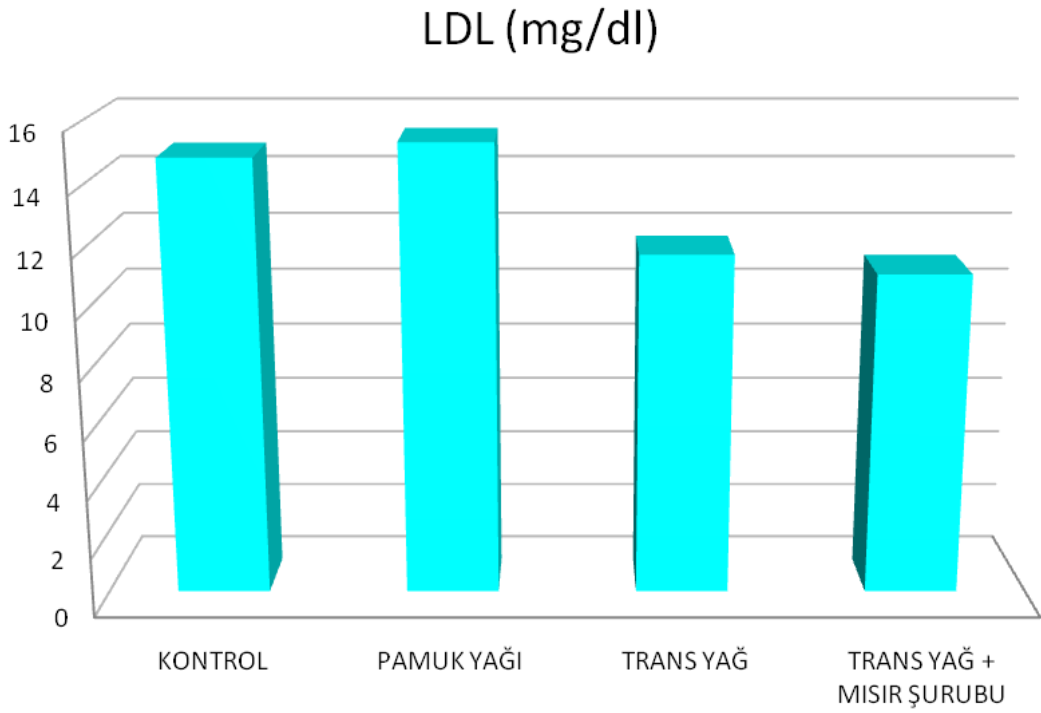
Şekil 3.3.Gruplara Göre Ratların Trigliserit Değişimleri



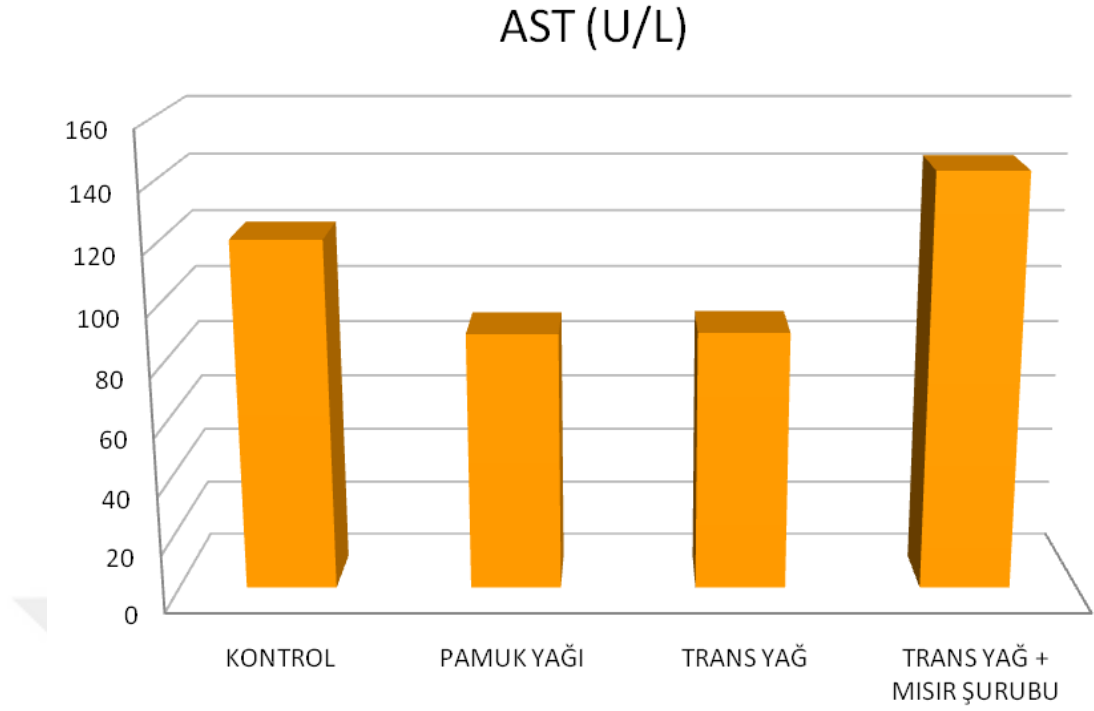
Şekil 3.4.Gruplara Göre Ratların Kolesterol Değişimleri



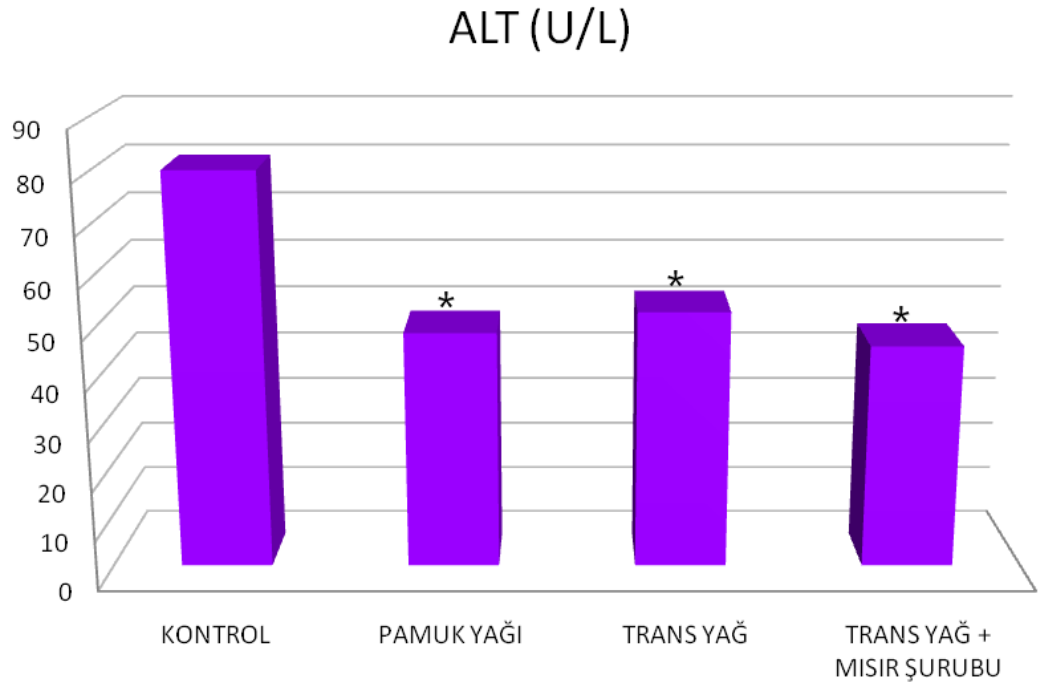
Şekil 3.5.Gruplara Göre Ratların HDL Değişimleri



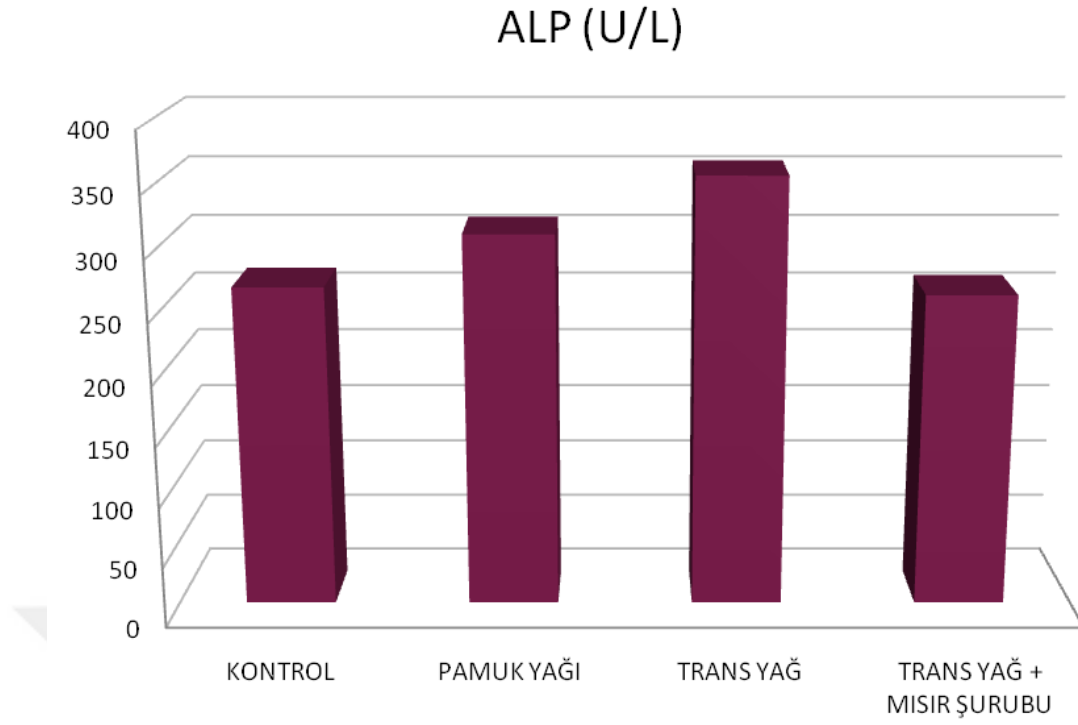
Şekil 3.6.Gruplara Göre Ratların LDL Değişimleri



