



T.C.
NECMETTİN ERBAKAN
ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ



OBEZ BİREYLERDE ERİTROSİT
MEMBRANI VE PLAZMA YAĞ ASİDİ
KOMPOZİSYONLARININ
DEĞERLENDİRİLMESİ

Behiç Selman ERDOĞDU

DOKTORA TEZİ

Kimya Anabilim Dalı

Temmuz-2024
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Behiç Selman ERDOĞDU tarafından hazırlanan “**Obez bireylerde eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonlarının değerlendirilmesi**” adlı tez çalışması 18/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Kimya Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

İmza

Başkan

Prof. Dr. Hüseyin KARA

.....

Danışman

Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM

.....

Üye

Prof. Dr. Bedrettin MERCİMEK

.....

Üye

Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU

.....

Üye

Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA

.....

Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu’nun/..../20.... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof. Dr. Havvanur UÇBEYİAY
FBE Müdürü

Bu tez çalışması Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 191451002 nolu proje ile desteklenmiştir.

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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

İmza

Behiç Selman ERDOĞDU

Tarih:

ÖZET

DOKTORA TEZİ

OBEZ BİREYLERDE ERİTROSİT MEMBRANI VE PLAZMA YAĞ ASİDİ KOMPOZİSYONLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Behiç Selman ERDOĞDU

Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü
Kimya Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM
Ortak Danışman: Prof. Dr. Abdullah SİVRİKAYA

2024, 182 Sayfa

Jüri

Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM (Danışman)
Üye Prof. Dr. Hüseyin KARA
Üye Prof. Dr. Bedrettin MERCİMEK
Üye Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU
Üye Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA

Obezite, günümüzde fazla sayıda insanı etkileyen dünya çapında bir sağlık sorunudur. Kilo artışının yanı sıra diyabet, kanser, metabolik sendrom, inflamatuvar hastalıklar gibi çok sayıda metabolik bozukluğu da beraberinde getirmektedir. Yağ asitleri; çeşitli hücre ve dokularda serbest halde ve az miktarda bulunan, genellikle doğal yağlar, fosfolipidler, glikolipidler ve sterol esterlerinin bileşimine giren maddelerdir. Membran yapısının doğal bir bileşeni olan yağ asitleri, zar akışkanlığını etkileyerek çeşitli hastalıklarda önemli rol oynadığı bilinmektedir. Obez bireylerin eritrosit membranı ve plazmalarında bulunan yağ asitlerinin kompozisyonlarının bilinmesi, ileride görülmesi muhtemel hastalıklardan korunma veya tedavi süreçlerinde de yol gösterici olabilmesi açısından önemlidir. Bu nedenle, bu çalışmada bilinen herhangi bir sağlık sorunu bulunmayan 19-68 yaş aralığındaki 40 (16 erkek, 24 kadın) obez birey ile aynı yaş grupları arasında yer alan 30 (16 erkek, 14 kadın) sağlıklı bireyin eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonu incelenmiştir. Deneklerden alınan açlık kan örneklerinden elde edilen serumdan rutin testler otoanalizörde, plazmadan ise eritrosit membranı ve plazma yağ asidi analizleri gaz kromatografisinde (GC-FID) gerçekleştirilmiştir. Elde ettiğimiz veriler temel istatistikî metotlar ve temel bileşen analizi (PCA) ile analiz edilmiştir. Ayrıca, eritrosit membranı ve plazma yağ asidi % oranlarının ROC analizi yapılarak AUC ve kesme değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan istatistikî analiz sonucunda, obez bireylerin eritrosit membranlarında C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3ω6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+20:3ω6 ve C20:3ω3 % oranları ise düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Plazma yağ asitlerinden C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, C12:0, C14:0, C16:0, C18:2 cis ve C20:3ω3 yağ asidi % oranları ise düşük bulunmuştur ($p<0.05$). PCA analizi sonucunda; eritrosit membranında C16:0, C18:0, C20:4, C24:0 ve C24:1, plazmada ise C16:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C20:0, C20:4 ve C24:0'ın öne çıkan yağ asitleri oldukları tespit edilmiştir. ROC analizi sonuçları değerlendirildiğinde ise eritrosit membranı ve plazmada C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamının (sırasıyla AUC değerleri 0.918 ve 0.985) hasta ve kontrol grubunu ayırım gücünün yüksek olduğu tespit edilmiştir.

Sonuç olarak, obez olan bireylerdeki yağ asidi kompozisyonunun hem eritrosit membranında hem de plazmada önemli ölçüde değiştiği görülmektedir. Eritrosit membranında C16:0, C20:4, C24:0 ve C24:1, plazmada ise C16:0, C20:0, C20:4 ve C24:0'ın obez bireylerde istatistikî olarak önemli yağ asitleri olduğu tespit edilmiştir. Eritrosit membranı yağ asitlerinden C16:0'ın 38'den, C18:3ω6'nın 2.8'den küçük, C24:0'ın 1.7'den, C24:1'in 0.8'den büyük, plazmada ise C16:0'ın 38'den, C18:2 cis'in

25.4'ten küçük, C20:4'ün ise 0.3'ten büyük olmasının, ayrıca; C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamının eritrosit membranında 8.548'den, plazmada ise 3.138'den yüksek olmasının obezitenin tanımlanmasında ve obeziteye bağlı hastalıkların erken tanısında yardımcı bir biyomarkör olarak değerlendirilebileceği kanaatine varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Eritrosit membranı, gaz kromatografisi, obezite, plazma, yağ asitleri.



ABSTRACT

Ph.D. THESIS

EVALUATION OF ERYTHROCYTE MEMBRANE AND PLASMA FATTY ACID COMPOSITIONS IN OBESE INDIVIDUALS

Behiç Selman ERDOĞDU

THE GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCE OF
NECMETTİN ERBAKAN UNIVERSITY
THE DEGREE OF DOCTOR OF PHILOSOPHY
IN CHEMISTRY

Advisor: Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM
Co-Advisor: Prof. Dr. Abdullah SİVRİKAYA

2024, 182 Pages

Jury

Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM (Advisor)
Jury Prof. Dr. Hüseyin KARA
Jury Prof. Dr. Bedrettin MERCİMEK
Jury Prof. Dr. İbrahim Ender MÜLAZIMOĞLU
Jury Prof. Dr. Mustafa TOPKAFA

Obesity is a worldwide health problem affecting more and more people every day. In addition to weight gain, it is associated with numerous metabolic disorders such as diabetes, cancer, metabolic syndrome and inflammatory diseases. Fatty acids are substances that are found in free and small amounts in various cells and tissues, usually in the composition of natural fats, phospholipids, glycolipids and sterol esters. Fatty acids, a natural component of membrane structure, are known to play an important role in various diseases by affecting membrane fluidity. It is important to know the composition of fatty acids in erythrocyte membranes and plasma of obese individuals in order to guide the prevention or treatment of possible future diseases. Therefore, in this study, the erythrocyte membrane and plasma fatty acid composition of 40 obese individuals aged 19-68 years without any known health problems and 30 healthy individuals between the same age groups were examined. Fasting blood samples from the subjects were analyzed by autoanalyzer for routine tests and by gas chromatography (GC-FID) for fatty acid analysis.

The results of statistical analysis showed that C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1, and C22:6 fatty acid % ratios were higher, and C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+20:3 ω 6 and C20:3 ω 3 fatty acid % ratios were lower in the erythrocyte membrane of obese individuals compared to healthy subjects. In the plasma; while C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 and C22:6 fatty acid % ratios were higher, C12:0, C14:0, C16:0, C18:2 cis and C20:3 ω 3 fatty acid % ratios were lower among the obese individuals compared to healthy subjects. The results of PCA analysis revealed that C16:0, C18:0, C20:4, C24:0 and C24:1 in the erythrocyte membrane, and C16:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C20:0, C20:4 and C24:0 in the plasma were found significant. ROC analysis results indicated that, in erythrocyte membrane and plasma, the sum of C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 (AUC values 0.918 and 0.985, respectively) were found to have high discrimination power between patients and controls.

In conclusion, fatty acid composition of both erythrocyte membrane and plasma significantly changed in obese individuals. It is thought that C16:0, C20:4, C24:0 and C24:1 in erythrocyte membrane and C16:0, C20:0, C20:4 and C24:0 in plasma are statistically significant fatty acids in obese individuals. In erythrocyte membrane fatty acids; if C16:0 is less than 38 and C18:3 ω 6 is less than 2.8, C24:0 is greater than 1.7 and C24:1 is greater than 0.8; while in plasma, if C16:0 is less than 38, C18:2 cis is less

than 25.4 and C20:4 is greater than 0.3; and, if the sum of C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:0+C24:1+C22:6 higher then 8.548 in erythrocyte membrane and then 3.138 in plasma, we humbly conclude that these findings might be considered as an auxiliary biomarker in the identification of obesity and early diagnosis of obesity-related disorders.

Keywords: Erythrocyte membrane, fatty acids, gas chromatography, obesity, plasma.



ÖNSÖZ

Eğitimim sürecinde benden desteklerini esirgemeyen, bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren danışmanlarım Prof. Dr. Mustafa YÖNTEM'e ve Prof. Dr. Abdullah SİVRİKAYA'ya, laboratuvarını açarak bana her türlü imkanı sağlayan Prof. Dr. Hüseyin KARA'ya, yağ asidi ve istatistiki analizlerimde yardımlarını esirgemeyen Doç. Dr. İsmail TARHAN, Doç. Dr. Ahmet PEKGÖR ve Oktay KALKAN'a, vaka seçiminde yardımcı olan Dr. Cem Onur KIRAÇ ve Prof. Dr. Süleyman BALDANE'ye, Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Endokrinoloji Kliniği personeline, kıymetli ağabeyim Doç. Dr. Fatih ERCİ'ye, bu günlere gelmemde maddi-manevi desteklerini esirgemeyen aileme ve bu süreçte özveri ile tahammül gösteren kıymetli eşime en içten şükranlarımı sunarım.

Behiç Selman ERDOĞDU
KONYA-2024

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....

ÖNSÖZ

İÇİNDEKİLER

SİMGELER VE KISALTMALAR.....

1. GİRİŞ.....

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI.....

2.1. Obezite 15

2.1.1. Obezitenin tanımı 15

2.1.2. Obezitenin sınıflandırılması 15

2.1.3. Obeziteyi belirlemede kullanılan yöntemler 16

2.1.4. Obeziteyle ilişkili komplikasyonlar 18

2.2. Yağ Asitleri 24

2.2.1. Yağ asitlerinin yapısı, sınıflandırılması ve isimlendirilmesi 24

2.2.2. Çalışmamızda incelediğimiz yağ asitlerinin özellikleri 29

2.3. Yağ asitlerinin organizmaya etkileri 37

3. MATERYAL VE METOT.....

3.1. Materyal 42

3.1.1. Çalışma grubunun oluşturulması 42

3.1.2. Kan örneklerinin toplanması ve hazırlanması 42

3.2. Metot 43

3.2.1. Rutin biyokimyasal analizler	43
3.2.2. Kullanılan kimyasal maddeler	43
3.2.3. Kullanılan ekipman ve cihazlar	44
3.2.4. Çalışma için gerekli reaktiflerin hazırlanması	45
3.2.5. Eritrosit membranı ve plazmadan yağ asitlerinin ekstraksiyonu	45
3.2.6. Metil esteri kullanımının avantajları ve transmetilasyon reaksiyonu	46
3.2.7. Kromatografi ön deneme ve kalibrasyon çalışmaları	47
3.2.8. Elde ettiğimiz verilerin analizi	50
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	53
4.1. Araştırma Sonuçları	53
4.2. Tartışma	115
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	126
5.1. Sonuçlar	126
5.2. Öneriler	128
6. KAYNAKLAR	130

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler

α : Alfa

β : Beta

γ : Gama

Δ : Delta

ω : Omega

Kısaltmalar

AA: Araşidonik Asit

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ALA: α -Linolenik Asit

DDA: Dokosadienoik Asit

DGLA: Dihomo- γ -Linolenik Asit

DHA: Dokosaheksaenoik Asit

dL: Desilitre

DM: Diabetes Mellitus

EDA: Eikosadienoik Asit

EDTA: Etilen Diamin Tetraasetik Asit

EM: Eritrosit Membranı

EPA: Eikosapentaenoik Asit

ETA: Eikosatrienoik Asit

FAME: Fatty Acid Methyl Ester (Yağ Asidi Metil Esteri)

FT₃: Free Triiodothyronine, Serbest Triiodotironin

FT₄: Free Thyroxine, Serbest Tiroksin

GC-FID: Gas Chromatography-Flame Ionisation Detector (Gaz Kromatografisi-Alev İyonizasyon Dedektörü)