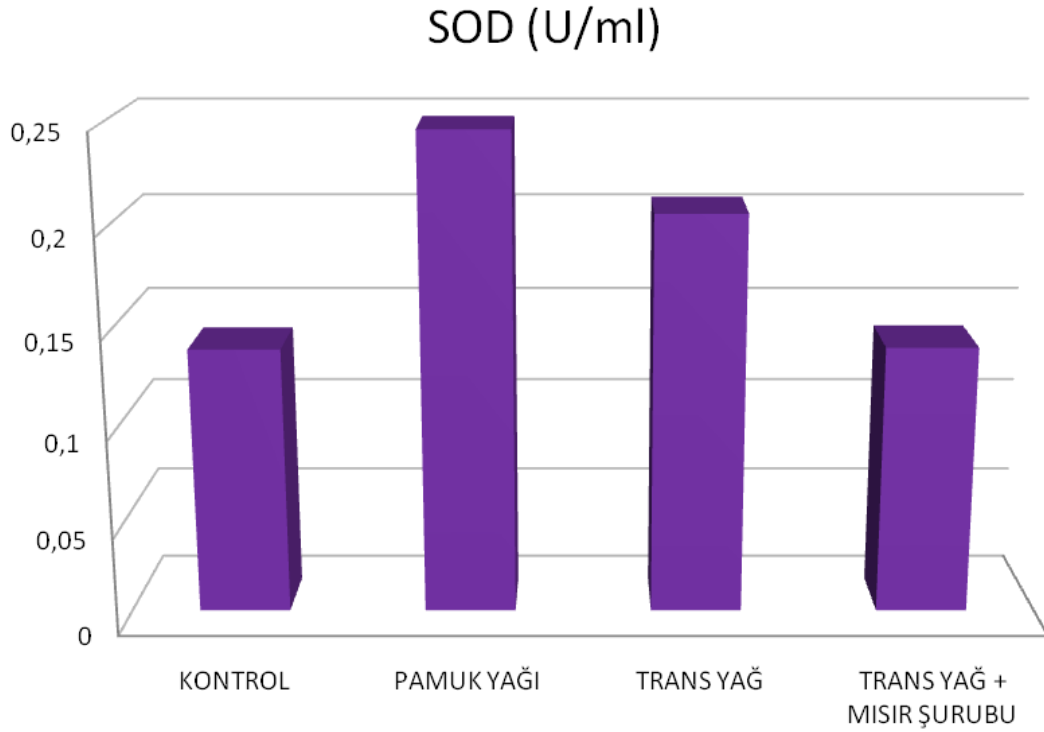
Şekil 3.7.Gruplara Göre Ratların AST Değişimleri



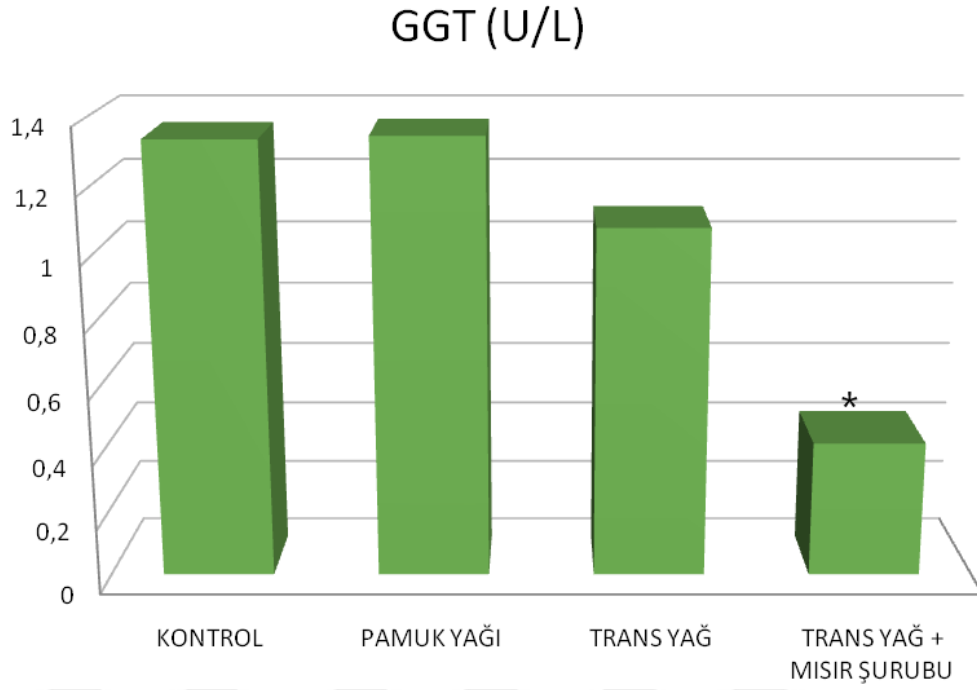
Şekil 3.8.Gruplara Göre Ratların ALT Değişimleri



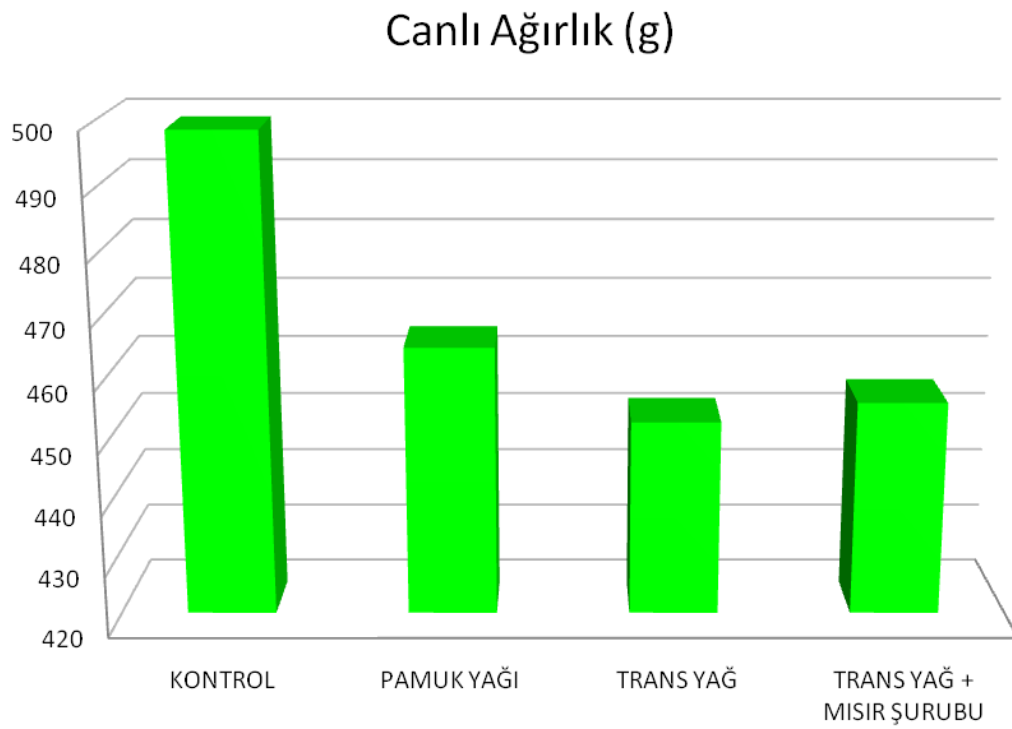
Şekil 3.9.Gruplara Göre Ratların ALP Değişimleri



Şekil 3.10. Gruplara Göre Ratların SOD Değişimleri



Şekil 3.11.Gruplara Göre Ratların GGT Değişimleri



Şekil 3.12.Gruplara Göre Ratların Canlı Ağırlık Değişimleri

Çalışma grupları ile kontrol grubu glikoz değeri karşılaştırıldığında anlamlı farklılık görülmüştür ($p < 0.05$). Trans yağ verilen grup ile trans yağ + mısır şurubu verilen grup arasında pozitif korelasyon ($p < 0.05$) gözlemlenerek trans yağ + mısır şurubu verilen grupta artışın daha fazla olduğu belirlenmiştir.

HbA1c değerleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$). Grup içi, günler arası karşılaştırma yapıldığında çalışma gruplarının HbA1c değerlerinde anlamlı artış görülmektedir ($p < 0.05$).

Trigliserit değerinde kontrol grubu ile pamuk yağı verilen grubun arasında anlamlı bir fark gözlemlenmiş ($p < 0.05$).

Kolesterol değerleri trans yağı verilen grupta kontrol grubuna göre anlamlı düşüş göstermiştir ($p < 0.05$). Grup içi, günler arası karşılaştırma yapıldığında sadece trans yağ verilen grupta anlamlı azalma görülmüştür ($p < 0.05$).

HDL değerlerinde trans yağ verilen grupta kontrol grubuna göre anlamlı azalma görülmektedir ($p < 0.05$). Grup içinde, günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağ verilen grubun 60. gün HDL değerinin 0. günden istatistiksel olarak anlamlı derecede düşük olduğu görülmüştür ($p < 0.05$).

LDL değerlerinde gruplar arası ve grup içi günler arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$).

AST değerlerine bakıldığında, gruplar arasında istatistiksel açıdan anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$). Grup içi, günler arası karşılaştırma yapıldığında pamuk yağı verilen grupta anlamlı bir azalmanın olduğu ($p < 0.05$), trans yağ + mısır şurubu verilen grubun AST değerinin diğer gruplardan yüksek olduğu görülmektedir.

ALT değerlerine bakıldığında, çalışma grupları ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmektedir ($p < 0.05$). Grup içi, günler arası karşılaştırma yapıldığında pamuk yağı verilen grubun ALT değerinde anlamlı olmayan bir azalma trans yağ ve trans yağ + mısır şurubu verilen grubun ALT değerinde anlamlı olmayan artma gözlemlenmiştir ($p > 0.05$).

ALP değerlerinde, istatistiksel olarak anlamlı fark görülmemiştir ($p > 0.05$).

SOD değerine bakıldığında, gruplar arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$). Grup içi, günler arası karşılaştırma yapıldığında trans yağ ve trans yağ + mısır şurubu verilen grupta istatistiksel olarak anlamlı artış görülmüştür ($p < 0.05$).

GGT değerine bakıldığında, trans yağ + mısır şurubu grubu ile kontrol grubu arasında istatistiksel olarak anlamlı fark görülmektedir ($p < 0.05$).

Canlı ağırlık değerleri arasında anlamlı bir fark gözlemlenmemiştir ($p > 0.05$).