GLA: γ -Linolenik Asit

HbA_{1c}: Glikozillenmiş Hemoglobin

HDL-C: High Density Lipoprotein Cholesterol (Yüksek Yoğunluklu Lipoprotein Kolesterol)

Il-6: İnterlökin-6

Il: İnterlökin

IUPAC: International Union of Pure and Applied Chemistry (Uluslararası Temel ve Uygulamalı Kimya Birliği)

KOAH: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı

LA: Linoleik Asit

LDL-C: Low Density Lipoprotein Cholesterol (Düşük Yoğunluklu Lipoprotein Kolesterol)

MetS: Metabolik Sendrom

mRNA: Mesajcı Ribonükleik Asit

MUFA: Monounsaturated Fatty Acid (Tekli Doymamış Yağ Asidi)

PCA: Principal Component Analysis (Temel Bileşen Analizi)

PTFE: Politetrafloroetilen

PUFA: Polyunsaturated Fatty Acid (Çoklu Doymamış Yağ Asidi)

ROC: Receiver Operating Characteristic (Alıcı İşletim Karakteristiği)

rpm: Revolutions Per Minute (Dakikadaki Devir Sayısı)

SDBY: Son Dönem Böbrek Yetmezliği

SFA: Saturated Fatty Acid (Doymuş Yağ Asidi)

SYA: Serbest Yağ Asitleri

T2DM: Tip 2 Diabetes Mellitus

TG: Trigliserit

TNF- α : Tümör Nekroz Faktörü- α

tr: trans

TSH: Thyroid Stimulating Hormone (Tiroid Uyarıcı Hormon)

UV: Ultraviolet (Morötesi)

VKİ: Vücut Kitle İndeksi

VLDL: Very Low-Density Lipoprotein (Çok Düşük Yoğunluklu Lipoprotein)

WHO: Dünya Sağlık Örgütü

YA: Yağ Asitleri

1. GİRİŞ

Obezite, prevalansı gün geçtikçe artmakta olan epidemik bir halk sağlığı sorunudur. Günümüzde batı diyeti olarak adlandırılan ve yüksek kaloriye sahip endüstriyel işlenmiş ürünlerin sıklıkla tüketildiği bir beslenme profili, geçmişe göre çok daha az hareket içeren bir hayat tarzı ile birleşmiştir. Yüksek kalori alımı ve düşük egzersiz sonucunda ise obezite ortaya çıkmaktadır.

Obezite, yalnızca vücuttaki yağ oranının artması ve vücut kitle indeksindeki artışla sınırlandırılmayacak bir durumdur. Obezite ile vücuttaki normal fizyolojik mekanizma bozulmakta; başta kardiyovasküler rahatsızlıklar olmak üzere diyabet, insülin direnci, inflamasyon, endokrinolojik bozukluklar ve kanser gibi çok sayıda sağlık sorunlarına yol açmaktadır. Obezite, belirli genetik bozuklukların yanı sıra bireysel beslenme profili ve yeme-içme alışkanlıklarından da direkt olarak etkilenmektedir. Obezitenin ortaya çıkmasında diyetle alınan yağ miktarı ve niteliği de büyük önem arz etmektedir. Batı tarzı beslenmede, hem yemekteki karbonhidrat oranı hem de yemeğin hazırlanmasında kullanılan yağ miktarı yüksektir. Nüfusun artması ve günlük hayat şeklinin değişmesi sonucunda, raflarda doğal yağlardan çok endüstriyel olarak işlem görmüş yağ çeşitleri yer almaktadır. Günümüzde, hem sosyoekonomik hem de lezzete katkıları ve daha uzun raf ömrü gibi nedenlerle endüstriyel olarak işlem görmüş yağların tüketimi artmıştır. Özellikle trans yağların sıklıkla tüketilmesi obeziteye ve kardiyovasküler hastalıklar başta olmak üzere çeşitli bozukluklara yol açması bakımından önemli bir risk oluşturmaktadır.

Yağ asitleri; çeşitli hücre ve dokularda serbest halde ve az miktarda bulunan, doğal yağlar, fosfolipidler, glikolipidler, sterol esterleri ve çeşitli mumların bileşimine giren bileşiklerdir. Biyolojik membranlar ise protein ve lipitlerden oluşan kompleks yapılardır. Biyolojik membranların akışkanlığı, içerdikleri fosfolipidlerde bulunan doymamış yağ asidi miktarı ile doğru orantılı olduğu bilinmektedir.

Eritrositler; ortalama 120 gün ömürleri olan, solunum gazlarının taşınmasında görev alan ve kan dokusunda en fazla sayıda bulunan şekilli elemanlardır. Eritrosit zarı da yapısına katılan yağ asitlerinin özelliklerinden etkilenerek fiziksel ve kimyasal farklılıklar gösterebilmekte, membran akışkanlığının değişmesi neticesinde

görülebilecek çeşitli hastalıklarda önemli roller oynayabilmektedir. Diyetle alınan yağlar kısa sürede plazmayı, uzun sürede ise biyolojik zarları etkilemektedir.

Obez bireylerde serum lipid profilinin, eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonunun sağlıklı kontrollere göre nasıl etkilendiğini ve bunun olası diğer hastalıklar üzerine etkilerini incelemek amacıyla böyle bir çalışmayı planladık.



2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Obezite

2.1.1. Obezitenin tanımı

Obezite, Dünya Sağlık Örgütü (WHO) tarafından “vücut yağ miktarının sağlığı bozacak şekilde aşırı veya anormal birikmesi” olarak tanımlanmıştır (World Health Organisation, 2021b). Obezite; prevalansı gittikçe artmakta olan ve 2030 yılına kadar dünya genelinde bir milyardan daha fazla insanı etkileyeceği düşünülen; başta kardiyovasküler hastalıklar olmak üzere çeşitli metabolik bozukluklara (insülin direnci, metabolik sendrom ve tip 2 diyabet gibi) ve bu bozukluklara bağlı ölümlere yol açabilen önemli bir halk sağlığı sorunudur (Phillips, 2013). Obezitenin nedenleri arasında çocukluk ve ergenlik dönemindeki obezitenin yetişkinlikte de devam etmesi, cinsiyet, doğum kontrol hapları, gebelik, menopoz, yaşam alanı, yiyecek erişimi, yaş, davranışsal faktörler, engellilik, beslenme alışkanlıkları, çeşitli sağlık sorunları, akıl sağlığı, ilaç kullanımı, sosyoekonomik faktörler ve etnik köken gibi unsurlar sayılabilir (Mehrzad, 2020).

2.1.2. Obezitenin sınıflandırılması

Obezite;

- yağ birikiminin lokalizasyonuna,
- adipöz doku hücrelerinin sayısı ve büyüklüğüne,
- etiyojisine bağlı olmak üzere üç ana başlıkta sınıflandırılmaktadır.

2.1.2.1. Yağ birikiminin lokalizasyonuna göre obezite

Obezite, vücutta yağ birikiminin görüldüğü yere göre santral (android) ve periferik (jinoid) tip olarak sınıflandırılır. Santral tipte abdominal yağ birikimi görülürken, periferik tipte yağ birikimi kalça ve uyluk bölgelerinde görülür. Periferik tipte kalçalar neredeyse yuvarlak bir şekil alır ve normal bireylere kıyasla çok daha büyük bir görünüme sahiptir. Santral tip obez bireylerin periferik tip obez bireylere kıyasla; diabetes mellitus (DM), metabolik sendrom (MetS) ve kalp rahatsızlıklarına yakalanma risklerinin daha fazla olduğu, ayrıca kardiyovasküler hastalıklar, gut ile ilişkili hipertansiyon ve çeşitli kanserlerin de santral tip obezite ile bağlantılı olduğu bilinmektedir (Aras vd., 2015).

2.1.2.2. Yağ dokusu hücrelerinin (adiposit) sayısına ve büyüklüğüne göre obezite

Obezite, hiperplazik ve hipertrofik olarak iki sınıfta incelenebilir. Hiperplazik obezite, yağ hücrelerinin sayıca artması ile karakterize olup adipöz dokunun gelişmekte olduğu erken (çocukluk) dönemlerde görülen bir durumdur. Hipertrofik obezite ise yağ hücrelerinin hacimce büyüyerek yağ depolama kapasitesinin arttığı obezite türü olup daha çok erişkin dönemde görülmektedir. Ayrıca, obezitenin ilerlemesinde ek yağ depolama kapasitesi ihtiyacını karşılamak amacıyla hipertrofinin hiperplaziden önce ortaya çıktığı da iddia edilmektedir (Jo vd., 2009).

2.1.2.3. Etiyolojiye göre obezite

Obezite, altta yatan patolojik bir durum olup olmamasına göre endojen ya da eksojen olarak iki ana grupta incelenir. Eksojen obezite; herhangi bir bozukluğa bağlı olmaksızın fazla kalori alımı ve daha az hareket ile karakterize olup, sağlıklı beslenme, düşük fiziksel aktivite, ekran karşısında fazla zaman harcanması, uyku azlığı, ailesel faktörler ve okuldaki beslenme profili gibi pek çok durumla ilişkilendirilmektedir (Esen & Ökdemir, 2018). Genetik ve endokrinolojik bozukluklar sonucunda ortaya çıkan obezite ise endojen obezite olarak tanımlanmıştır (Güneş, 2013). Endojen obeziteye yol açan faktörler arasında monogenik nedenler (çeşitli gen defektleri), genetik sendromlar ve endokrin nedenler (hipotiroidizm, Cushing sendromu, hipotalamik obezite, growth hormon eksikliği gibi) sayılabilir (Esen & Ökdemir, 2018).

2.1.3. Obeziteyi belirlemede kullanılan yöntemler

Obezitenin belirlenmesinde vücut yağının direkt ve indirekt ölçümü olmak üzere iki temel metot kullanılmaktadır.

2.1.3.1. Vücut yağının direkt ölçümü

Vücut yağının direkt ölçümü biyoelektrik impedans olarak adlandırılan ve dokulara elektrik verilmesi sonucunda her bir dokunun farklı elektriksel direnç uygulaması prensibine dayanır. Biyoelektrik impedansın diğer metotlara göre; daha net sonuç vermesi, girişimsel olmaması, kısa sürede sonuç vermesi, ucuz olması, vücuttaki yağ miktarını ve dağılımını vücut kütle indeksinden daha iyi yansıtması avantajları arasında sayılabilir (Wright vd., 2008).

2.1.3.2. Vücut yağının indirekt ölçümü

İndirekt yağ ölçümü; obezitenin klinik tanısında pratikte sıklıkla kullanılan antropometrik teknikler olup, bunlar arasında vücut kütle indeksi (VKİ, Quetelet indeksi), ideal ağırlık yüzdesi, bel çevresi, bel/kalça oranı, bel/boy oranı, deri kıvrım kalınlığı, çift-enerjili X-Ray absorpsiyonu (DEXA) ve hidrostatik dansitometri ölçüm metotları yer alır.

Deri kıvrım kalınlığı; kaliper adı verilen bir aparat ile ölçülen, vücuttaki yağ düzeyini direkt olarak gösteren bir ölçüm yöntemidir. Beden üzerinde on kadar ayrı noktadan ölçülebilmekle birlikte genellikle sol kürek kemiği altından (sırt) ya da sol koldan (triceps) alınan ölçümler tercih edilmektedir. Yaşa ve cinsiyete göre persentil değerleri belirlenmiş olup, triceps ölçümü 30-50 yaş arası erkeklerde 23 mm'den, kadınlarda ise 30 mm'den daha fazla olmamalıdır (Yerlikaya, 2010).

Bel/kalça oranı; bölgesel yağ birikimini göstermesi açısından önemli olup, sonuçları kardiyovasküler hastalık riskini belirlemede diğer metotlara göre daha değerlidir (Yerlikaya, 2010).

VKİ, kişinin ağırlığının (kg), boyunun (m) karesine bölünmesi ile elde edilen indirekt bir ölçüm metodudur (Aras vd., 2015).

$$VKİ = \frac{\text{Ağırlık (kg)}}{[\text{Boy (m)}]^2}$$

VKİ, klinik uygulamalarda obezitenin tespiti, sınıflandırılması ve karakterizasyonu için en yaygın kullanılan basit ve kabul görmüş bir ölçüm endeksidir (Bennasar-Veny vd., 2013). Bu avantajlarının yanı sıra; cinsiyet, çocukluk, sporculuk, etnik köken, vücut yağının bileşimi ve dağılımı gibi önemli değişken parametrelerde anormal sonuçlar verebilmesi nedeniyle VKİ'nin kullanım alanı ve sınırları halen tartışmalı olup bu konuda çeşitli çalışmalar gerçekleştirilmiştir (Bennasar-Veny vd., 2013; Rothman, 2008).

Obezite, yaygın olarak bilindiği ve WHO tarafından belirlenen şekliyle üç sınıfta incelenmektedir (Çizelge 2.3). Ancak obeziteden etkilenen insan sayısının fazla olması ve günden güne hızla artması nedeniyle Amerikan Kalp Derneği tarafından Sınıf IV:

VKİ = 50-59,9 kg/m² ve Sınıf V: VKİ ≥ 60 kg/m² olmak üzere ek alt gruplar önerilmektedir (Poirier vd., 2009, 2011).

Çizelge 2.3. WHO tarafından Avrupa için belirlenen VKİ-Beslenme Durumu sınıflandırması (World Health Organisation, 2021a).

Vücut Kitle İndeksi (kg/m ²)	Beslenme Durumu
< 18,5	Zayıf
18,5 – 24,9	Normal kilolu
25,0 – 29,9	Aşırı kilolu (Şişman)
30,0 – 34,9	Obezite Sınıf I
35,0 – 39,9	Obezite Sınıf II
> 40,0	Obezite Sınıf III

2.1.4. Obeziteyle ilişkili komplikasyonlar

Obez olarak geçirilen sürenin uzun olması veya morbid obeziteye doğru gelişim göstermesi, obeziteyle ilişkili komplikasyonların daha sık ve yüksek oranda görülmesine neden olmaktadır (Güneş, 2013). Çizelge 2.4'te obezitenin neden olduğu komplikasyonlar gösterilmiştir.

Çizelge 2.4. Obezitenin neden olduğu komplikasyonlar (Güneş, 2013; Korkmaz, 2018)

Kardiyovasküler sistem	<ul style="list-style-type: none"> Hipertansiyon Ateroskleroz Kardiyomiopati 	<ul style="list-style-type: none"> Dislipidemi Koroner kalp hastalığı Kalpyetmezliği
Endokrin sistem	<ul style="list-style-type: none"> Hiperinsülinemi İnsülin direnci 	<ul style="list-style-type: none"> Tip II diabetes mellitus Gonadal disfonksiyon
Gastrointestinal sistem	<ul style="list-style-type: none"> Kolelitiazis Hepatosteatoz Gut 	<ul style="list-style-type: none"> Gastroözefagiyal reflü Alkolik olmayan steatohepatit Genu varum ve Genu valgum
Kas ve iskelet sistemi	<ul style="list-style-type: none"> Osteoartrit Blount hastalığı 	<ul style="list-style-type: none"> Femur başı kayması Pes planus (Düz tabanlık)
Sinir sistemi	<ul style="list-style-type: none"> Psödötümör serebri 	
Pulmoner damarlar	<ul style="list-style-type: none"> Pick-Wickian sendromu Obstrüktif uyku apnesi Primer alveolar hipoventilasyon 	
Dermatolojik etkileri	<ul style="list-style-type: none"> Frajilis kutis inguinalis Akantozis nigrikans (Boyun ve koltuk altında koyulaşma) 	
Psikiyatrik etkileri	<ul style="list-style-type: none"> Depresyon, anksiyete 	
İmmün sistem	<ul style="list-style-type: none"> İmmün yanıtta gecikme ve zayıflama 	
Erkeklerle etkileri	<ul style="list-style-type: none"> Oligospermi Artmışöstrojendüzeyleri 	<ul style="list-style-type: none"> Testosteron düzeylerinde azalma Prostat, rektum ve kolon kanseri
Kadınlara etkileri	<ul style="list-style-type: none"> Fertilitede azalma Erken menarş Erken menopoz 	<ul style="list-style-type: none"> Polikistik over sendromu Menstrüel siklusta bozukluklar Over, serviks, meme ve endometrium kanseri

2.1.4.1. Obezitenin kardiyovasküler hastalıklarla ilişkisi

Obezitenin kardiyovasküler sistem üzerine oldukça fazla etkisi bulunmaktadır (Çizelge 2.5). Vücut yağının aşırı miktarda ve kronik olarak birikimi metabolik değişikliklere yol açmakta, kardiyovasküler risk faktörlerinin prevalansını artırmakta ve inflamasyonu modüle eden sistemleri etkilemektedir (Mathieu vd., 2009). Obez bireylerin normal kilolulara kıyasla daha fazla hipertansiyon ve kalp krizi riskine sahip oldukları, bu riskin VKİ düzeylerindeki artış ile doğru orantılı olduğu, kadınların ise bu artıştan daha olumsuz etkilendiği belirtilmektedir (Bastien vd., 2014).

Çizelge 2.5. Obez bireylerde kardiyovasküler hastalık riskini artıran anormallikler (Bastien vd., 2014)'ten değiştirilerek.

Kalp kası yağı <ul style="list-style-type: none"> • Bozulmuş miyokard metabolizması • Azalmış metabolik esneklik • Kalp krizi • Diastolik boşluk uyumu ↓ • Sol ventrikül hacmi ↑ • Konsantrik sol ventrikül remodeling • Adipositas cordis 	Karaciğer yağı <ul style="list-style-type: none"> • Glukoz üretimi ↑ • İnsülin degradasyonu ↓ • VLDL üretimi ↑ • Apo B degradasyonu ↓ 	İç organlar çevresi yağ dokusu <ul style="list-style-type: none"> • Serbest yağ asidi salınımı ↑ • İnflamatuar sitokinler ↑ • Adiponektin ↓ • Periferel direnç ↑ • Kardiyak çıkış (kalp debisi) ↓ • Endotel bağımlı vazodilatasyon ↓
Damar çevresi yağ dokusu <ul style="list-style-type: none"> • Lokal inflamasyon • Bozulmuş vasküler fonksiyon • Vasküler remodeling • Aterosklerotik lezyonlarda infiltrate makrofajlar ↑ 	Pankreas yağı <ul style="list-style-type: none"> • İnflamasyon • Apoptoz • β hücreleri fonksiyonu ↓ 	Deri altı ve kas içi yağ dokusu <ul style="list-style-type: none"> • Diyetteki lipidlerin postprandiyal alımı ↑ • “Metabolik lavabo” lipid yayılmasına karşı koruma sağlar
Damar çevresi/kalp yağ dokusu <ul style="list-style-type: none"> • Depolama kapasitesi dolana kadar koruyucu? 	Böbrek yatağı yağı <ul style="list-style-type: none"> • Kan basıncı ↑ 	Deri altı yağ dokusu <ul style="list-style-type: none"> • Nötral metabolik lavabo Kas yağı <ul style="list-style-type: none"> • İnsülin direnci/inflamasyon

Obezitenin; hipertansiyon, uyku apnesi ve diyabet gibi hastalıklar nedeniyle bireyleri kalp krizine daha yatkın hale getirdiği ifade edilmektedir (Poirier vd., 2006). Yağ miktarındaki artış aynı zamanda kalbin çevresinde de (epikard yağlanması) görülmekte olup, bu durum çeşitli inflammatuar metabolitlerin de aracılığıyla genellikle kan lipid düzeylerinin artmasına ve ateroskleroza neden olmaktadır (Baker vd., 2006; Iacobellis & Sharma, 2007; Shimabukuro vd., 2013; Van Gaal vd., 2006; Vela vd., 2007). Viseral yağ dokusundan dolaşıma katılan SYA, trigliserit (TG) yönünden zengin olan çok düşük yoğunluklu lipoproteine (VLDL) dönüştürülür. VLDL'den hepatik lipaz ve kolesterol ester transfer proteini gibi enzimlerin aktiviteleri sonucunda LDL-C partikülleri oluşur. Bu moleküllerin; hem damar çeperinden kolaylıkla geçmeleri, hem

de oksidasyona elverişli olmaları nedeniyle ateroskleroza tetiklediği iddia edilmektedir (Jensen, 2006; Mauriege vd., 1993; Nicholls & Lundman, 2004; Tribble vd., 1992)

2.1.4.2. Obezitenin diyabet ile ilişkisi

Obezite insülin direncini tetikleyerek bireyleri inflamasyona ve metabolik komplikasyonlara yatkın hale getiren pek çok molekülün salınmasına neden olur. İnsülin direncinin genetik faktörlerle ilişkisinin olduğu bilinmektedir. Bunun yanı sıra; yüksek enerjili, doymuş ve trans yağlar açısından zengin beslenme, obezite, yaşlanma ve hareketsiz yaşam gibi çeşitli metabolik ve çevresel faktörler de insülin direncini etkilemektedir. İnsülin direnci sonucunda plazmada glukoz yükselerek hiperglisemiye neden olur (Riobó Serván, 2013). İnsülin direncinin bir diğer sonucu ise dolaşımdaki SYA miktarının artmasıdır. Bu artış insülin direncinin de artmasına neden olarak bir kısır döngü oluşturur. Karaciğer ve kas dokusunda görülen insülin direnci; Il-6 ve TNF- α gibi proinflatuar sitokinlerin aşırı üretimine, ayrıca antiinflatuar sitokinlerin de nispeten azalmasına yol açarak obezitede görülen kronik inflamatuar hastalıklara katkıda bulunabileceği belirtilmektedir (Riobó Serván, 2013).

Tip 2 diyabetin uzun dönemde; kardiyovasküler hastalıklar, inme, göz, böbrek ve sinir sistemi gibi hastalıklar üzerine olumsuz etkileri olduğu bilinmektedir. Diyabetin; batılı ülkelerde körlüğün ve Son Dönem Böbrek Yetmezliğinin (SDBY) ana nedeni olduğu, SDBY vakalarının %40-50'sinden sorumlu olduğu ve kardiyovasküler hastalık riskini iki katına çıkardığı ifade edilmiştir (Riobó Serván, 2013).

2.1.4.3. Obezitenin metabolik sendrom üzerine etkisi

Obezite ile birlikte bozulan glukoz toleransı, yüksek trigliserit seviyeleri, düşük HDL-C düzeyi ve proinflatuar bir durumun eşlik ettiği hipertansiyon gibi faktörlerin bir araya gelmesi metabolik sendrom olarak tanımlanmaktadır. Çizelge 2.6'da metabolik sendromun WHO tarafından ve santral obezite açısından tanımlanmasında kullanılan parametreler belirtilmiştir.

Çizelge 2.6. Metabolik sendrom için tanımlama ölçütleri (Riobó Serván, 2013)'dan değiştirilerek

DSÖ tarafından metabolik sendromun tanımlama ölçütleri	Santral obezite açısından metabolik sendromun tanımlanma ölçütleri
Aşağıdakilerden en az biri varsa T2DM Anormal glukoz toleransı İnsülin direnci	Bel çevresi 94 cm (erkeklerde) Anormal glukoz toleransı
Aşağıdakilerden en az ikisi varsa Hipertansiyon ($\geq 140/90$ mm Hg) Obezite (VKİ ≥ 30) Mikroalbuminüri ≥ 20 g/dk Dislipidemi - Trigliserit ≥ 150 mg/dL - HDL-C < 35 mg/dL (erkeklerde) < 40 mg/dL (kadınlarda)	Ek olarak aşağıdakilerden en az ikisi varsa Hipertrigliseridemi (≥ 150 mg/dL) Hipertansiyon ($\geq 130/85$ mm Hg) Açlık kan şekeri ≥ 100 mg/dL Düşük HDL-C düzeyi < 40 mg/dL (erkeklerde) < 50 mg/dL (kadınlarda)

Obezite ile birlikte gelişen metabolik sendromun organizmaya etkileri arasında arteriyel hipertansiyon, ürik asit, C-reaktif protein, TNF- α gibi metabolitlerin yükselmesi, vasküler rahatsızlıklar, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı ve karaciğer yağlanması sayılabilir (Riobó Serván, 2013).

2.1.4.4. Obezitenin kanser üzerine etkisi

Obezitenin; kolon, rektum, özofagus, böbrek, pankreas, safra kesesi, yumurtalık, serviks, karaciğer, prostat ve kan gibi pek çok kanser çeşidinin insidansını ve/veya ölüm oranını artırabileceği belirtilmektedir (Calle & Thun, 2004). Genel olarak, bütün kanser vakalarının yaklaşık %20'sine fazla kilo ve obezitenin neden olduğu tahmin edilmektedir (Wolin vd., 2010). Avrupa'da gerçekleştirilen geniş çaplı bir çalışmada; kolon (%11), meme (%9), endometriyum (%39), böbrek (%25) ve özofagus (%37) kanseri vakaları obeziteyle ilişkili bulunmuştur (International Agency for Research on Cancer, 2002). Yine Kuzey Amerika, Avustralya ve Asya-Pasifik gibi farklı bölgelerde gerçekleştirilen çalışmalarda da benzer sonuçların bulunduğu belirtilmiştir (Calle vd., 2003; Renehan vd., 2008).