Çizelge 3.1. Kontrol ve çalışma gruplarının biyokimyasal parametre sonuçları

	GÜN	n	KONTROL	n	PAMUK YAĞI	n	TRANS YAĞ	n	TRANS YAĞ + MISIR ŞURUBU
Glikoz (mg/dl)	0.	6	188,50±9,88 ^{a,A}	6	177,66±9,90 ^{a,A}	6	190,00±11,39 ^{a,A}	6	207,66±9,92 ^{a,A}
	60.	6	232,83±11,71 ^{b,B}	6	192,66±12,85 ^{c,A}	6	174,00±4,58 ^{c,A}	6	281,66±14,52 ^{a,B}
HbA1c (%)	0.	6	4,35±0,07 ^{a,A}	6	4,33±0,13 ^{a,A}	6	4,26±0,06 ^{a,A}	6	4,33±0,04 ^{a,A}
	60.	6	5,11±0,13 ^{a,B}	6	5,01±0,09 ^{a,B}	6	4,83±0,06 ^{a,B}	6	5,05±0,08 ^{a,B}
Trigliserit(mg/dl)	0.	6	123,83±15,54 ^{a,A}	6	114,66±32,55 ^{a,A}	6	77,66±6,89 ^{a,A}	6	86,00±8,01 ^{a,A}
	60.	6	215,50±16,53 ^{a,B}	6	136,00±20,20 ^{b,A}	6	184,33±24,47 ^{ab,B}	6	175,00±17,06 ^{ab,B}
Kolesterol(mg/dl)	0.	6	79,50±5,30 ^{a,A}	6	67,16±2,32 ^{a,A}	6	69,33±4,97 ^{a,A}	6	70,33±3,26 ^{a,A}
	60.	6	73,66±5,84 ^{a,A}	6	66,50±3,92 ^{ab,A}	6	58,16±3,73 ^{b,B}	6	62,00±2,56 ^{ab,A}
HDL (mg/dl)	0.	6	56,83±3,96 ^{a,A}	6	45,83±1,30 ^{b,A}	6	53,33±3,87 ^{ab,A}	6	52,66±1,81 ^{ab,A}
	60.	6	57,50±5,80 ^{a,A}	6	49,83±2,86 ^{ab,A}	6	44,33±2,88 ^{b,B}	6	49,00±1,57 ^{ab,A}
LDL (mg/dl)	0.	6	15,83±0,94 ^{a,A}	6	14,66±1,02 ^{a,A}	6	12,66±1,42 ^{a,A}	6	13,16±1,53 ^{a,A}
	60.	6	14,83±2,22 ^{a,A}	6	15,33±1,02 ^{a,A}	6	11,66±1,14 ^{a,A}	6	11,00±0,51 ^{a,A}
AST (U/L)	0.	6	92,66±6,30 ^{bc,A}	6	109,00±10,90 ^{ab,A}	6	123,16±13,69 ^{a,A}	6	76,00±4,81 ^{c,A}
	60.	6	120,50±25,12 ^{a,A}	6	88,83±8,22 ^{a,B}	6	89,33±5,85 ^{a,A}	6	143,16±51,25 ^{a,A}
ALT (U/L)	0.	6	44,16±2,65 ^{a,B}	6	52,16±3,19 ^{a,A}	6	49,83±2,41 ^{a,A}	6	45,33±1,45 ^{a,A}
	60.	6	80,16±13,54 ^{a,A}	6	48,16±1,55 ^{b,A}	6	52,33±2,40 ^{b,A}	6	45,50±7,33 ^{b,A}
ALP (U/L)	0.	6	249,33±48,90 ^{a,A}	6	183,33±18,36 ^{a,A}	6	172,16±17,56 ^{a,A}	6	190,33±12,52 ^{a,A}
	60.	6	266,33±30,90 ^{a,A}	6	309,16±55,19 ^{a,A}	6	355,83±66,53 ^{a,B}	6	260,00±20,12 ^{a,A}
SOD (U/ml)	0.	6	0,084±0,004 ^{a,A}	6	0,072±0,005 ^{a,A}	6	0,074±0,002 ^{a,A}	6	0,072±0,001 ^{a,A}
	60.	6	0,137±0,025 ^{a,A}	6	0,246±0,125 ^{a,A}	6	0,205±0,024 ^{a,B}	6	0,138±0,118 ^{a,B}
GGT (U/L)	0.	6	1,48±0,24 ^{a,A}	6	1,35±0,17 ^{a,A}	6	1,75±0,13 ^{a,A}	6	1,35±0,17 ^{a,A}
	60.	6	1,34±0,26 ^{a,A}	6	1,35±0,17 ^{a,A}	6	1,08±0,26 ^{ab,A}	6	0,42±0,27 ^{b,B}
Canlı Ağırlık (g)	0.	6	358,33±7,08 ^{ab,A}	6	373,16±6,58 ^{a,A}	6	344,50±6,87 ^{b,A}	6	354,33±5,34 ^{ab,A}
	60.	6	498,66±24,87 ^{a,B}	6	464,33±16,18 ^{a,B}	6	452,16±10,16 ^{a,B}	6	455,33±11,31 ^{a,B}
Aynı satır (a, b, c, ANOVA-Duncan) ve her bir parametre için günler arası sütundaki (A, B Paired t test) farklı harfler istatistiki açıdan önemlidir.									

4. TARTIŞMA

Günümüz sağlık sorunlarının kaynakları incelendiğinde; düzensiz, yetersiz ve dengesiz beslenmenin önde gelen nedenler olduğu görülmektedir. Bu yetersizliğin en başında rafine edilmiş ürünler, yemeklik margarinler, hazır yiyecekler (hamburger, cips, fast food, pizza vb.) ve mısır nişastasından elde edilen fruktoz gelmektedir. Gıda sanayisinin vazgeçilmezi olan hidrojene yağların bulunduğu yiyeceklerde trans yağ asidi görülmektedir (Kahraman ve Küplülü 2011). Ayrıca kısmi hidrojenasyon ile yemeklik yağlarda, kızartmalarda, hazır yiyeceklerde ve unlu mamullerdeki margarinlerde fazla oranda trans yağ bulunduğu belirtilmektedir (Wagner ve ark 2000). Bunlara ilavetrans yağ asitleri doğal olarak geniş getiren hayvanların süt ve etindeki yağda eser miktarda bulunmaktadır (Taşan ve Dağlıoğlu2005). Ruminant kaynaklı doğal trans yağ asitlerinin alımında değişiklik gözlemlenmezken, doğal kaynaklı bu trans yağ asitlerinin toplam trans yağ içerisindeki oranının oldukça az olduğu belirtilmiştir. (Demir 2011).Doğal olarak oluşan trans yağlar canlı organizma için tehlike teşkil etmemektedir. Yağların yapısını inceleyen çalışmalar (Gürcan 2002, Linchtenstein ve ark 2003, Rozenn ve ark 2006) doymuş yağ asitlerinin sağlığa zararlı olduğunun bilinmesine ekolarak trans yağ asitlerinin de sağlık üzerindeki olumsuz etkilerindensöz etmektedirler.

Gıdaların içerisinde bulunan rafine şekerlerin sağlık açısından olumsuzetkilere neden olduğu, sağlık için gerekli besin maddelerine (esansiyel yağ asitleri, vitamin, mineral gibi) oranla fazla tüketilmesi sonucunda, fazla kalori alımı ile sonuçlanabileceği belirtilmektedir (Gaby 2005). Fazla şeker tüketimi ile alınan aşırı kalori sadece kilo artışı ve obezite ile değil metabolik sendrom altında pek çok sağlık sorunlarına neden olabilmektedir (Turasan 2014).Yaygın olarak kullanılan ve gün geçtikçe kullanımında artışın görüldüğü mısır nişastasından elde edilen fruktoz ve fruktozun bulunduğu gıda tüketiminin, günümüzde gittikçe artan çocukluk ve gençlik dönemi kronik rahatsızlıklardaki rolünün etkili olduğu çalışmalar ile gösterilmektedir (Johnsonve ark 2007, Korkmaz 2008, Malik ve ark 2006). YFMŞ'nin alınması ile başta obezite olmak üzere tip 2 diyabet, kalp damar hastalıklarının görülme oranının artabileceği, bununla beraber β hücrelerinde hasara ve insülin direncine sebebiyet verebileceği belirtilmektedir (Turasan 2014).

Sunulan çalışma, 60 gün boyunca 24 adet 12 haftalık Wistar Albino cinsi erkek rat kullanılarak, pamuk ve trans yağ ilave edilmiş yemler ve sularına mısır şurubu karıştırılarak ad libitum beslenme sonucunda glikoz, HbA1c, trigliserit, kolesterol, HDL, LDL, AST, ALT, ALP, SOD ve GGT biyokimyasal parametrelerde ve canlı ağırlık değerlerindeki değişimleri gözlemlemek amacı ile gerçekleştirildi.

Yüksek fruktozlu diyet ile yapılan çalışmalarda hipertansiyon, kalp damar hastalıkları, insülin direnci, glikoz toleransı, obezite ve tip 2 diyabet rahatsızlıklarına neden olabileceği sonucuna ulaşılmıştır (Ross ve ark 2009). Çevresel ve genetik faktörler ile etkilenen obezitenin, fruktoz ile beslenme sonucunda bu hastalığa yatkınlığın arttığı belirtilmektedir (Rizkalla ve ark 2010). Son 35 yılda ABD’de obezitedeki artış ve YFMS tüketimi arasında ilişkinin olduğu belirtilmiştir (Bray2009). Mısır şurubunun ratlarda meydana getirdiği değişiklikleri gözlemlemek için yaptığımız çalışmada, trans yağ + mısır şurubu verilen grup kontrol grubu ile karşılaştırıldığında glikoz değerinde anlamlı farklılık gözlemlenmiştir.

8 hafta süren çalışma sonuçlarımızda, bütün grupların glikoz konsantrasyonunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı artış meydana gelmiştir. %15’lik YFMS-55 ile 30 hafta beslenen fareler ile yürütülen çalışmada da, farelerin glikoz değerlerinde kontrol grubuna göre belirgin artışın meydana geldiği gösterilmiştir (Collino ve ark 2013).

Sunulan çalışmada, trans yağ + mısır şurubu verilen grup ile kontrol grubu arasında HbA1c değerlerinde anlamlı bir farkın olmadığı bulunmuştur. Aksoy ve ark (2016) çalışmalarında da, kontrol ile mısır şurubu verilen grupların HbA1c değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farkın olmadığı belirtilmiş olup çalışmamızı destekler nitelikte olduğu görülmektedir.

Sunulan çalışmada, elde edilen sonuçlar mısır şurubu verilen grubun trigliserit değerlerinde artış olduğunu göstermektedir. Aksoy ve ark(2016) çalışmalarında, fruktoz tüketimi fazla olan hayvanların glikoz toleransında azalma, trigliserit toleransında artışın ve karın bölgesinde yağlanmanın olduğu belirtilmiştir.