2.1.4.5. Obezitenin kan dokusu üzerine etkileri

Kan dokusu, hücrelerarası maddesi sıvı olan özel bir bağ dokusu tipi olup; besin, solunum gazları ve hormon gibi çeşitli maddeleri taşınması, termoregülasyon, boşaltım, vücudun pH dengesinin sağlanması, mikroorganizmalara karşı organizmayı koruması (homeostazis) ile kanın kendi kendisini koruması (hemostaz) gibi bir çok görevi

bulunmaktadır. Kan dokusunun %45'lik kısmını şekilli elemanlar (eritrosit, lökosit ve trombositler); %55'lik kısmını ise şekilsiz eleman olarak bilinen plazma oluşturur. Plazmanın içeriğinde; sindirim sisteminden kana geçen ve biyomoleküllerin yapı taşları olan aminoasitler, monosakkaritler, yağ asitleri, inorganik maddeler, vitaminler ile endojen olarak organizmada üretilen immünoglobülinler, albümin, fibrinojen, enzimler ve hormonlar bulunur (Eşrefoğlu, 2016; McLaughlin vd., 2010; Yöntem, 2022).

Eritrositler; nükleusları bulunmayan, ortalama ömürleri 120 gün kadar olan, 7 µm çapında, 2.5 µm kalınlıkta bikonkav disk şeklindeki hücrelerdir. Toplam kan hacminin %45'ini oluşturan eritrositler, 1 mm³ kanda erkeklerde 5-5.5 milyon, kadınlarda ise 4.5-5 milyon kadar bulunurlar. Eritrositler, yapılarında bulunan hemoglobin aracılığıyla solunum organlarından dokulara ve dokulardan da boşaltım organlarına kan gazlarının (O₂ ve CO₂) transferini sağlarlar. Hemoglobin; hem ve globin olmak üzere iki kısımdan meydana gelip, hem kısmında bulunan Fe⁺² atomu aracılığıyla bu görevini yerine getirir. Globin kısmı ise bütün insanlarda α₂ (141 aminoasit x 2) ve β₂ (146 aminoasit x 2) olmak üzere iki temel kısımdan meydana gelir. Hemoglobin; taşıdığı kan gazlarına göre oksihemoglobin, karbaminohemoglobin ve karboksihemoglobin olmak üzere üç tiptir (McLaughlin vd., 2010; Yöntem, 2022).

Lökositler vücudun savunmasında görev alan; mononükleer lökositler (monosit ve lenfosit) ve polimorfonükleer lökositler (nötrofil, eozinofil, bazofil) olmak üzere iki çeşittir. Trombositler ise 2-4 µm çapında olup kanın kendi kendisini korumasında görev yapan (pıhtılaşma) hücrelerdir (McLaughlin vd., 2010; Yöntem, 2022).

Lipidler; metabolik enerjinin depo edilebilir şekli olup membran fonksiyonunda önemli bir yere sahiptir (Hulbert vd., 2014). Zarın yapısında yer alan yağ asitleri; hücre bölünmesi, üreme, madde alışverişinde zara karakteristik özelliklerini kazandırması, kimyasal olarak modifiye edilebilmeleri, sinyal iletimi ve moleküler tanıma süreçlerinde haberci olarak kullanılabilmesi gibi özellikleri nedeniyle biyolojik yönden oldukça önemli bir role sahiptirler (Carta vd., 2017; van Meer vd., 2008).

Ökaryotik zarlar; günümüzde halen geçerli olan sıvı mozaik zar modeline sahip olup; hidrofilik ve hidrofobik olmak üzere iki kısımdan meydana gelir (Singer & Nicolson, 1972). Membran fosfolipitleri iki tabaka arasında eşit olarak dağılmayıp; iç kısımdaki fosfolipitlerde PUFA'lar, zarın dışı bakan yüzeyinde ise fosfatidil kolin

tarafından bağlanan kısa zincirli yağ asitleri bulunur. Lipid sentezleyemeyen eritrositler, yapılarında meydana gelebilecek lipid kaybını plazmadaki yağ asitleri ile karşılıklı değiş-tokuş yaparak telafi ederler (Güneş, 2013).

Eritrosit zarının yapısında; %39.5 çeşitli proteinler (glikoforin A-B-C, band 3-4.1-4.2-4.9, ankirin, adduktin, spektrin gibi), %35.1 lipitler [fosfolipidler (fosfatidil kolin, fosfatidil etanolamin, fosfoinositol, sfingomiyelin ve fosfatidil serin), kolesterol ve glikolipidler], %19.5 su, %5.8 oranında da karbonhidratlar (fukoz, mannoz, galaktoz, glukoz, n-asetilglukozamin, n-asetilgalaktozamin ve sialik asit) bulunur (Bladier vd., 1980; de Oliveira & Saldanha, 2010; Eşrefoğlu, 2016; Hempelmann, 1984). Önceden tek bir protein ve bir lipid yumağından oluştuğu düşünülen eritrosit zarında bugün yaklaşık 340 farklı işlevsel proteinin tanımlandığı (Pasini vd., 2006), insan lipid çift tabakalı zarlarda C16:0, C18:0, C18:1, C18:2 ve C20:4 gibi yağ asitlerinin de bulunduğu iddia edilmektedir (de Oliveira & Saldanha, 2010).

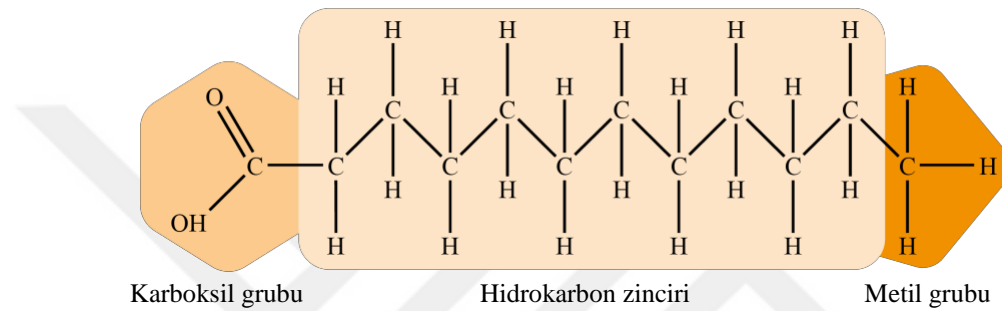
Obezite; trigliserit ve LDL-C düzeylerinde artışa, dolaşımdaki fazla kolesterolün klirensinde önemli bir rol oynayan HDL-C miktarlarında ise azalmaya neden olup (Ilmiawati vd., 2020; Pinhas-Hamiel vd., 2007; Usta vd., 2018), oksidatif stresi arttırarak lipid peroksidasyonuna ve dolayısıyla dolaşımdaki lipidlerin hasarına yol açmaktadır. Bütün bu bozukluklar, ateroskleroz ve kardiyovasküler hastalıklar açısından birer risk faktörüdür (Sun vd., 2022; Türkkan vd., 2021).

Eritrosit membranının stabilitesi, eritrositlerin fonksiyonu açısından oldukça önemlidir. Obeziteye bağlı olarak; membran lipid kompozisyonunda değişimler görülebilmekte (Sot vd., 2022) bunun sonucu olarak reaktif oksijen türlerinde görülen artış zar lipidlerinin peroksidasyonuna yol açmakta ve doku oksijenasyonunda bozulmalar meydana gelebilmektedir (Cazzola vd., 2004). Ayrıca, lökosit çeşitlerinde özellikle inflamatuvar monositlerin ve aktifleştirilmiş T hücrelerinin düzeylerinde artış olduğu iddia edilmektedir (Breznik vd., 2018; Wouters vd., 2017). Yine bozulmuş kan akışı, kronik inflamasyon, immün cevapta değişiklik, progenitör hücrelerin fonksiyonu ve düzeylerinin değişmesi gibi çeşitli nedenlerle yara onarımı ile rejenerasyonunda bozulmalara neden olabilmekte, bu durum ise yara iyileşmesinin gecikmesiyle yara komplikasyonlarının ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Bellows vd., 2011; Wagner vd., 2012).

2.2. Yağ Asitleri

2.2.1. Yağ asitlerinin yapısı, sınıflandırılması ve isimlendirilmesi

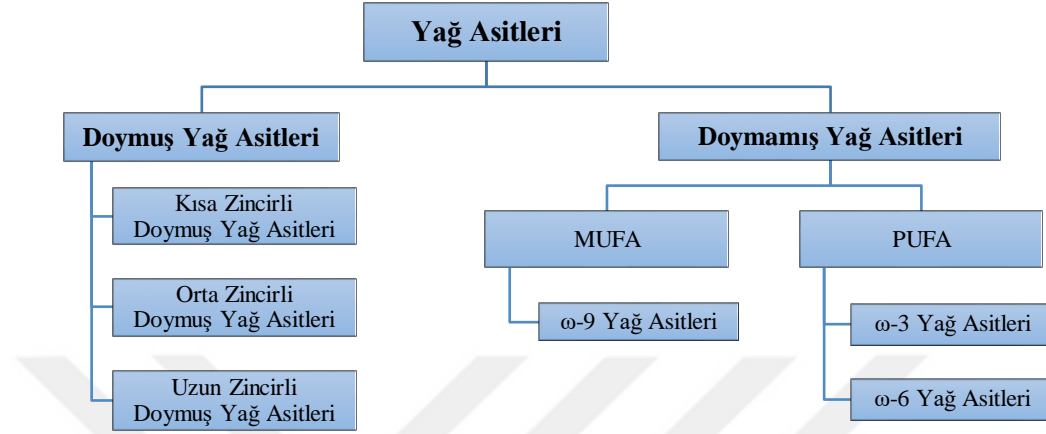
Yağ asitleri; polar bir -COOH grubu ve polar olmayan bir hidrokarbon zinciri içeren, hücrel membranların yapı taşı olan, metabolik enerji kaynağı olarak kullanılan ve hücre homeostazisinde de rol oynayan bileşiklerdir (Şekil 2.1) (Houten & Wanders, 2010; Lund & Rustan, 2020).



Şekil 2.1. Bir yağ asidinin genel yapısı

Diyetle alınan yağın (esas olarak trigliseritler) en önemli bileşeni olan yağ asitleri, karbon zincirindeki çift bağ varlığına ve sayısına göre sature (doymuş) ve unsature (doymamış) olarak sınıflandırılırlar. SFA (Doymuş Yağ Asitleri), kimyasal olarak C-C arasında çift bağ içermeyen bileşiklerdir (Moghadasian & Shahidi, 2017). Doymamış yağ asitleri ise hidrokarbon zinciri içerisinde bir ya da daha fazla sayıda çift bağ içeren moleküllerdir. Şekil 2.2’de de görüldüğü gibi yağ asitleri içerdikleri çift bağ sayısına göre; eğer bir tane çift bağ içeriyorsa MUFA (Mono Unsaturated Fatty Acids, Tekli Doymamış Yağ Asitleri), iki ya da daha fazla çift bağ içeriyorsa PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acids, Çoklu Doymamış Yağ Asitleri) olarak adlandırılır. Membran fosfolipidlerinin yapısına katılan PUFA’ların, çift katmanlı fosfolipid tabakanın membran akışkanlığının sağlanmasını (homeoviskozite) koruduğu, bunun sonucunda da integral proteinlerin yapısal değişikliklerine ve protein-protein arası etkileşimlerine imkan tanıdığı belirtilmektedir (Burdge, 2022). Bir yağ asidinin özelliğini; C sayısı, çift bağın olup olmadığı, çift bağ sayısı ve çift bağın kaçınıcı C atomunda olduğu belirler (Yöntem & Ünal, 2018). Doğal yağlarda bulunan trigliseritleri oluşturan yağ asitleri genellikle 8 ya da daha fazla C atomu taşımaktadır.

Doğal yağ asitlerinin genellikle çift sayıda C atomu içermesinin nedeni, biyosentezlerinde iki karbonlu Asetil KoA'ların kullanılmasından kaynaklanmaktadır (Sertoğlu, 2012).



Şekil 2.2. Yağ asitlerinin sınıflandırılması

Yağ asitlerinin zincir uzunluğu ve yapısındaki çift bağ sayısı, hem fiziki hem de fizyolojik özelliklerini etkiler. Çizelge 2.1’de görüldüğü gibi, yağların erime noktaları, yapılarındaki çift bağ sayısının artması sonucu azalırken zincir uzadıkça ise artmaktadır (Yöntem & Ünalı, 2018). Bunun yanı sıra, uzun zincirli yağ asitlerinin daha yavaş, doymuş yağ asitlerine göre doymamış yağ asitlerinin ise daha hızlı okside oldukları belirtilmiştir (DeLany vd., 2000).