Klinik çalışmaların birçoğunda(Zock ve Katan 1992, Sundram ve ark 1997,Linchtenstein ve ark 2003, Rivellese ve ark 2003, Wijendran ve ark 2003, Rasmussen ve ark 2006), trans yağ asidi alımı ile trigliserit konsantrasyonunda

artışın olduğu görülürken, bazı çalışmalarda (Almendingen ve ark 1995, Roos ve ark 2003) böyle bir etki gözlemlenmemiştir. Linchtenstein ve ark (2003) çalışmalarında, doymuş yağ asitlerinin yerine trans yağ asitlerinin kullanılması ile HDL kolesterol konsantrasyonunun azaldığı, trigliserit seviyesinin yükseldiği ve toplam kolesterol / HDL kolesterol oranının azaldığını ileri sürmüşlerdir. Doymuş ve trans yağ asitlerinin alımı ile plazma lipid seviyesi arasında ilişkinin bulunduğu; cis doymamış yağ asitlerinin yerini doymuş ve trans yağ asitlerinin alması, doymuş ve trans yağ asitlerinin toplam kolesterol ve LDL konsantrasyonunu arttırdığı belirtilmiştir (Mersink ve Katan 1990). Peter ve ark (1992)'a göre trans yağ asidinin diyetle alınması sonucu LDL seviyesinde yükselme, HDL seviyesinde ve HDL / LDL oranında azalma, trigliserit düzeyinde ise fazla değişimin meydana gelmediği gösterilmektedir. Zock ve Katan (1997) trans yağ asidinin HDL seviyesini azalttığını, LDL ve lipoprotein a seviyelerini arttırdığını belirtmişlerdir. Sunulan çalışmada, HDL / LDL oranının trans yağ verilen grupta azaldığı, LDL kolesterolün trans yağ ve trans yağ + mısır şurubu verilen gruplarda kontrole kıyasla azalmanın olduğu, fakat bu azalmanın istatistiksel olarak anlamlı olmadığı; HDL ve kolesterol konsantrasyonunun trans yağ verilen grupta kontrol grubuna göre anlamlı azalmanın meydana geldiği, trigliserit seviyesinin pamuk yağı verilen grupta ise anlamlı düzeyde arttığı belirlenmiştir.

Kanda trigliserit artışının lipoprotein seviyesinde bozukluklara, kalp damar hastalıkları gibi pek çok rahatsızlığa neden olabileceği bilinmektedir. Fruktoz metabolizması sonucunda yağ asidi sentezi ile trigliserit oluşumunda hızlanmanın meydana geldiği, fazla tüketiminin de hipertrigliseridemi ile sonuçlanabileceği belirtilmektedir (Havel 2005). Yüksek fruktozlu beslenme ile yapılan uzun veya kısa süreli çalışmalarda trigliserit konsantrasyonunda artış gözlemlenmiştir. Yüksek fruktoz ile 3 hafta beslenmesi gerçekleştirilen sıçanların plazma trigliserit düzeyinde yükselme meydana geldiği (Sharabi ve ark 2007); Bocarsly ve ark (2010) yaptıkları çalışmada 6-7 ay YFMS verilen sıçanlarda hipertrigliseridemi oluştuğunu belirtmişlerdir. Çalışmamızda da, YFMS verilen grubun diğer çalışmalardaki gibi trigliserit düzeyinde artış olduğu saptanmıştır.

Doymuş yağlardan elde edilen enerjinin (%5) doymamış yağlar ile değiştirilmesi sonucunda kalp damar rahatsızlığı riskinin % 42 oranında azaldığı belirtilmiş ve trans yağ asitlerinden alınan enerji (%2) yerine doymamış yağlardan

enerji alımı sağlandığında da kalp damar rahatsızlığı riskinin % 53 oranında azaldığı saptanmıştır (Hu ve ark 1983).Toplam kolesterol veya LDL kolesteroldeki artış ile kalp damar rahatsızlıklarına yakalanma riskinin arttığı, HDL kolesterol artışının ise bu riski azalttığı belirtilmektedir (Feldman 1999). Endüstriyel kaynaklı trans yağ asitlerinin LDL ve HDL kolesterol değerlerinde doymuş yağ asitleri gibi etki gösterdiği ifade edilmektedir. Bu etkiye bağlı olarak da kalp damar rahatsızlıklarında artışın meydana geldiği bilinmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Sunulan çalışma sonuçlarında kolesterol ve LDLkonsantrasyonunda azalma görülmüştür.

Çeşitli toksitasyon ve enfeksiyonların neden olduğu kalp ve karaciğer bozuklukları tanısında ALT ve AST önemli rol oynamakta ve hücre hasarının belirteci olarak kullanılmaktadır (Nelson 2005). Erkek sıçanlarda gerçekleştirilen çalışmada haftada 3 gün %15'lik YFMS çözeltisinin verilmesi ile ALT konsantrasyonunda artışın olduğu belirtilmiştir (Figlewicz ve ark 2009). Yüksek yağlı diyet ve yüksek fruktozlu içme suları ile gerçekleştirilen çalışmada karaciğerde yağlanma, ALT ve AST değerlerinde artışın olduğu gösterilmiştir (Collino ve ark 2010). Sunulan çalışmada, ALT değerinin trans yağ + mısır şurubu ve trans yağ verilen grupların kontrol ile karşılaştırılması sonucunda anlamlı bir farkın olduğu görülmüştür. AST konsantrasyonu ise trans yağ + mısır şurubu verilen grupta artış görülürken trans yağ verilen grupta azalmanın olduğu ve bu artış ve azalmanın kontrol grubuna kıyasla anlamlı olmadığı bulunmuştur.

Sunulan çalışma sonuçlarından elde edilen verilere göre, SOD değerlerinde artışın olduğu tespit edilmiştir. Değerler kontrol grubu ile karşılaştırıldığında korelasyonun olmadığı belirlenmiştir. GGT değerinin, trans yağ + mısır şurubu verilen grupta diğer çalışma gruplarından düşük olduğu görüldü.

%55'lik YFMS' nin sü kroza oranla vücut ağırlığında istatistikî olarak artışa neden olduğu belirtilmiştir (Light ve ark 2009). Bu çalışmanın aksine yaptığımız çalışma sonuçlarından elde edilen verilere göre, sularına %15 mısır şurubu eklenen grubun canlı ağırlık değeri kontrol grubu ile karşılaştırıldığında anlamlı bir artış gözlemlenmemiştir.

Sunulan çalışmada, YFMS verilen grubun canlı ağırlık ve trigliserit değerlerinde artış görülmektedir. Farelere YFMS ve sakkaroz verilerek gerçekleştirilen çalışma (Bocarsly ve ark 2010) sonucunda, YFMS ile beslenmesi

yapılan farelerde canlı ağırlık artışının yüksek olduğu, trigliserit değerinin arttığı ve yağ birikiminin gerçekleştiği gösterilmiştir.

Trans yağ asidinin günlük tüketimini, süt ürünleri %2-8 oranında, %80-90'lık bölümünü hidrojenasyon ile oluşan trans yağ asitleri oluşturduğu, çalışmalarda hidrojenasyon işlemine tabi tutulan bitkisel yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerinde değişikliklerin ortaya çıktığı belirtilmektedir (Taşan ve Dağlıoğlu 2005). Beslenme ile alınan trans yağ asidi değerlerine göre HDL kolesterol konsantrasyonunda düşüşe, toplam kolesterol ve LDL konsantrasyonunu, serbest radikalleri ve diyabet riskini arttırdığı belirtilmektedir. Deri altı yağı ile yapılan çalışmada trans yağ asidi ile kalp damar hastalığı arasında ilişki bulunmuştur (Dlouhy' ve ark 2003). Hayvanlar üzerinde yapılmış olan çalışmalarda (Anderson ve ark 1975, Lawson ve ark 1983, Mahfouz ve ark 1984) trans yağ asidinin çift bağ oluşumunu engelleyerek, 18:2 n-6'nın canlı için önemli olan "20:4 n-6" araşidonik aside dönüşümünde aksaklıklara neden olduğu sonucuna varılmıştır.

Trans yağ asitlerinin (hidrojene bitkisel ve deniz ürünleri yağlarına ait) kolesterol ve damar sağlığına olumsuz etkilerinin olduğu belirtilmiştir (Ovesen ve ark 1996).

Diyetle fruktoz alımı ve pankreas kanseri arasındaki risk Aune ve ark (2012) tarafından incelenmiş olup; fruktoz alımı ile yapılan çalışmalarında fruktoz tüketimi ile artan pankreas kanseri arasında ilişkinin olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

8 yıl sürdürülen bir çalışmada yine yüksek fruktoz tüketimi ile pankreas kanser riski arasındaki etkileşim incelenmiş, çalışma sonucunda da bu ikili arasında anlamlı bir ilişkinin olduğu saptanmıştır. Buna ilave olarak da fruktoz aktivitesi düşük ve obez kişilerde pankreas kanserinin ortaya çıkma oranının arttığı belirtilmiş (Nöthlings ve ark 2007) olup zıt sonuçlar elde edilen çalışmalara da rastlanılmaktadır (Silvera ve ark 2005, Patel ve ark 2007, Meinhold ve ark 2010).

Hui ve ark (2009)'ın çalışmalarında, pankreas kanseri hastaların serum açlık fruktoz düzeyinin, kanser olmayanlara kıyasla $5,7 \pm 2,5$ nM daha yüksek olduğunu belirtmişler; bu da rafine fruktoz alımı ile pankreas kanseri dahil pek çok hastalık arasındaki ilişki hakkında serum fruktoz düzeyi ölçümünün yol gösterici olabileceğini saptamışlardır.

Akciğer kanseri ve şekerli besinlerin arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışma sonuçlarından deneme grubu ile kontrol grubu arasında fruktoz alımının anlamlı ilişkiye neden olmadığı ($p=0.08$) belirtilmiştir (De Stefani ve ark 1998).

Zhang ve ark (2010)'ın çalışmalarına göre kolon kanseri ile alkolsüz şekerli içecek alımı arasında düzenlemelerin gerçekleştirilmesine rağmen anlamlı ilişkiye ulaşılamamıştır.

Diyetle zenginleştirilmiş fruktoz veya sükrozile gerçekleştirilmiş olan çalışmada glikoz toleransı ve insülin direncinin bozulduğu belirtilmiştir (Gao ve ark 2007, Jhonson ve ark 2007).

Diğer bir çalışmada (Nakagawa ve ark 2006), fruktoz verilen sıçanlarda metabolik sendromun geliştiği görülürken, eşit miktarda glikoz ile beslenen sıçanlarda ise metabolik sendromun görülmediği sonucuna ulaşılmıştır. Ratların yüksek fruktoz ile beslenmesi ile gerçekleştirilen çalışmada hayvanlarda serbest radikallerin arttığı ve bunun da “NO” üretimini olumsuz etkilediği belirlenmiştir (Bell ve ark 2000, Nyby ve ark 2007).