Çizelge 2.1. Yağ asitlerinde zincir uzunluğu ve çift bağ durumunun erime noktası üzerine etkileri (Siram vd., 2019)’dan değiştirilerek

İsmi	C atomu sayısı	Çift bağ sayısı ve (Δ) konumu	Erime noktası (°C)
Kaprilik asit	8	0	16.5
Kaprik asit	10	0	31.6
Laurik asit	12	0	44.8
Miristik asit	14	0	54.4
Palmitik asit	16	0	62.9
Stearik asit	18	0	70.1
Araşidik asit	20	0	76.1
Behenik asit	22	0	80.0
Oleik asit	18	1 Δ ⁹	16.0
Linoleik asit	18	2 Δ ^{9,12}	-5.0
γ-Linolenik asit	18	3 Δ ^{6,9,12}	-11.0

Yağ asitleri, yapılarındaki C atomu sayısına göre isimlendirilirler. Temel olarak bir karboksilik asit olduklarından, hidrokarbon zincirinin sonuna -oik eki getirilir. Doymuş yağ asitlerinin son eki -anoik, doymamış yağ asitlerinin son eki ise -enoik şeklindedir. Örneğin, 18 C atomu içeren bir yağ asidi doymuş ise oktadekanoik asit, 2 adet çift bağ içeren doymamış bir yağ asidi ise oktadekadienoik asit olarak isimlendirilir (Yöntem & Ünalı, 2018). Doymamış yağ asitlerinde çift bağın bulunduğu pozisyona göre Δ ve ω olmak üzere iki şekilde gerçekleştirilen bir isimlendirme de mevcuttur. Karboksil grubundan en uzaktaki C atomu ω karbon atomu olarak adlandırılır. Doymamış yağ asitlerinde metil grubu başlangıç olarak referans alındığında ilk çift bağ kaçınıcı karbon atomunda yer alıyorsa (3., 6. ya da 9. C atomu) o yağ asidi ω -3, ω -6 ya da ω -9 olarak adlandırılır. Karboksil grubu başlangıç olarak referans alındığında ise Δ isimlendirmesi olarak kullanılır (Yerlikaya, 2010; Yöntem & Ünalı, 2018).

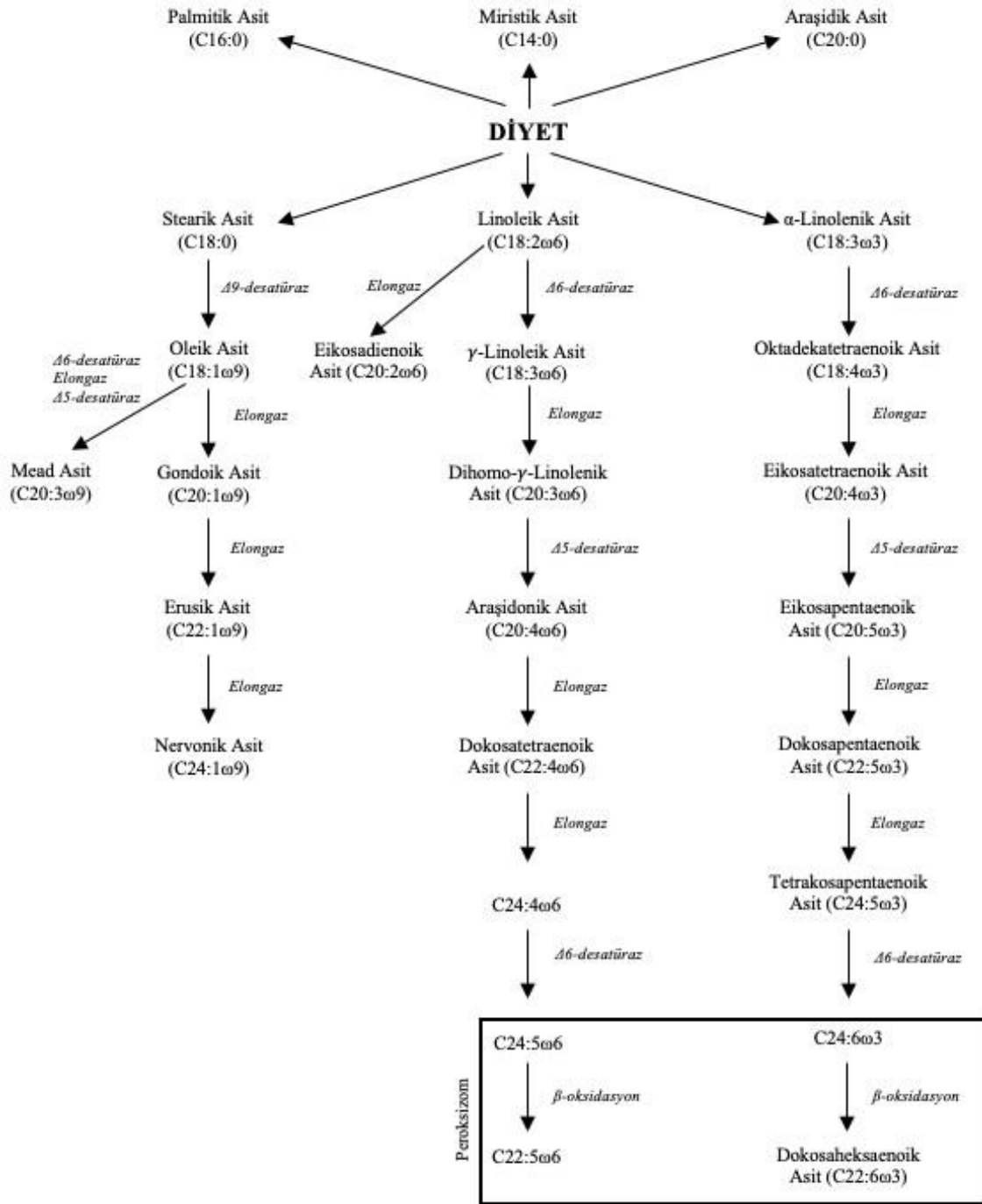
ω -3 yağ asitleri, içerdikleri çift bağlar nedeniyle moleküler olarak esnek bir yapıda olup, doymuş yağlara göre hücre zarında daha gevşek bir şekilde depo edildikleri için membran yapısının daha akışkan olmasına neden olurlar (Yerlikaya, 2010).

Yağ asitleri, C atomuna bağlı H atomlarının pozisyonuna göre yapısal farklılıklar gösterir. Hidrokarbon zincirinde çift bağın bulunduğu C atomlarına bağlı H atomları aynı tarafta ise bu durum cis izomerisi, çapraz pozisyonda ise trans izomerisi olarak adlandırılmaktadır (Powell & Wallace, 2020). Cis yağ asitlerinde bulunan karbonlardaki H atomları dar açı yaparken, trans yağ asitlerinde ise geniş açı yapmaktadır. Diyetteki trans yağ asitlerinin yaklaşık %82-90'ı endüstriyel kaynaklı margarinler, şorteningler ve hidrojenize bitkisel yağlardan meydana gelirken %2-8'inin ise hayvansal kökenli (konjuge linoleik asit ya da vaksenik asit gibi) olduğu iddia edilmektedir (Kahraman & Küplülü, 2011).

Doymuş yağ asitleri, insanlarda karbonhidrat metabolizması sonucu üretilmekte olup (Karaca & Aytaç, 2007), tam yağlı süt ürünleri, kırmızı et ve kümes hayvanları gibi hayvansal kaynaklardan elde edilirler. Doymuş yağ asidi tüketiminin, genellikle Afrika ve Kuzey Amerika'da yaşayanlarda yüksek iken Doğu Asya'da ise düşük olduğu; yine toplam enerji alımına katkısının Çin'de %3.1 ile Nijerya'da %25.4 arasında değiştiği iddia edilmektedir (Elmadfa & Kornsteiner, 2009). MUFA'nın günlük diyetle tüketilen başlıca kaynakları arasında; zeytin, susam, kanola, avokado, fındık ve çeşitli tohumlarda bulunan oleik asit, palmitoleik asit, vaksenik asit sayılabilir (Chow, 2007;

Schwingshackl & Hoffmann, 2012). Yapılarındaki çift bağ nedeniyle; MUFA ve PUFA'ların benzer özellikteki doymuş yağ asitlerine göre daha düşük ısı indeksi ile oksidatif stabiliteye sahip oldukları için, yüksek sıcaklıklarda yapılacak pişirmelere uygun olmadıkları iddia edilmektedir (Perez-Herrera vd., 2013).

İnsan ve memelilerde 9. karbon ile ω karbonu arasında birden çok yağ asidini sentezleyecek enzimler bulunmadığından; linoleik, linolenik ve araşidonik asitlerin besinlerle dışarıdan alınmaları zorunludur. Bu yağ asitlerine esansiyel yağ asitleri adı verilir. Ancak, esansiyel olarak kabul edilen bu yağ asitlerinden herhangi biri alınırsa, diğerleri bundan sentezlenebilir (Yöntem & Ünaldı, 2018). Esansiyel yağ asitleri her ne kadar diğer yağ asitlerinin öncülleri olsalar da, büyük bir kısmı enerji üretimi için kullanılmakta olup yalnızca küçük bir miktardan diğer yağ asitlerinin sentezi gerçekleştirilir. Bu nedenle, temel üç yağ asidinin haricindeki diğer yağ asitlerinin de diyetle alımı son derece önemlidir. PUFA'lar, siklooksijenaz ve lipoksijenaz enzimleri aracılığıyla eikozanoidlere metabolize edilip, bunlardan da inflamatuvar araçlar olan prostaglandinler, lökotrienler, tromboksanlar, lipoksinler, prostasiklinler ile hidroksieikosatetraenoik asit meydana gelir. Bu bileşiklerin artrit, obezite, kanser, kardiyovasküler bozukluklar ve inflamatuvar bağırsak hastalığı gibi pek çok durumla ilişkili olduğu iddia edilmektedir (Powell & Wallace, 2020; Yöntem & Ünaldı, 2018). Şekil 2.3'te esansiyel yağ asitlerinden diğer yağ asitlerinin sentezi gösterilmiştir.



Şekil 2.3. Diyetle alınan yağ asitlerinden esansiyel yağ asitlerinin sentez yolları (Güneş, 2013).

Yağ asitlerinin zincir uzunlukları, emilim ve taşıma gibi faktörleri etkiler. Örneğin, orta zincirli yağ asitleri gastrointestinal sistemden uzun zincirli yağ asitlerine göre daha iyi emilir ve portal ven aracılığıyla oksidasyon için direkt olarak karaciğere taşınırlar. Uzun zincirli yağ asitleri şilomikronlar şeklinde paketlenerek lenfatik sistem aracılığıyla taşınır ve böylece adipöz doku tarafından daha fazla tutulurlar. Yağ asitleri,

mitokondrinin dış zarında aktifleştirilip matriksinde oksitlenir. Kısa ve orta zincirli (4-12 C) yağ asitleri, sitoplazmada aktifleşmeden matrikse geçebilir ve burada aktifleşerek β -oksidasyon yoluyla yıkımı gerçekleştirilir. Uzun zincirli yağ asitlerinin ise mitokondriden geçebilmesi için karnitin mekiğine ihtiyaçları vardır (Briggs vd., 2017; Yöntem & Ünaldı, 2018). Besinlerle alınan karbonhidratlar öncelikle glikojen formunda kas ve karaciğerde, fazlası ise adipositlerde trigliserit şeklinde depolanır. Karbonhidratlar yeterli miktarda bulunduğu, vücut enerji elde etmek için yağ asitlerini kullanmaz. Ancak karbonhidrat yeterli değilse, yağ asitleri oksitlenerek enerji üretiminde kullanılır. Uzun zincirli yağ asitleri; CO₂ ve suya parçalanarak özellikle karaciğer ve kalp kasında enerji üretiminde kullanılırken, beyin bu durumdan faydalanamaz. Ancak, özel koşullar altında, yağ yıkımının ara ürünlerinden biri olan okside β -OH bütirat (keton cisimleri) beyin tarafından enerji kaynağı olarak kullanılabilir (Yöntem & Ünaldı, 2018).

2.2.2. Çalışmamızda incelediğimiz yağ asitlerinin özellikleri

Kaprilik asit (C8:0); özellikle keçi sütü ve hindistan cevizi yağında bulunup, gıda endüstrisinde antimikrobiyal ajan olarak kullanılan, ayrıca antiepileptik bir ilaç olan valproik asidin yapısal izomeridir (Altinoz, Ozpinar, & Seyfried, 2020). Ayrıca, bazı kanser türlerinin erken tanısında biyomarkör olarak kullanılabileceği (Wei vd., 2021), meme kanserinde konsantrasyonunun yükseldiği (Wei vd., 2021), iştah, enerji sarfiyatı ve kilo kontrolü üzerine olumlu etkilerinin görüldüğü iddia edilmektedir (Haynes vd., 2020; Jambor de Sousa vd., 2006; Lemarié vd., 2015; Nosaka vd., 2022). Kaprik asit (C10:0), kaprilik aside benzer özelliklere sahip; hindistan cevizinde %5-10, hurma çekirdeğinde %4, sade yağında %2 oranında, ayrıca bazı hayvanların süt ve iç yağlarında bulunduğu belirtilmiştir (Anneken vd., 2006; Atasoy & Türkoğlu, 2010; Beare-Rogers vd., 2001). Kaprik asidin antikanser, antiinflamatuvar, antiviral ve antifungal etkilerinin olduğu (Sengupta & Ghosh, 2012; Shekhar vd., 2023), eksojen yağ yakımına yardımcı olabileceği (Nosaka vd., 2022) ifade edilmektedir. Bazı araştırmacılar kaprik asit alımının obeziteye neden olabileceğini belirtirken (F. Wu vd., 2021), bazıları ise obeziteye karşı koruyucu etki gösterebileceğini iddia etmektedirler (Nonaka vd., 2022). Undekanoik asit (C11:0), güçlü bir antifungal etkiye sahip olan, insan terinde doğal olarak bulunan (Rossi vd., 2021) testosteron undekanoat formu ile hormon replasman tedavilerinde kullanılan bir yağ asididir (Swerdloff vd., 2020).

Laurik asit (C12:0), hurma çekirdeği ve özellikle hindistan cevizi yağında bol miktarda (%45-53) bulunan orta zincirli bir doymuş yağ asididir. Laurik asidin depolanmaktan daha çok karaciğere doğrudan taşınarak enerji kaynağı olarak kullanıldığı ya da beyin ve kalp gibi ekstrahepatik dokular tarafından kullanılabilen keton cisimciklerine dönüştüğü belirtilmiştir (Dayrit, 2015). Doymuş yağ asitleri arasında en az yağ birikimine neden neden olduğu, antimikrobiyal etkisinin bulunduğu (Dayrit, 2015), palmitik aside göre daha az zararlı olduğu (Saraswathi vd., 2020), vücut ağırlığı ve VKİ değerlerini düşürdüğü, serum trigliserit metabolizmasını iyileştirdiği, lipid birikimini azaltıp obeziteyi önlediği (Xia vd., 2021) ve obeziteye birlikte görülebilen hastalıkların şiddetinde azalmaya neden olduğu iddia edilmektedir (Žáček vd., 2019). Tridekanoik asit (C13:0), doymamış bir yağ asidi olup bazı bitki türlerinde doğal olarak bulunduğu tespit edilmiştir (Belousov & Slizhov, 1995; Hashem & Saleh, 1999).

Miristik asit (C14:0); insan sütü, et, süt, yumurta ve hayvansal yağlarda değişik miktarlarda, bitkisel olarak hindistan cevizinde (muskat) %75 gibi yüksek bir oranda bulunan ve gıda endüstrisinde aroma verici olarak da sıklıkla tercih edilen doymuş bir yağ asididir (Beare-Rogers vd., 2001; Burdock & Carabin, 2007). Miristik asit, membran çift katmanında hidrofobik bir çapa vazifesi görerek protein-membran birlikteliğini sağlar (Stillwell, 2016). Miristoleik asit (C14:1); mastitis (meme iltihabı) olan canlılarda yüksek bulunurken (J. Liu vd., 2022), prostat kanseri hücrelerinde apoptozu ve nekrozu tetiklediği (Iguchi vd., 2001), adipoziteyi azalttığı (Quan vd., 2020) ve kilo kontrolüne yardımcı olabileceği belirtilmiştir (Kunešová vd., 2012; Montastier vd., 2015). Pentadekanoik asit (C15:0); bazı balık ve bitki türlerinde bulunan, geviş getiren hayvanların (inek, koyun gibi) iškembesinde bulunan bakteri florası tarafından üretilen bir yağ asididir (Dąbrowski & Konopka, 2022). Plazmadaki varlığı tereyağı tüketiminin bir indikatörüdür (Smedman vd., 1999). Kandaki yüksek pentadekanoik asit konsantrasyonunun; T2DM (L. Huang vd., 2019; Imamura vd., 2018), kardiyovasküler hastalık (Trieu vd., 2021), kronik inflamasyon, adipozite, metabolik sendrom, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı, KOAH, Alzheimer ve bazı kanser türlerinin gelişmesi riskini azaltırken (Abdoul-Aziz vd., 2021), insan ve hayvan modellerinde inflamasyon, anemi, dislipidemi ve fibrozisin şiddetini ise zayıflattığı (Dąbrowski & Konopka, 2022), özellikle aşırı kilolu ergenler için faydalı olabileceği iddia edilmektedir (H. Wang vd., 2011). Pentadesenoik asit (C15:1), tavuk derisindeki

yağ asidi kompozisyonuna minör düzeyde katılan (Horvat, 1978) ve ham polen yağında bulunan (Oroian vd., 2020) uzun zincirli bir doymamış yağ asididir.

Palmitik asit (C16:0), hem diyetle alınabilen hem de karbonhidratlardan ve aminoasitlerden endojen olarak sentezlenebilen doymuş bir yağ asididir. Ortalama 70 kg ağırlığındaki bir bireyde yaklaşık 3.5 kg civarında bulunan palmitik asit, palm yağının (%44) önemli bir bileşenidir. Aynı zamanda et ve süt ürünlerindeki yağların %50-60'ını, kakao yağının %26'sını, zeytinyağının %8-20'ini, anne sütündeki yağın %20-30'unu oluşturmaktadır (Carta vd., 2017). Adipöz dokudaki triaçilgliserollerin ve membran fosfolipidlerinin kompozisyonunun yaklaşık olarak %20-30'unu da palmitik asidin oluşturduğu belirtilmiştir (Carta vd., 2015). Plazma palmitik asit seviyesi, organizmada palmitoleik ve oleik aside dönüştürülmesi mekanizmalarıyla kontrol altında tutulur (Silbernagel vd., 2012; Strable & Ntambi, 2010). Palmitik asidin; ateroskleroz, nörodejeneratif hastalıklar ile kanser gibi farklı fizyopatolojik durumlarla ilişkili olduğu (Carta vd., 2017), çeşitli metabolik yollar aracılığıyla inflamasyona ve glukoz metabolizması bozukluklarına yol açabileceği belirtilmektedir (Qiu vd., 2022; Saraswathi vd., 2020). Palmitoleik asit (C16:1), tekli doymamış bir yağ asidi olup organizmada yağ depolanması ile ilişkili olduğu ve hem endojen hem de eksojen olarak sentezlenebildiği bilinmektedir (Bodur & Uçar, 2020; Gong vd., 2011). Bu yağ asidinin, diyabet oluşturulmuş farelerle yapılan bir çalışmada; vücut ağırlığı, insülin direnci, karaciğer fonksiyon testleri ve bazı proinflamatuvar sitokinlerin ekspresyonu üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu belirtilmektedir (Z.-H. Yang vd., 2011). Yapılan başka bir çalışmada; yağ dokusu palmitoleik asit miktarı ile öldürücü olmayan kalp krizi insidansı arasında negatif bir korelasyon olduğu iddia edilirken (Luan vd., 2018), diğer bir çalışmada ise obezite, T2DM, metabolik sendrom, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı ve kardiyovasküler hastalıklar gibi bozukluklarda sağlıklı bireylere kıyasla daha yüksek tespit edildiği belirtilmektedir (Bodur & Uçar, 2020). Zong vd. tarafından metabolik sendrom ve T2DM riski taşıyan bireylerde yapılan çalışmalarda, eritrosit membranı palmitoleik asit konsantrasyonu ile metabolik sendrom ve T2DM riskinin pozitif ilişki gösterdiği belirtilmektedir (Zong vd., 2012, 2013). cis-10-heptadesenoik asit (C17:1); iskelet kası, deri altı yağ dokusu ve kulak kirinde tespit edilen bir yağ asididir (Coon vd., 2023; "Scientific Opinion on Application (EFSA-GMO-UK-2007-43) for the Placing on the Market of Herbicide Tolerant Genetically Modified Soybean 356043 for Food and Feed Uses, Import and Processing Under Regulation (EC) No 1829/2003

From Pioneer”, 2011). Antiinflamatuvar etkileri olduğu bilinen bu yağ asidi, profilaksi, sedef hastalığı, alerjiler ve otoimmün hastalıkların tedavisinde terapötik ajan olarak kullanılmakta olup (Sahyouni vd., 2022) ağız içindeki bakteriler üzerinde inhibitör etki göstermesi sebebiyle oral hijyeni sağlamak açısından avantajlı olarak değerlendirilmektedir (Shapiro, 1996). Bir çalışmada Akdeniz’de yaşayan 34 balık türünün yağ asidi kompozisyonları incelenmiş, bu balıkların total yağ asidi kompozisyonunun %0.17 ila 2.01 arasındaki bir oranda cis-10-heptadesenoik içerdiği tespit edilmiştir (Özogul vd., 2009).

Stearik asit (C18:0); hayvansal (içyağında %20) ve bitkisel yağlarda %1-5 (özellikle kakao yağında yaklaşık %35) oranında bulunmakta olup, mum, kozmetik ürünler ve ilaç üretiminde kullanılır (Okamoto-Kearney, 1987). Deney hayvanlarında hedonik (biyolojik ihtiyaç olmaksızın haz amaçlı) beslenme ve yüksek leptin düzeyleriyle karakterize olduğu (Y. Li vd., 2020), bunun aksine, ghrelin üretimini baskılamak suretiyle antiobezitik özellik gösterdiği (Oiso vd., 2015), granüloza (Mu vd., 2001) ve Leydig hücrelerinde apoptozu indüklemek suretiyle obez bireylerde üreme bozukluklarına neden olup (Lu vd., 2003), miktarının kadınlarda yağ dokusunun lokalizasyonu veya adiposit büyüklüğüne göre farklılık gösterebildiği belirtilmektedir (Caron-Jobin vd., 2012; Garaulet vd., 2001). Elaidik asit (C18:1 tr); keçi ve inek sütünde az miktarda, hidrojenize bitkisel yağlarda ise en fazla miktarda bulunan tekli doymamış bir trans yağ asididir. Trans yağ asidi alımı ile kalp rahatsızlıkları arasındaki ilişkiyi inceleyen pek çok klinik beslenme çalışması, elaidik asit temelli gerçekleştirilmiştir (Alonso vd., 1999). Literatürde, geviş getiren hayvanlarda doğal olarak sentezlenen trans yağ asitlerinin, endüstriyel olarak üretilmiş olanların aksine pozitif etkilerinin olduğu ifade edilmiştir (Da Silva vd., 2015). Elaidik asidin; inflamasyon, oksidatif stres, lipid peroksidasyonu (Hadj Ahmed vd., 2018), çeşitli kanser türleri (Ardisson Korat vd., 2020; Matta vd., 2021; Pickens vd., 2016; Yammine vd., 2020), depresyon (B. Liu vd., 2019) ve preeklampsi (Williams vd., 1998) ile pozitif ilişkili olduğu, HDL-C düzeyini azalttığı (Abbey & Nestel, 1994) ve obeziteyi artırıcı çeşitli etkilerinin bulunduğu (Chajès vd., 2015; B. Liu vd., 2018; Sauvat vd., 2018) iddia edilmiştir. Ayrıca, elaidik asit; gebelik ve emzirme dönemindeki annenin plazma ve eritrosit membranında tespit edilmiş olup bebeklere de geçtiği iddia edilmiştir (Enke vd., 2011; Komatsuzaki vd., 2013; Schlörmann vd., 2015).