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

- Hazır gıdaların fazla tüketimi sonucu meydana gelen yetersiz ve dengesiz beslenme obezite gibi pek çok hastalığa neden olurken özellikle endüstriyel işlemler ile oluşmuş trans yağ asitlerinin yüksek oranda alınması kalp damar rahatsızlıklarına neden olmaktadır.
- Besinlerle alınan yağların doymuş, tekli doymamış ve çoklu doymamışların 1/1/1 oranında olmasına dikkat edilmelidir.
- Sunulan çalışmada, trans yağlı beslenme sonucunda glikoz, HbA1c, trigliserit, AST, ALT, ALP, SOD değerlerinde artışın meydana geldiği belirlenmiştir.
- Çalışmamızda, trans yağ + mısır şurubu verilen grupta glikoz değerinde anlamlı farklılık meydana gelmiştir.
- Bu tip beslemenin devam etmesi halinde ratlarda insülin direnci, obezite ve tip 2 diyabet oluşabileceği düşünülmektedir.
- Sunulan çalışmada, kolesterol ve LDL konsantrasyonlarında azalma görülmüştür.
- Yemlere ilave edilen trans yağ oranının artırılarak daha uzun süreli besleme sonunda kolesterol ve LDL değerlerinde artışın olabileceği ve bu değerlerdeki artış ile kalp damar rahatsızlıklarına rastlanabileceği kanısına varılmıştır.
- Karaciğer fonksiyon testlerinde meydana gelen değişimlere bakıldığında trans yağ + mısır şurubu verilen grubun iskelet kası ve miyokart hastalıklarına rastlanabileceği, trans yağ verilen grupta karaciğerde patolojik değişikliklerin bulunma ihtimalinin yüksek olabileceği sonucuna varılmıştır.
- GGT sonuçlarının referans aralığında olduğu görülmüş olup, çalışma süresinin daha uzun tutulması halinde anlamlı farklılığın elde edileceği düşünülmektedir.
- Sonuç olarak, gıdalarda bulunan yüksek fruktozlu mısır şurubu ve trans yağ asidi miktarının mümkün olduğu kadar sınırlandırılması gerektiği, bu sınırlandırmaların insan sağlığını olumlu yönde etkileyeceği kanaatine varılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- Abate N, Chandalia M, Cabo-Chan AV, Moe OW, Sakhaee K, 2004. The metabolic syndrome and uric acid nephrolithiasis: novel features of renal manifestation of insulin resistance. *Kidney Int*; 65(2), 386-92.
- Ackerman Z, Oron-Herman M, Grozovski M. 2005. Fructose-induced fatty liver disease: hepatic effects of blood pressure and plasma triglyceride reduction. *Hypertension*. 45, 1012-1018.
- Ackman RG, Hooper SN, Hooper DL, 1974. Linolenic acid artifacts from the deodorization of oils. *J. Amer. Oil Chem. Soc.*, 51,42-49.
- Aeberli I, Gerber PA, Hochuli M, Kohler S, Haile SR, Gouni-Berthold I, Berthold HK, Spinass GA, Berneis K, 2011. Low to moderate sugar-sweetened beverage consumption impairs glucose and lipid metabolism and promotes inflammation in healthy young men: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nutr.*,94(2),479-85.
- Akar F, Şeker ve Hazır Gıdalara Eklenen Früktozun Toplum Sağlığı Üzerine Etkileri, 2011. Türk Farmakoloji Dernegi Bülteni, Nisan – Haziran 2011, Sayı: 108 – Ankara.
- Aksoy R, Gürbilek M, Çetinkaya ÇD, Topcu C, 2016. Glukoz, fruktoz, nişasta bazlı şekerler ile beslenmiş ratlarda Na^+/K^+ ATPaz (EC 3.1. 6.37) aktivitesi, glut ve adipositokinlerin araştırılması. *Van Tıp Dergisi*, 23(2), 167-175.
- 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.
- Anderson RL, Fullmer CS, Hollenbach EJ, 1975. Effects of trans isomers of linoleic acid on the metabolism of linoleic acid in rats. *J Clin Nutr*, 105, 393-406.
- Angelica, Fong, 2004. The liver. Ed. Townsend CM Jr, Beauchamp RD, Evers BM, Mattox KL. *Sabiston Textbook of Surgery*. Elsevier Saunders, 1513-1569.
- Angelopoulos TJ, Lowndes J, Zukley L, Melanson KJ, Nguyen V, Huffman A, et al. 2009. The effect of high-fructose corn syrup consumption on triglycerides and uric acid. *The Journal of Nutrition*, 139(6), 1242-1245.
- Anonim, 2003. 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, 2004. Fatty acids. Erişim tarihi, 11 Mart 2018. Erişim adresi, www.pionline.com
- Anonim, 2006a. International Union of Food Science&Technology (IUFOST). Trans fatty acids. *Scientific Information Bulletin* May 2006.
- Anonim, 2006b. What are Trans Fats?, Erişim tarihi, 4 Mayıs 2018. Erişim adresi, <http://www.tfx.org.uk/page3.html>.
- Anonim, 2006c. Yağlar ve Kolesterol. Erişim tarihi, 2 Haziran 2018. Erişim adresi, <http://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/fats>.
- Anonim,2006d.Erişim tarihi, 12 Haziran 2018. Erişim adresi, http://www.access.gpo.gov/su_docs/.
- Anonim, 2006e. Fats, Alzheimer Disease And Cognitive Decline Trans <http://www.tfx.org.uk/page131.html>.

- Anonim,2006f. Fatty Acid ConfigurationsErişim tarihi, 11 Mart 2018. Erişim adresi, <http://www.scientificpsychic.com/fitness/fattyacids.html>
- Anonim, 2007. Instute of Food Science&Technology (IFST) Bulletin of March 2007. Trans fatty acids. Erişim tarihi, 10 Haziran 2018 Erişim adresi, www.ifst.org
- Anonim, 2009a. Olgun Z, Özçelik B. Trans yağ asitleri ve sağlık üzerine etkileri. Gıda Teknolojisi Dergisi. www.gıdateknolojisi.com.tr
- Anonim, 2009b. Erişim tarihi, 10 Haziran 2018. Erişim adresi, www.hidden-diabetes-cures.com
- Anonim, 2009c. Erişim tarihi, 10 Haziran 2018 Erişim adresi, www.northamerica.croklaan.com
- Arıcı M, Taşan M, Gecgel Ü, Özsoy S, 2002. Determination of fatty acid compositionand total trans fatty acids of Turkish margarineby 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.
- Arslan S, şanlıer N, 2016. Fruktoz ve sağlık.
- Asselman M, Verkoelen CF, 2008. Fructose intake as a risk factor for kidney stone disease. Kidney Int; 73, 139-40.
- Assy N, Nasser G, Kamayse I, Nseir W, Beniashvili Z, Djibre A, Grosovski M, 2008. Soft drink consumption linked with fatty liver in the absence of traditional risk factors. Can J Gastroenterol, 22(10),811-6.
- Aune D, Chan DS, Vieira, AR, ve ark 2012. Dietary fructose, carbohydrates, glycemic indices and pancreatic cancer risk: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. Annals ofOncology, 23 (10), 2536-46.
- Aytekin YA, 2009. Uzun süre fruktoz sıçanlarda resvetrol verilmesinin vazokonst- riktör cevap üzerine etkisinin incelenmesi. Yüksek Lisan Tezi, Gazi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Bakker N, Vant Veer P, Zock PL, 1997. Adipose Fatty acids and cancers of the breast. International Journal Of Cancer, 72, 587-591.
- Basciano H, Federico L, Adeli K, 2005. Fructose, insulin resistance, and metabolic, Dyslipidemia, Nutrition & Metabolism, 2.
- Baydar H, 2000. Bitkilerde yağ sentezi, kalitesi ve kaliteyi artırmada ıslahın önemi. Ekin Dergisi, 11, 50-57.
- Bayizit AA, 2003. Doymamış yağ asitlerinin beslenme ve sağlık açısından önemi. Gıda ve Yem Bilimi Teknolojisi Dergisi, 3.
- Bell RC, Carlson JC, Storr KC, Herbert K, Sivak J, 2000. High fructose feeding of streptozotocin-diabetic rats is associated with increased cataract formation andincreased oxidative stress in the kidney. Br J Nutr, 84, 575-82.
- Bensadoun A, 2003. “Trans Fatty Acids- Health and Labeling İssues”. 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

- Beyer PL, Caviar EM, McCallum RW, 2005. Fructose intake at current levels in the United States may cause gastrointestinal distress in normal adults. *Journal of the American Dietetic Association* 105,1559–1566.
- Bocarsly ME, Powell ES, Avena NM, Hoebel BG. 2010. High-fructose corn syrup causes characteristics of obesity in rats: increased body weight, body fat and triglyceride levels. *Pharm Biochem and Behavior*, 97(1), 101-106.
- 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 the rat, *biochimica et biophysica acta*, 1390, 134-148.
- Bray GA, 2009. Fructose: should we worry? *International Journal of Obesity*, 32, 127-131.
- Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM, 2004. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *The American journal of clinical nutrition*, 79, 537-43.
- Brown IJ, Stamler J, Van HL, Robertson CE, Chan Q, Dyer AR, Huang CC, Rodriguez BL, Zhao L, Daviglus ML, Ueshima H, Elliott P, 2011. Sugar-sweetened beverage, sugar intake of individuals, and their blood pressure: international study of macro/micronutrients and blood pressure. *Hypertension*, 57(4), 695–701.
- Bulut İK, Mir S, 2011. Fruktöz ve böbrek hastalıkları. *Cumhuriyet Medical Journal*, 33(4), 499-507.
- Burtis CA, Ashwood ER, 1998. *Tietz Textbook of Clinical Chemistry*. 3rd ed. Philadelphia: W.B. Saunders, 1204-70.
- Calle EE, Rodriguez C, Walker-Thurmond K, Thun MJ, 2003. Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults. *New England Journal of Medicine*, 348(17),1625–38.
- Charrez B, Qiao L, Hebbard L, 2015. The role of fructose in metabolism and cancer. *Hormone molecular biology and clinical investigation*, 22(2),79-89.
- Chen L, Caballero B, Mitchell DC, Loria C, Lin PH, Champagne CM, Elmer PJ, Ard JD, Batch BC, Anderson CA, Appel LJ, 2010. Reducing consumption of sugar-sweetened beverages is associated with reduced blood pressure a prospective study among United States adults. *Circulation*, 121(22),2398-2406.
- Clayton BE, Round M, 1994. *Chemical pathology and the sick child*, Blackwe Scientific Publications, 20-192.
- Choi HK, Willett W, Curhan G, 2010. Fructose-rich beverages and risk of gout in women. *Jama*, 304(20), 2270-8.
- Cohen AM, Teitelbaum A, Rosenman E, 1977. Diabetes induced by a high fructose diet, *Metabolism*, 26,17–24.
- Collino M, Aragno M, Castiglia S, Miglio G, Tomasinelli C, Boccuzzi G, et al. 2010. Pioglitazone improves lipid and insulin levels in overweight rats on a high cholesterol and fructose diet by decreasing hepatic inflammation. *British Journal of Pharmacology*, 160,1892–902.
- Collino M, Benetti E, Rogazzo M, Mastrocola R, Yaqoob MM, Aragno M, Fantozzi R, 2013. Reversal of the deleterious effects of chronic dietary HFCS-55 intake by PPAR- δ agonism correlates with impaired NLRP3 inflammasome activation. *Biochemical Pharmacology*, 85(2), 257-264.
- Cozma AI, Sievenpiper JL, 2013. The role of fructose, sucrose, and high-fructose corn syrup in diabetes, *US Endocrinology*, 9,128–38.