Oleik asit (C18:1 cis), ω -9 bir yağ asidi olup; trigliseritlerin, membranları oluşturan fosfolipidlerin, kolesterol ve balmumu esterlerinin yapısına katılır (Ntambi & Miyazaki, 2003). Zeytinyağında %56-84 (Lopez vd., 2010), pekan cevzinde %59-75 (Villarreal-Lozoya vd., 2007), kanolada %60 (Barthet, 2016), yer fıstığında %36-67 (Moore & Knauff, 1989), makadama fıncığında %60 (Wallace & Walton, 2011), ayçiçeğinde %14-43 (Akkaya, 2018), susamda %40 (Thomas, 2000) ve haşhaşta %13-18 (Satranský vd., 2021) oranında oleik asit bulunmaktadır. Kırmızı ette %28-54.3 (Dinh vd., 2021), tavukta %41 (Sandesh Suresh vd., 2019), hindide ise %19.9-22.2 (Igenbayev vd., 2019) oranında oleik asit bulunduğu belirtilmektedir. Oleik asit düzeylerindeki artışın; obezite, metabolik sendrom ve insülin direnci üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu iddia edilmektedir (Kojima vd., 2010; Lopez vd., 2010; Mayneris-Perxachs vd., 2014; Nasir vd., 2021; Oiso vd., 2015). Linoleik asit (C18:2 tr), kızartılmış gıdalarda ve kısmi hidrojenize bitkisel yağlarda bulunan trans bir yağ asidi olup (Hoteit vd., 2021), diğer trans yağ asitlerine göre daha yüksek ani kardiyak ölüm riski ile ilişkilendirilmektedir (J. Li vd., 2017; J. Wang vd., 2016). Bunun yanı sıra; serum lipid profilinde önemli oranda artışa neden olduğu (Dashti vd., 2002), diyabetik böbrek hastalığı olan bireylerde yüksek olup bu hastalık için bir biyomarkör olarak kullanılabileceği (Zhang vd., 2020), TSH düzeyleri ile pozitif, FT₄ düzeyleri (X. Wang vd., 2022) ile negatif korelasyon gösterirken (Mazidi vd., 2018) depresif semptomlar ile pozitif korelasyon gösterdiği (B. Liu vd., 2019) belirtilmektedir.

Linoleik asit (C18:2 cis), diyetle en fazla miktarda bulunan esansiyel bir yağ asididir. Aspir, ayçiçeği ve mısırdada bol miktarda, soya fasulyesi, susam ve bademde orta düzeyde, kanola, yer fıstığı ve zeytinyağında ise az miktarda bulunmaktadır (Kaur vd., 2014). Organizmada enerji kaynağı olarak kullanıldığı gibi, fosfolipidler ve kolesterol esterleri gibi nötr yapıdaki polar lipidlerin oluşumuna katıldıkları, ayrıca membran akışkanlığını korumada ve hücre sinyal yollarında da rol oynadıkları bilinmektedir (Whelan & Fritsche, 2013). Linoleik asidin konjuge bir çift bağa sahip olan cis ya da trans izomerlerine ise konjuge linoleik asit adı verilir. Bu izomerlerden en bilinen ikisi, C18:2 cis-9 trans-11 ve C18:2 trans-10 cis-12'dir. Konjuge linoleik asidin antikarsinojen, antiobez, antidiyabetik ve antihipertansif özelliklerinin bulunduğu ifade edilmektedir (Koba & Yanagita, 2014). Sığır ve kuzu eti, tereyağı ve süt ürünleri gibi ruminant orijinli gıdalar, doğal birer konjuge linoleik asit kaynağıdır (den Hartigh, 2019). Endüstriyel trans yağların koroner kalp hastalığı ile pozitif ilişkili olabileceği öne

sürülmüş olmasına rağmen, ruminant orijinli konjuge linoleik asit gibi trans yağların tüketiminin ise koroner kalp hastalığı ile ilişkisinin olmadığı aksine negatif ilişkili olabileceği ifade edilmektedir (den Hartigh, 2019). Bazı araştırmacılar yüksek linoleik asit düzeylerinin obezite ve obeziteyle ilişkili komplikasyonlar üzerine olumlu (Blankson vd., 2000; Gaullier vd., 2004, 2005; Mousavi vd., 2021), bazıları ise olumsuz etkilerinin gözlemlendiğini iddia etmektedirler (Joseph vd., 2011; Larsen vd., 2006; Mamounis vd., 2017; Naughton vd., 2016; Ribeiro vd., 2016; Risérus vd., 2004). Araşidik asit (C20:0); yer fıstığı, kanola yağı, kaju fıstığı ve makadamia fındığında (Avustralya fındığı olarak da bilinip normal fındıklara göre daha büyük ve yağlıdır) bulunduğu belirtilen uzun zincirli doymuş bir yağ asididir (Y. S. Lee vd., 2015). Metabolik sendrom riskini azalttığı (Y. S. Lee vd., 2015), vücut ağırlığı, vücut yağı (Xu vd., 2021) ve leptin (Kumar vd., 2020) düzeyleri ile pozitif, trigliserit ve total kolesterol düzeyleri ile negatif korelasyon gösterdiği (Bi vd., 2019), gastrik by-pass ameliyatı sonrasında önemli miktarda azaldığı (H. Huang vd., 2011), düşük yağlı beslenmeye kıyasla karbonhidratlı beslenmede yükseldiği (Giardina vd., 2018), aterojenik lipidlerle korelasyon gösterdiği (Matsumori vd., 2013) ifade edilmektedir. γ -linolenik asit (C18:3 ω 6, GLA); anne sütü, sakatatlar, çuha çiçeği, kuş üzümü, hodan ve mantar yağında bulunur (Y.-Y. Fan & Chapkin, 1998). GLA, esansiyel yağ asitlerinden linoleik asidin metabolizmasında bir ara ürün olarak Δ -6-desatüraz enzimi aracılığıyla üretilir. Δ -6 desatüraz aktivitesi, çinko ve kobalt gibi minerallerin eksikliğinin yanı sıra hipertansiyon ve obezite gibi çeşitli rahatsızlıkların da etkisiyle bozularak, GLA üretiminin azalmasına ve sonuçta da GLA eksikliğine yol açar (Kapoor & Huang, 2006). GLA'nın; hipertansiyon, obezite ve serum lipid profili üzerine iyileştirici etkilerinin bulunduğu (da Costa Hime vd., 2021; DiSilvestro vd., 2021; Schirmer & Phinney, 2007). Eikosenoik asit (C20:1); jobjoba (*Simmondsia chinensis*) yağında en çok bulunan yağ asitlerinden biri olup günümüzde ticari olarak önemli bir yere sahiptir (Agarwal vd., 2018). Eikosenoik asidin; ölümcül prostat kanseri ile pozitif ilişkili bulunduğu (Perez-Cornago vd., 2020), hiperglisemi tedavisinde farmakolojik bir ajan olarak kullanılabileceği (Hamden vd., 2017), Diyabetik sıçanlar üzerinde gerçekleştirilen bir başka çalışmada ise diyabetik dişi sıçanlarda daha yüksek düzeyde tespit edildiği ve bu durumun kalp hastalığı açısından kadınların erkeklere göre daha yüksek risk grubunda olduklarının bir göstergesi olabileceği belirtilmiştir (Malaisse J. vd., 2008).

α -linolenik asit (C18:3 ω 3, ALA); keten tohumu, soya, kanola, ceviz, kabak çekirdeği, mısır, zeytin ve ayçiçeği gibi besinlerin yağlarında yer alan bir PUFA'dır (Yuan vd., 2022). ALA, linoleik asitten Δ^{15} desaturaz aktivitesi ile sentezlenmektedir. Ancak hayvanlar ve insanlarda bu enzim bulunmadığı için ALA da esansiyel yağ asidi sınıfına dahil olmaktadır (J. M. Lee vd., 2016). ALA, insanlarda desaturazlar ve elongazlar tarafından eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik aside metabolize edilir (Takic vd., 2022). Ancak bu dönüşümün nispeten sınırlı olduğu, ALA'nın ancak %8 kadarının eikosanopentaenoik aside, %4 kadarının ise dokosaheksaenoik aside dönüştürülebildiği de belirtilmektedir (Yuan vd., 2022). ALA'nın; kardiyovasküler hastalıklar, koroner kalp hastalıkları, tansiyon, T2DM, insülin direnci, bazı kanser türleri ve antioksidan savunma sistemi üzerine olumlu etkilerinin olduğu, aynı zamanda bir antiinflamatuvar olarak da görev yaptığı belirtilmiştir (R. Fan vd., 2020; Kaplan & Doran, 2016; Naghshi vd., 2021; Ruiz-Rodriguez vd., 2010; Zhuang vd., 2018). Heneikosanoik asit (C21:0); arı ekmeğinde ve bazı bitkisel yağlarda tespit edilen bir yağ asididir (Corzo-Ríos vd., 2022; Dranca vd., 2020). Aşırı yağlı ve karbonhidratlı diyetle maruz bırakılan farelerin beyinlerinde heneikosanoik asit düzeylerinde istatistiki açıdan anlamlı bir artış bulunduğu iddia edilmektedir (Gimenez da Silva-Santi vd., 2018). Eikosadienoik asit (C20:2, EDA), hayvansal dokularda doğal olarak oluşan ve nadir bulunan bir PUFA'dır. EDA, linoleik asidin uzaması sonucunda oluşmakta olup,

dihomo- γ -linolenik, araşidonik ve siadonik aside metabolize edilebilir (Y.-S. Huang vd., 2011). EDA'nın; yağlı ve özellikle monosodyum L-glutamat içeren bir diyetle yükseldiği belirtilmektedir (Su vd., 2019). Behenik asit (C22:0); moringa balığı, kanola ve yer fıstığı yağında bulunan, endüstriyel olarak mumlar, plastikleştiriciler, yumuşatıcı özelliği nedeniyle de saç kremi ve nemlendiricileri gibi kozmetik ürünlerde kullanılmakta olan bir doymuş yağ asididir (Obuzor & Nkom, 2010). Behenik asidin; total kolesterol ve LDL-C düzeylerinde artışa neden olduğu iddia edilirken (Cater & Denke, 2001) deney hayvanları üzerinde gerçekleştirilen başka bir çalışmada ise LDL-C düşüşüne ve HDL-C artışına neden olduğu belirtilmiştir (Moreira vd., 2017). Ayrıca obeziteyi engelleyici etkilerinin olduğu (Kojima vd., 2010; Moreira vd., 2017), eksikliği ile disfonksiyonel spermatozoa üretiminin ilişkili olabileceği (Bunay vd., 2021) iddia

edilmiştir. Dihomo- γ -linolenik asit (C20:3 ω 6, DGLA); biyolojik olarak aktif eikozanoidlerin (prostaglandinler ve tromboksanlar) ve klinik olarak etkili diğer metabolitlerin biyosentezi için doğrudan bir kaynak olup, antiinflamatuvar, antitrombotik, antihipertansif, antialerjik ve antikanser etkilerinin bulunduğu belirtilen

bir PUFA'dır (Antimanon vd., 2020). DGLA'nın; obezite ve insülin direnci ile ilişkili olduğu (Ellsworth vd., 2020; Hua vd., 2021; Kusunoki vd., 2007; Tsurutani vd., 2018), eritrosit membranı düzeylerinin erkeklerde testosteron miktarını ile negatif ilişkili bulunduğu (Abbott vd., 2020) iddia edilmiştir. Eikosatrienoik asit (C20:3 ω 3, ETA); antiinflamatuvar etkisi olduğu bilinen bir yağ asididir (E. J. Baker vd., 2021). ETA'nın; azalmış ovarial rezerve sahip bireylerde önemli ölçüde düşük bulunduğu (Zhao vd., 2022) ve cilt sağlığını koruyucu etkilerinin olabileceği söylenmektedir (Jin vd., 2010; E. J. Kim vd., 2010). Erusik asit (C22:1), kolza tohumu (%20-54) ve hardal (%42) yağlarında bulunan, özellikle Asya ülkelerinde yüksek oranda tüketilen bir MUFA olup, aynı zamanda adrenolökodistrofinin tedavisinde kullanılan Lorenzo yağının da bileşenleri arasında yer alır (Altinoz, Ozpinar, Ozpinar, vd., 2020). Erusik asidin; obezite gelişimine yol açtığı (J. Liu vd., 2012) ve diyabetik obez bireylerde yükseldiği bulunmuştur (Ghosh, 2006).