- Çağlav G, 2008. Marketlerde satılan keklerdeki trans yağ asitlerinin belirlenmesi. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Çakmakçı S, Kahyaoğlu DT, 2012. Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkileri. Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi, (2), 133-137.
- 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, Taşan 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, Taşan M, Tunçel B, 2002. Determination of fatty acid composition and total trans fatty acids in cereal-based Turkish foods. Turkish Journal of Chemistry, 26, 705-710.
- Demir BA, 2011. Trans yağ asidi içermez beyanı bulunan bazı endüstriyel gıdaların yağ asidi profilleri. Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Demirci M, 2006. Gıda Kimyası. Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Gıda Müh. Bölümü, Tekirdağ.
- De Greyt WF, Kellens MJ, Huyghebaert AD, 1999. Effect of physical refining on selected minor components in vegetable oils. Lipid/Fett, 101(11), 428-432.
- De Stefani E, Deneo-Pellegrini H, Mendilaharsu M, Ronco A, Carzoglio JC, 1998. Dietary sugar and lung cancer: A case-control study in Uruguay.
- Dokuyan T. 2007. Farelerde omega-3 yağ asidi ve zeytinyağı katkılarının lipid metabolizmasına etkilerinin değerlendirilmesi Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dlouhý P, Tvřizicka E, Staňková B, Vecka M, Źak A, Straka Z, Bilkova 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(6), 302-305.
- Douard V, Asgerally A, Sabbagh Y, Sugiura S, Shapses SA, Casirola D, Ferraris RP, 2010. Dietary fructose inhibits intestinal calcium absorption and induces vitamin D insufficiency in CKD. Journal of the American Society of Nephrology, 21(2), 261-71.
- Dutton Herbert J, 1979. "Hydrogenation of fats and its significance." Geometrical and positional fatty acid isomers 3, 1-16.
- 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. The American Journal of Clinical Nutrition, 73, 807-814
- Elliott SS, Keim NL, Stern JS, Teff K, Havel PJ. 2002. Fructose, weight gain, and the insulin resistance syndrome. American Journal of Clinical Nutrition, 76(5), 911-22.
- Emkenn EA, 1995. Trans fatty acids and coronary heart disease risk: physicochemical properties, intake and metabolism, American Journal of Clinical Nutrition, 62, 659-669.
- Erkelens DW, 2001. Insulin resistance syndrome and type 2 diabetes mellitus, The American Journal of Cardiology, 88, 381 – 421.
- Ersoy O, 2012. Karaciğer enzim yüksekliğinin değerlendirilmesi. Ankara Medical Journal, 12(3), 129-135.

- Faeh D, Minehira K, Schwar JM, Periasamy R, Park S, Tappy L, 2005. Effect of fructose overfeeding and fish oil administration on hepatic de novo lipogenesis and insulin sensitivity in healthy men, *Diabetes*, 54,1907–1913.
- 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. *Journal of 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. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 73,587-592.
- Figlewicz DP, Ioannou G, Bennett Jay J, Kittleson S, Savard C, Roth CL, 2009. Effect of moderate intake of sweeteners on metabolic health in the rat, *Physiology Behavior*, 98, 618-624.
- Forman JP, Choi H, Curhan GC, 2009. Fructose and vitamin C intake do not influence risk for developing hypertension. *Journal of the American Society of Nephrology*, 20(4), 863-71.
- Forshee R, Storey M, Allison D, Glinsmann WH, Hein GL, Lineback DR, Miller SA, Nicklas TA, Weaver GA, White JS, 2007. A critical examination of the evidence relating high fructose corn syrup and weight gain. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*,47(6),561-82.
- Gaby AR, 2005. Adverse effects of dietary fructose. *Alternative Medicine Review*,10, 294-306.
- Gao X, Qi L, Qiao N, Choi HK, Curhan G, Tucker KL, Ascherio A. 2007. Intake of added sugar and sugar-sweetened drink and serum uric acid concentration in USmen and women. *Hypertension*, 50, 306-12.
- Garg ML, Blake R, 1997. Cholesterol dynamics in rats feed diets containing either canolaoil or sunflower oil, *Nutrition Research*, 17 (3) 485-492.
- Ghafoorunissa G, 2008. Role of trans fatty acids in health and challenges to their reduction inIndian foods. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*,17,212–215.
- Gogus U, Smith C, 2010. n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *Int. J. Food Sci. Technol.*, 45, 417–436. acid: A reviewof current knowledge. *International Journal of Food Science & Technology* 6(4), 367-382.
- Gökçe R, Akkuş İ, Yöntem M, Ay M, Gürel A, Çağlayan O and Bodur S, 2000. Effects of dietary oils on lipoproteins, lipid peroxidation and thromboxane A2 production in chicks. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 24(5), 473-478.
- Grant AM, Christie MR, Ashcroft SJ, 1980. Insulin release from human pancreatic islets in vitro.*Diabetologia* 19(2), 114–117.
- Gümüşkesen AS, 1999. Bitkisel yağ teknolojisi. bitkisel yağ sanayicileri derneği, Yayın no.5, 93–143, İzmir.
- Gürcan T, 2002. Trans yağ asitleri ve kalp hastalıkları açısından önemi, *Gıda*, Eylül, 70-71.
- Havel PJ,2005.Dietary fructose: implications for dysregulation of energy homeostasis and lipid/carbohydrate metabolism. *Nutrition Reviews*,63(5),133–157.
- Henninger M, Ulberth F, 1996. Trans fatty acids in margarines and shortenings marketed in Austria. *Zeitschrift für Lebensmittel-Untersuchung und Forschung*,203(3),210-215.
- Henon G, Kemeny Z, Recseg K., Kovar 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, Hunter DJ, Colditz GA, Stampfer MJ, Hankinson SE, Speizer FE, Rosner B, Willett WC, 1999. Association of dietary intake of fat and fatty acids with risk of breast cancer *Jama*, 281(10), 914-920.
- Holub BJ, 2002. Clinical nutrition: 4. Omega-3 fatty acids in cardiovascular care. *Canadian Medical Association Journal*, 166(5),608-615.
- 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 acylacynomycin and reverse effect of ascorbate on ATPase activity. *Experientia* 39, 1362-1366.
- Hu FB, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz G, Liu S, Solomon CG, Willett WC, 2001. Diet, lifestyle, and the risk of type 2 diabetes mellitus in women. *New England Journal of Medicine* 345 (11), 790-797.
- Hui H, Huang D, McArthur D, et al. 2009. Direct spectrophotometric determination of serum fructose in pancreatic cancer patients. *Pancreas*, 38(6), 706-12.
- 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.
- İşgüzar Y, Akbulut G, 2016. Yüksek fruktoz tüketimi ve kanser. *İzmir Katip Çelebi Üniversitesi Sağlık Bilimleri Fakültesi Dergisi*, 1(2), 35-40
- Jameel F, Phang M, Wood LG, Garg ML, 2014. Acute effects of feeding fructose, glucose and sucrose on blood lipid levels and systemic inflammation. *Lipids in Health and Disease*, 13(1),195.
- Jiao L, Flood A, Subar AF, Hollenbeck AR, Schatzkin A, Stolzenberg-Solomon R, 2009. Glycemic index, carbohydrates, glycemic load, and the risk of pancreatic cancer in a prospective cohort study. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 18(4), 1144–51.
- Johnson RJ, Segal MS, Sautin Y, Nakagawa T, Feig DI, Kang DH, Gersch MS, Benner S, Sánchez-Lozada LG, 2007. Potential role of sugar (fructose) in the epidemic of hypertension, obesity and the metabolic syndrome, diabetes, kidney disease, and cardiovascular disease. *The American journal of clinical nutrition*, 86(4), 899-906.
- Kafatos A, Chrysafidis D, Peraki E, 1994. Fatty acid composition of Greek margarines. Margarine consumption by the population of Crete and its relationship to adipose tissue analysis. *International journal of food sciences and nutrition*, 45(2),107-114.
- Kahraman S, Küplülü Ö, 2011. Trans yağ asitleri. *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 82 (2), 15-24.
- Kahyaoğlu G, 2006. Gıda maddelerinde trans yağ asiti içeriklerine ait verilerin toplanması ve değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, Trakya Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karaali A, 1997. Yemeklik yağlar ve sağlıkla ilişkileri. *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.
- Karabulut HA, Yandı İ, 2006. Su ürünlerindeki omega-3 yağ asitlerinin önemi ve sağlık üzerine etkisi. *Ege Üniv. Su Ürünleri Derg.*, 23(1/3), 339-342.
- Karaca E, Aytaç S, 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler. *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 123-131.
- Karaoğlu M, 2011. Yüksek fruktozlu mısır şurubu, *Gıda Mühendisliği Dergisi* 33, 1-12.

- Kavanagh K, Jones KL, Sawyer J, Kelley K, Carr JJ, Wagner JD, Rudel LL, 2007. Trans fat diet induces abdominal obesity and changes in insulin sensitivity in monkeys. *Obesity*, 15(7), 1675–1684.
- Kayahan M, 2002. Modifiye Yağlar ve Üretim Teknolojileri. ODTÜ Yayın. Ankara.
- Kayahan M, 2003. Yağ Kimyası. ODTÜ Yayıncılık, Ankara.
- Kayahan M, 2005. Yağ kimyası. TMMOB Gıda Müh. Odası kitaplar serisi: 18, Ankara.
- Kayahan M, 2009. Sağlıklı beslenme açısından trans yağ asitleri. s. 7-11. II. Geleneksel Gıdalar Sempozyumu. 27-29 Mayıs 2009, Van.
- Kellens M, 1997. Current Developments in Oil refining Technology, Technical Report De Smet-Belgium, Antwerp, Belgium. 35-48.
- Kemeny Z, Recseg K, Henon G, Kövari K, Zwobada F, 2001. Deodorizat of vegetable oils: Predict of trans polyunsaturated fatty acid content. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 78(9), 973-979.
- Kesim M, 1996. Gıda teknolojisi, Anadolu Üniversitesi Yayınları, Eskişehir.
- Kıralan M, Yorulmaz A, Ercoskun H, 2005. Trans yağ asitleri kaynakları ve insan sağlığı üzerine etkileri, *Gıda ve Yem Teknolojisi*, 7, 52-64.
- Kizhner T, Werman MJ, 2002. Long-term fructose intake: biochemical consequences and altered renal histology in the male rat. *Metabolism*, 51, 1538-47.
- Knight J, Assimios DG, Easter L, Holmes RP, 2010. Metabolism of fructose to oxalate and glycolate. *Hormone and metabolic research= Hormon-und Stoffwechselforschung= Hormones et metabolisme*, 42(12), 868-73.
- Kohlemaister L, Simonsen N, Van't VP, Strain J.J, Martin- Moreno JZ, Margolin B, Hutterunen JK, Fernandez-Crehuet Navajas J, Martin BZ, Thamm M, Kardinaal AFM, Kok FJ, 1997. Zidipose tissue trans fatty acids and breast cancer in European Community Multicenter Study on Antioxidants, Myocardial Infraction, and Breast cancer, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*, 6, 705–710.
- Koivisto VA, Yki-Järvinen H, 1993. Fructose and insulin sensitivity in patients with type 2 diabetes. *Journal of Internal Medicine*, 233(2), 145-53.
- Korkmaz A, 2008. Fruktoz; Kronik hastalıklar için gizli bir tehdit. *TAF Prev Med Bull*, 7(4), 343-6.
- Kümeli, 2006. Yağlar, Erişim tarihi 11 Mart 2018. www.taylankumeli.com
- Larqué E, Zamora S, Gil A, 2000. Dietary trans fatty acids affect the essential fatty-acid concentration of rat milk. *The Journal of Nutrition*, 130(4), 847-851.
- Larque E, Zamora S, Gil A, 2001. Dietary trans fatty acids in early life: a review. *Early Human Development*, 65, S31-S41.
- Larsson SC, Bergkvist L, Wolk A, 2006. Consumption of sugar and sugar-sweetened foods and the risk of pancreatic cancer in a prospective study, *American Journal of Clinical Nutrition*, 84(5), 1171-1176.
- Lawson LD, Hill EG, Holman RT, 1983. Suppression of arachidonic acid in lipids of rat tissues by dietary mixed isomeric cis and trans octadecenoates, *The Journal of nutrition*, 113(9), 1827-1835.

- LeBlanc BW, Eggleston G, Sammataro D, Cornett C, Dufault R, Deeby T, et al. 2009. Formation of hydroxymethylfurfural in domestic high-fructose corn syrup and its toxicity to the honeybee (*Apis mellifera*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57(16), 9369–9376.
- Light HR, Tsanzi E, Gigliotti J, Morgan K, Tou JC, 2009. The type of caloric sweetener added to water influences weight gain, fat mass, and reproduction in growing Sprague-Dawley female rats. *Experimental Biology and Medicine*, 234(6), 651-661.
- Linchtenstein AH, Erkkila AT, Lamarche B, Schwab US, Jalbert SM, Ausman LM, 2003. Influence of hydrogenated fat and butter on CVD risk factors: remnant-like particles, glucose and insulin, blood pressure and C-reactive protein. *Atherosclerosis*. 171(1), 97-107.
- Liu H, Heaney AP, 2011. Refined fructose and cancer. *Expert Opinion on Therapeutic Targets*, 15(9), 1049-59.
- 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.
- Mahfouz MM, Smith TL, Kummerow FA, 1984. Effects of dietary fats on desaturase activities and the biosynthesis of fatty acids in rat-liver microsomes, *Lipids*. 19, 214-222.
- Mahley WR, Weisgraber KH, Farese RV, 1998. *Williams textbook of endocrinology, lipid metabolism disorders*, Bölüm 23 Çeviri: Teikkurt C, Dokuzuncu Baskı, W.B. Saunders, Philadelphia.
- Maiztegui B, Borelli MI, Raschia MA, Del Zotto H, Gagliardino JJ, 2009. Islet adaptive changes to fructose-induced insulin resistance: beta-cell mass, glucokinase, glucose metabolism, and insulin secretion, *Journal of Endocrinology*, 200(2), 139-49.
- Malik VS, Schulze MB, Hu FB. 2006. Intake of sugar-sweetened beverages and weight gain: a systematic review. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 84(2), 274-88.
- Mansour MP, Sinclair AJ, 1993. The trans fatty acid and positional (sn-2) fatty acid composition of some Australian margarines, dairy blends and animal fats. *Asia Pacific J Clin Nutr*, 3, 155-163.
- Mattson FH, Grundy SM, 1985. Comparison 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, Rodwell VW, 1993. *Harper's Biochemistry*, Barış Kitabevi, 258-259, İstanbul,.
- Mayes PA, 1996. *Biyoenerji vericiler ve karbonhidrat ile lipid metabolizması "Harper'in Biyokimyası"* Çeviri Dikmen N, Özgünen T, Barış Kitabevi, 116-306, İstanbul, 24. baskı.
- McCullough AJ, 2004. The clinical features, diagnosis and natural history of nonalcoholic fatty liver disease. *Clinics Liver Disease* 8(3), 521–33.
- McKelvey W, Greenland S, Chen MJ, Longnecker MP, Frankl HD, Lee ER, Haile RW, 1999. A case-control study of colorectal adenomatous polyps and consumption of foods containing partially hydrogenated oils. *Cancer Epidemiology and Prevention Biomarkers*, 8(6), 519–524.
- Medina JLA, Gamez MN, Ortega GJ, Noriega RJA, Angulo GO, 2000. Trans fatty acid composition and tocopherol content in vegetable oils produced in Mexico. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77(7), 721-724.
- Meinhold CL, Dodd KW, Jiao L, et al. 2010. Available carbohydrates, glycemic load, and pancreatic cancer: is there a link?. *American Journal of Epidemiology*, 171(11), 1174–1182.

- 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.
- Mensink RP, Katan MB, 1990. Effect of dietary trans fatty acids on high density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects, *New England Journal of Medicine*, 323(7), 439-484.
- Michaud DS, Liu S, Giovannucci E, 2002. Dietary sugar, glycemic load, and pancreatic cancer risk in a prospective study. *The original Journal of the National Cancer Institute*,94.
- Moeller SM, Fryhofer SA, Osbahr III, AJ, Robinowitz CB, 2009& Council on Science and Public Health, American Medical Association. The effects of high fructose syrup. *Journal of the American College of Nutrition*, 28(6), 619-626.
- Morell SF, Nagel R, 2009. Worse than wethought the lowdown on high fructose corn syrup and agave “nectar”.*Wise Traditons*. Spring, 44-52.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW, 2004. *Harper Biyokimya, Nobel Tıp Kitabevleri*, 25, 268-269.
- Nakagawa T, Hu H, Zharikov S, Tuttle KR, Short RA, Glushakova O, Ouyang X, Feig DI, Block ER, Herrera-Acosta J, Patel JM, Johnson RJ, 2006. A causal role for uric acid in fructose-induced metabolic syndrome. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 290(3), 625-31.
- Nas S, Gökalp HY, Ünsal M, 2001. *Bitkisel yağ teknolojisi, Pamukkale Üniversitesi Yayınları*, Denizli, 301.
- Nelson DL, Cox MM, 2005. *Lehninger Biyokimyanın İlkeleri*, Palme yayıncılık, Ankara.
- Nizamlioğlu M, 1998. Lipidler “Biyokimya” Birinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayınevi Ünitesi, Konya,216-264.
- Nomura K, Yamanouchi T, 2012. The role of fructose-enriched diets in mechanisms of nonalcoholic fatty liver disease. *Journal of Nutritional Biochemistry*, 23: 203-208.
- Norris S, 2005. *Fats: The Health Burden, Parlimentary Information and TransResearch Service Science and Technology Division*.
- Nöthlings U, Murphy SP, Wilkens LR, ve ark 2007. Dietary glycemic load, added sugars, and carbohydrates as risk factors for pancreatic cancer: the multiethnic cohort study. *American Journal of Clinical Nutrition*, 86(5), 1495–501.
- Nyby MD, Abedi K, Smutko V, Eslami P, Tuck ML, 2007. Vascular Angiotensin type 1 receptor expression is associated with vascular dysfunction, oxidative stress and inflammation in fructose-fed rats. *Hypertens Research*, 30(5), 451.
- Ouyang X, Cirillo P, Sautin Y, 2008. Fructose consumption as a risk factor for non-alcoholic fatty liver disease, *Journal of Hepatology*, 48(6),993–99.
- Olsen SF, Sørensen JD, Secher NJ, Hedegaard M, Henriksen TB, Hansen HS, Grant A (1992) Randomised controlled trial of effect of fish-oil supplementation on pregnancy duration. *Lancet*339(8800), 1003–1007.
- Oomen CM, Ocke 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.
- Ovesen L, Leth T, 1995. Trans fatty acids: time for legislative action?. *Nutrition & Food Science*, 95(3), 16-19.

- Ovesen L, Leth T, Hansen K, 1996. Fatty acid composition of danish margarines and shortenings, with special emphasis ontrans fatty acids. *Lipids*, 31(9), 971-975.
- Özdemir N, Denkbaş EB, 2003. Hayat veren yağlar: Omega yağları. *Bilim ve Teknik Dergisi*, 78-80.
- Palmer TJ, 1982. Nutritive Sweeteners from starch. In *Nutritive sweeteners*, London: Applied Science Publishers. 83–108.
- Parekh N, Chandran U, Bandera EV, 2012. Obesity in cancer survival. *Annu Review of nutrition*, 32, 311–42.
- Parker K, Salas M, Nwosu VC, 2010. High fructose corn syrup: Production, uses and public health concerns, *Biotechnology and Molecular Biology Review*, 5(5), 71–78.
- Parks EJ, Skokan LE, Timlin MT, Dingfelder CS, 2008. Dietary sugars stimulate fatty acid synthesis in adults. *The Journal of Nutrition*, 138(6), 1039–1046.
- Patel AV, McCullough ML, Pavluck AL, et al. 2007. Glycemic load, glycemic index, and carbohydrate intake in relation to pancreatic cancer risk in a large US cohort. *Cancer Causes Control*, 18(3), 287-94.
- Pehlivanlı N, 2010. Trans-9 18: 1 oktadesenoik asit izomerinin insülin direnci üzerine etkileri. Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Perez-Pozo SE, Schold J, Nakagawa T, Sanchez-Lozada LG, Johnson RJ, Lillo JL, 2010. Excessive fructose intake induces the features of metabolic syndrome in healthy adult men: role of uric acid in the hypertensive response. *International Journal of Obesity*, 34(3), 454-61.
- 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, *Journal of Lipid Research*, 33(3), 399-410.
- Pham-Huy LA, He H, Pham-Huy C, 2008. Free radicals, antioxidants in disease and health. *International Journal of Biomedical Science*, 4(2), 89-96.
- Polan CE, McNeill JJ, Tove SB, 1964. Biohydrogenation of unsaturated fatty acids by rumen bacteria. *Journal of Bacteriology*, 88 (4), 1056-1064.
- Poyrazoğlu AG, 2007. Nişasta endüstrisi atık sularının bitki yetiştirilmesinde kullanım olanaklarının araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Rasmussen BM, Vessby B, Uusituba M, Berglund L, Pedersen E, Riccardi G, Rivellese AA, Tabell L, Hermansen K, 2006. Effects of dietary saturated, monounsaturated, and n-3 fatty acids on blood pressure in healthy subjects, *American Journal of Clinical Nutrition*, 83, 221-226.
- Rivellese AA, Maffettone A, Vessby B, Uusituba M, Hermansen K, Berglund L, Louheranta A, Meyer BJ, 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.
- Rizkalla SW, 2010. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutrition Metabolism*, 7(1), 82.
- Rocchini AP, Katch V, Kveselis D, Moorehead C, Martin M, Lampman R, Gregory M, 1989. Insulin and renal sodium retention in obese adolescents. *Hypertension*, 14(4), 367–374.
- Ross AP, Bartness TJ, Mielke JG, Parent MB, 2009. A high fructose diet impairs spatial memory in male rats. *Neurobiology of Learning and Memory*, 92(3), 410-416.

- Roos NM, Schouten EG, Katan MB, 2003. Trans fatty acids, HDL cholesterol and cardiovascular disease, *Eur J Med Res*, 20, 8(8), 355-7.
- 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(3), 209-215.
- Ruiz-Matute AI, Weiss M, Sammataro D, Finely J, Sanz ML, 2010. Carbohydrate composition of high-fructose corn syrups (HFCS) used for bee feeding: Effect On Honey Composition. *Journal of agricultural and food chemistry*, 58(12), 7317-7322.
- 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(6), 485-490.
- Samur G, 2006. Kalp Damar Hastalıklarında Beslenme. ISBN: 975-590-181-7, Sinem Matbaacılık, Ankara.
- Sanchez-Lozada LG, Le M, Segal M, Johnson RJ, 2008. How safe is fructose for persons with or without diabetes? *Am J Clin Nutr*, 88, 1189-90.
- Sanchez-Lozada LG, Mu W, Roncal C, 2010. Comparison of free fructose and glucose to sucrose in the ability to cause fatty liver. *Europe Journal Nutrition* 49(1), 1-9.
- Sanchez-Lozada LG, Tapia E, Jimenez A, Bautista P, Cristobal M, Nepomuceno T, Soto V, Avila-Casado C, Nakagawa T, Johnson RJ, Herrera-Acosta J, Franco M, 2007. Fructose-induced metabolic syndrome is associated with glomerular hypertension and renal microvascular damage in rats. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, 292(1), 423-429.
- Sanders TAB, 1998. Essential and Trans Fatty Acids in Nutrition. *Nutrition Research Reviews*, 1(1), 57-78.
- 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). *Atherosclerosis*, 149(2), 413-420.
- Schmidt S, 2000. Formation of trans unsaturation during partial catalytic hydrogenation. *European Journal of Lipid Science and Technology* 102(10), 646-648.
- Schwarz W, 2000. Trans unsaturated fatty acids in European nutrition. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(10), 633 – 635.
- Semma M, 2002. Trans Fatty Acids: Properties, Benefits and Risks. *Journal of Health Science*, 48 (1) 7-13.
- Sen S, Chakraborty R, Sridhar C, Reddy YSR, De B, 2010. Free radicals, antioxidants, diseases and phytomedicines: Current status and future prospect. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 3(1), 91-100.
- Sen S, Chakraborty R, 2011. The role of antioxidants in human health. *Oxidative stress: diagnostics, prevention, and therapy*, American Chemical Society, 1083, 1-37.
- Serpen A, 2013. Nüfus Kotası Arttırılırken, Obezite ile Mücadele için Günde En Az Otuz Dakika Yürüyün Şeklinde Öneride Bulunmak Ne Derece Mantıklı? *Tarım Gündem Dergisi Mayıs-Haziran 2013*, Yıl 3, Sayı 14.
- Sharabi Y, Oron-Herman M, Kamari Y, Avni I, Peleg E, Shabtay Z., ..., Shamiss A, 2007. Effect of PPAR- γ agonist on adiponectin levels in the metabolic syndrome: lessons from the high fructose fed rat model. *American Journal of Hypertension*, 20(2), 206-210.

- Shapiro A, Mu W, Roncal C, Cheng KY, Johnson RJ, Scarpace PJ, 2008. Fructose-induced leptin resistance exacerbates weight gain in response to subsequent high-fat feeding. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 295(5), R1370-5.
- Shoham DA, Durazo-Arvizu R, Kramer H, Luke A, Vupputuri S, Kshirsagar A, Cooper RS, 2008. Sugary soda consumption and albuminuria: results from the National Health and Nutrition Examination Survey, *PloS one*, 3(10), e3431.
- Silversa SA, Rohan TE, Jain M, et al. 2005. Glycemic index, glycemic load, and pancreatic cancer risk (Canada). *Cancer Causes and Control*, 16(4), 431–436.
- Slaterry ML, Benson J, Ma KN, Schaffer D, Potter JD, 2001. Trans fatty acids and colon cancer. *Nutrition and Cancer* 39(2), 170–175.
- Smith LM, Dunkley WL, Franke A, Dairiki T, 1978. Measurement of trans and other isomeric unsaturated fatty acids in butter and margarine. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 55(2), 257.
- Stanhope KL, 2009. Consuming fructose sweetened, not glucose-sweetened, beverages increases visceral adiposity and lipids and decreases insulin sensitivity in overweight/obese humans. *The Journal of Clinical Investigation*.119(5), 1322-1334.
- Stanhope KL, Havel PJ, 2008. Fructose consumption: potential mechanisms for its effects to increase visceral adiposity and induce dyslipidemia and insulin resistance. *Current Opinion in Lipidology*, 19(1), 16-24.
- Steinhart H, Pfalzgraf A, 1994. Transfettsäuren in lebensmitteln. *Lipid/Fett*, 96(2), 42-44.
- Stender S, Dyerberg J, 2004. Influence of trans fatty acids on health. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 48(2), 61-66.
- Sundram K, İsmail 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(3), 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(3), 5-14.
- Tappy L, Le KA, Tran C, Paquot N, 2010. Fructose and metabolic diseases: New findings, new questions. *Nutrition*, 26(11-12), 1044–1049.
- 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. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 80(8),825-828.
- Taşan M, Kahyaoğlu G, Demirci M, 2007. Beslenmemizde trans yağ asitlerinin kaynakları. *Gıda Teknolojisi*, 11 (7) 50–54.
- Taylor EN, Curhan GC, 2008. Fructose consumption and the risk of kidney stones. *Kidney International*, 73(2), 207-212.
- Tekin A, Çizmeci M, Karabacak H, Kayahan M, 2002. Trans FA and solid fat contents of margarines marketed in Turkey. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79(5), 443-445.

- Thorburn AW, Storlien LH, Jenkins AB, Khouri S, Kraegen EW, 1989. Fructose-induced invivo insulin resistance and elevated plasma triglyceride levels in rats, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 49(6),1155-1163.
- TurasanE, 2014. Yüksek fruktozlu mısır şurubunun sıçanlarda subkronik etkisinin araştırılması. Yüksek Lisans Tezi, Hacettepe ÜniversitesiBiyoloji Anabilim Dalı, Ankara.
- Vasselli JR, Scarpance PJ, Harris RB, Banks WA, 2013. Dietary Components in the Development of Leptin Resistance, *Adv Nutrition*, 164-75.
- Wagner KH, Auer E, Elmadfa I, 2000. Content of trans fatty acids in margarines, plant oils, fried products and chocolate spreads in Austria. *European Food Research and Technology*, 210(4), 237-241.
- Wang X, Jia X, Chang T, Desai K, Wu L, 2008. Attenuation of hypertension development by scavenging methylglyoxal in fructose-treated rats. *Journal of Hypertension*, 26(4),765-72.
- 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 ingerbils, *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 14(10), 584-590.
- Wolff RL, 1992. Trans -polyunsaturated fatty acid in french edible rapeseed and soybean oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 69(2), 106-110.
- Wolff RL, 1993-a. Heat-induced geometrical isomerization of -linolenic acid: effect of temperature and heating time on the appearance of individual isomers, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(4), 425-430.
- Wolff L, 1993-b. Occurence of artificial trans -polyunsaturated fatty acids in refined (deodorized) walnut oils. *Sciences des Aliments*, 13, 155-163.
- Wolff RL, 1993-c. Further studies on artificial geometrical isomers of -linolenic acid in edible linolenic acid-containing oils. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 70(3),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.*Journal of the American Oil Chemists' Society*, 71(10), 1129-1134.
- Yemişçioğlu F, Bayaz M, Gümüskesen AS, 2010. Hidrojene yağların fiziksel ve kimyasal özelliklerine işlem koşullarının etkisi: pamuk yağının hidrojenasyon sürecinin incelenmesi (İngilizce). *Gıda Dergisi*, 35(1).
- Yiğit Ş, 2007. Türkiye'de marketlerdeki cipslerdeki trans yağ asitlerinin belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi,Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Yli-Jama P, Meyer HE, Ringstad J, Pedersen JI, 2002. Serum free fatty acid pattern and risk of myocardial infarction: a case-controlstudy. *Journal of internal medicine*, 251(1), 19-28.
- Yüksel E, 2010. Çeşitli rafine bitkisel yağlarda ve kahvaltılık margarinlerde bazı element içeriklerinin belirlenmesi Yüksek Lisans Tezi, Namık Kemal Üniversitesi. Tekirdağ.
- Zhang X, Albanes D, Beeson WL, et al. 2010. Risk of colon cancer and coffee, tea, and sugar-sweetened soft drink intake: pooled analysis of prospective cohort studies. *Journal of the National Cancer Institute*, 102 (11), 771-783.
- 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. *Journal of Lipid Research*, 33(3), 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

1992 yılında Konya’da doğdu. İlkokul,ortaokulve lise eğitimini Konya’ nın farklı ilçelerinde tamamladı. 2010 yılında Selçuk Üniversitesi Ahmet Keleşoğlu Eğitim Fakültesi Fen Bilgisi Öğretmenliği bölümünü kazandı ve 2014 yılında mezun oldu. 2015 yılında Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Biyokimya Anabilim Dalı’nda yüksek lisans eğitimine başladı.