Araşidonik asit (C20:4, AA); hayvansal gıdalarda ve bitkisel yağlarda bol miktarda bulunan, linoleik asitten de metabolik olarak sentezlenebilen bir PUFA'dır (Tallima & El Ridi, 2018). AA, esansiyel bir yağ asidi olmasına karşın, linoleik asitten sentezlenebildiği için eğer diyetle linoleik asit alımı varsa esansiyel olarak sınıflandırılmaz (Yöntem & Ünaldı, 2018). Memeli hücre membranının en önemli bileşenlerinden biri olan AA, prostaglandinler, lökotrienler ve lipoksinler gibi önemli moleküllerin sentezinde kullanılır (Yerlikaya, 2010). Son dönemde diyetdeki doymuş yağların yerini doymamış yağların almasıyla vücutta sentezlenen AA miktarı da artmış; buna bağlı olarak kardiyovasküler hastalıklar, kanser, inflamasyon ve otoimmün hastalıkların görülme sıklığını arttıran AA metabolitlerinin miktarı da yükselmiştir (Canbolat, 2016). Araşidonik asidin; kadınlarda polikistik over sendromu, gestasyonel diyabet, preeklampsi ve fetal büyüme, erkeklerde ise semen azlığı, kalitesi ve fonksiyonu ile ilişkili olabileceği (Szcuzko vd., 2020), diyabet ile yükseldiği (W. Wang vd., 2021), ailesel hiperkolesterolemide düzeylerinin azaldığı belirtilmektedir (Narverud vd., 2019). Trikosanoik asit (C23:0), lahanada en yüksek oranda bulunan yağ asidi olup (Çömlekçioğlu & Kutlu, 2018), pentadekanoik ve heptadekanoik asidin uzamasıyla sentezlenir (Pfeuffer & Jaudszus, 2016). Trikosanoik asidin; iskemik inme (Kotlega vd., 2021) ve prostat kanseri (Jung vd., 2013) ile ilişkili bulunduğu, yaşlılıkta görülebilecek mental gerileme riskini azalttığı (D. Li vd., 2020), T2DM gelişimi ile negatif bir ilişkiye sahip olduğu (Forouhi vd., 2014) ifade edilmektedir. Dokosadienoik asit (C22:2, DDA);

DNA polimerazlar ve topoizomerazlar üzerine güçlü inhibitör etkisi olan, kardiyovasküler sistem üzerine de etki gösterebilen bir PUFA'dır (Y. Chen vd., 2021). DDA'nın; şizofrenide görülen olumsuz semptomlar ile ilişkili bulunduğu (S.-W. Kim vd., 2016), meme kanseri üzerine antitümör ve antioksidan özellik gösterdiği, makrofajlarda antiinflamatuvar etkisinin gözlemlendiği (Y. Chen vd., 2021), ürik asit düzeyleri (Panda vd., 2020) ve osteoartrit (C.-L. Wu vd., 2017) ile de pozitif bir ilişkisinin bulunduğu belirtilmektedir. Eikosapentaenoik asit (C20:5, EPA); genel olarak deniz orijinli balıklarda bol miktarda bulunan ω -3 yapısında bir PUFA'dır. Literatürde EPA'nın; antiinflamatuvar, antihipertansif, antiobezitik, antikanser, antioksidan, antidepresif ve insülin direncini iyileştirici çok sayıda etkisinin olduğu belirtilmektedir (Kawashima vd., 2009; Siess vd., 1980; Siriwardhana vd., 2012). Lignoserik asit (C24:0); palmitik asitten behenik asit yoluyla zincir uzaması sonucu sentezlenen (Sato vd., 2022), pek çok doğal yağın içinde az miktarda bulunan doymuş bir yağ asididir (Chacón-Fernández vd., 2019). Nervonik asit (C24:1); sinir sisteminde beyaz madde ve miyelin kılıfların yapısına katılan, anne sütünün kompozisyonunda doğal olarak bulunan, beyin gelişimi ve korunmasında önemli rol oynadığı belirtilen bir MUFA'dır (F. Liu vd., 2021). Nervonik asidin; enerji metabolizması, obezite ve koroner risk faktörleri üzerine olumlu etkilerinin bulunduğu söylenmektedir (Keppley vd., 2020; Oda vd., 2005). Buna karşın, nervonik asit düzeylerinin atriyal fibrilasyon riski ile ilişkili olduğu (Pellegrini vd., 2021), multiple sklerozda konsantrasyonlarının azaldığı belirtilmektedir (Hayes & Ntambi, 2020). Dokosaheksaenoik asit (C22:6, DHA); nörolojik ve kardiyolojik sistem üzerine çok sayıda olumlu etkisi olduğu iddia edilen bir PUFA'dır (Horrocks & Yeo, 1999). DHA'nın; antitümör ve antihipertansif etkilerinin olduğu, artrit, depresyon, T2DM ve kardiyolojik rahatsızlıklarda önemli roller oynadığı iddia edilmektedir (Browning vd., 2007; Gunnarsdottir vd., 2008; Horrocks & Yeo, 1999; Ng vd., 2014). Sanz vd. (2014), DHA düzeyleri ile abdominal yağ miktarı arasında negatif ilişki bulduklarını belirtmişlerdir.

2.3. Yağ asitlerinin organizmaya etkileri

Yağ asitleri; enerji kaynağı ve membran yapı bileşeni olmalarının yanı sıra hücre ve dokuların metabolizmasını ve fonksiyonunu etkileyen bileşiklerdir (Calder, 2015; Haç-Wydro & Wydro, 2007). Doymuş yağ asitlerinin; kardiyovasküler hastalıklar, kanserler ve sistemik inflamasyon da dahil olmak üzere çok sayıda bozuklukla ilişkili

oldukları, hormon üretimi, kardiyovasküler sağlık, gen transkripsiyonu, lipogenez, apoptoz, hücre membranı yapısı ve protein sinyalleme gibi pek çok olayda önemli rol oynadıkları belirtilmektedir (Powell & Wallace, 2020). Kalori alımı açısından bakıldığında, SFA ve diğer yağ asitleri arasında önemli bir fark olmadığı, ancak doymuş yağ asitlerinin yağ birikimine ve kilo artışına yol açtığı öne sürülmektedir. Fazla miktarda doymuş yağ içeren bir diyetle beslenen deney hayvanlarında daha fazla yağ dokusu birikimi gözlenmiştir (H. Wang vd., 2002). Diyetle alınan doymuş yağ asitlerinin LDL-C düzeylerini yükselttiği, dolaşımdaki LDL-C'ün temizlenmesini engelleyerek ateroskleroza, bunun sonucunda da kardiyovasküler rahatsızlıklar başta olmak üzere insülin direnci ve T2DM gibi metabolik hastalıklara neden olabileceği ifade edilmektedir (Çakmakçı & Tahmas-Kahyaoğlu, 2012). Türkiye Cumhuriyeti Sağlık Bakanlığı tarafından yayımlanan bir raporda doymuş yağların en önemli hayvansal kaynaklarının yağlı kırmızı et, tavuk derisi, tam yağlı süt ve peynir, tereyağı, krema, dondurma gibi süt ürünleri ile bitkisel yağlardan Hindistan cevizi, palm ve palm çekirdeği yağı gibi tropikal yağların da doymuş yağ bakımından zengin olduğu ifade edilmiştir (Ulusal Beslenme Konseyi Yağ Bilim Komisyonu Raporu, 2022).

Akdeniz diyeti; Akdeniz bölgesinde zeytin yetiştiriciliği yapılan bölgelerde geleneksel olarak uygulanan bir beslenme tarzıdır (Willett vd., 1995). Bu diyetle; başta zeytinyağı olmak üzere sebze, meyve, tahıl ve zeytinyağı gibi besinlerin bol bulunması nedeniyle sağlık için oldukça faydalı olan β -karoten, C ve E vitaminleri, polifenoller, çeşitli önemli mineraller ve oleik asit vücuda bol miktarda alınır (Dontas vd., 2007). MUFA (oleik, palmitoleik ve vaksenik asit) açısından zengin olan Akdeniz diyetinin en spesifik yağ asitleri ω -7 ve ω -9 MUFA'lardır. Somon ve hamsi gibi balıklar, zeytinyağı ve makadama yağı ω -7; zeytinyağı, kanola ve Ayçiçek yağı ise ω -9 yağ asitleri açısından zengindirler. Bu nedenle Akdeniz diyeti; daha düşük kardiyovasküler hastalık riski, insülin direncinde iyileşme, bazı kanser risklerinin azalması ve mental fonksiyonlar üzerindeki olumlu etkileri nedeniyle sağlıklı bir beslenme tarzı olarak kabul edilmektedir (Powell & Wallace, 2020)

Trans yağ asitleri, SFA'lara benzer şekilde emildikten sonra mitokondriyal β -oksidasyon yoluyla cis izomerleri gibi metabolize edilmektedirler. Ancak, cis izomerlerine göre daha yavaş bir şekilde oksidatif fosforilasyona uğramaları nedeniyle elde edilen ATP miktarı da azalmaktadır. Buna ek olarak, membran fosfolipitlerinin

yapısına katılarak zar akışkanlığının değişmesine neden olan trans yağ asitlerinin, hücre zarı ile ilişkili enzimleri inhibe ederek çeşitli metabolitlerin sentezini engellediği ifade edilmektedir (Kahraman & Küplülü, 2011). Kalori açısından bakıldığında, aynı enerji düzeyinde alınan doymuş ya da cis izomerisindeki doymamış yağ asitlerine kıyasla trans yağ asitleri LDL-C ve trigliserit düzeylerini yükseltmekte, HDL-C düzeylerini düşürmekte, kardiyovasküler hastalık için önemli bir belirteç olan total kolesterol/HDL-C oranını artırmaktadır. Dolayısıyla, trans yağ asitlerinin hem obezite hem de kardiyovasküler hastalıklar açısından önemli bir risk faktörü oluşturduğu açıktır (Mozaffarian vd., 2006).

Vücuttaki yağ asidi kompozisyonu, diyetle dışarıdan alınan ve metabolizma sonucu endojen olarak üretilen yağ asitlerinden etkilenmektedir. SFA, MUFA ve PUFA'ların obezite ile hem pozitif hem de negatif ilişkili oldukları ifade edilmiştir (Suara vd., 2020). Literatürde; C12:0, C14:0 ve C16:0 yağ asitlerinin aterojenik ve hiperkolesterolemik (Lima vd., 2020; Mensink & Katan, 1992; Ulbricht & Southgate, 1991) özelliklerinin bulunduğu, C14:0, C16:0 ve C18:0 yağ asitlerinin trombojenik etki gösterdiği (Attia vd., 2017; Garaffo vd., 2011; Vargas-Bello-Pérez vd., 2015), MUFA ve PUFA'ların (özellikle ω -3 ve ω -6 yağ asitleri) antitrombojenik ve hipokolesterolemik özelliklerinin olduğu belirtilmektedir (Azemi vd., 2022; J. Chen & Liu, 2020; Kris-Etherton & Yu, 1997; Petkova vd., 2020; Zula vd., 2021).

Obezitenin aterojenik lipid profili üzerine etkisini incelemek amacıyla kullanılan Aterojenite İndeksi (AI), Trombojenisite İndeksi (TI) ve Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik oranının (H/H) hesaplamaları Çizelge 2.7'de verilmiştir.

Çizelge 2.7. AI, TI ve H/H oranının formülasyonları (Hakola vd., 2017; Santos-Silva vd., 2002; Ulbricht & Southgate, 1991)

İndeks Adı	Formülü
Aterojenite İndeksi (AI)	$= \frac{C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0}{\sum MUFA + \sum \omega_6 + \sum \omega_3}$
Trombojenisite İndeksi (TI)	$= \frac{C14:0 + C16:0 + C18:0}{[(0.5 \times \sum MUFA) + (0.5 \times \sum \omega_6) + (3 \times \sum \omega_3) + (\sum \omega_3 / \sum \omega_6)]}$
Hipokolesterolemik/ Hiperkolesterolemik Oran (H/H)	$= \frac{C18:1 \text{ cis} + C18:3\omega6 + C18:3\omega3 + C20:5 + C22:6}{C14:0 + C16:0}$
\sum SFA:	C8:0+C10:0+C11:0+C12:0+C13:0+C14:0+C15:0+C16:0+C18:0+C20:0+C21:0+C23:0+C24:0
\sum PUFA:	C18:2 tr+C18:2 cis+C18:3 ω 6+C18:3 ω 3+C20:2+C20:3 ω 3+C20:4+C22:2+C20:5+C22:6
\sum MUFA:	C18:1 tr+C18:1 cis+C20:1+C22:1+C24:1
\sum ω -6:	C18:2 tr+C18:2 cis+C18:3 ω 6+C20:2+C20:4+C22:2
\sum ω -3:	C18:3 ω 3+C20:3 ω 3+C20:5+C22:6

Çizelge 2.7’de görüldüğü gibi; yağ asitlerinin birbirleri ile oranları, obezitenin metabolik etkilerinin anlaşılması bakımından önemlidir. AI, TI, H/H, toplam ω -3 ve ω -6 yağ asitleri arasındaki denge gibi çeşitli parametreler, obezite ile ilişkili kardiyovasküler hastalık riski hakkında önemli bulgular sunan biyomarkörlerdir. Aterojenite indeksi; diyetteki yağ kalitesinden etkilenip aterosjenik plak oluşturma riskine sebep olan önemli bir biyomarkördür (Moussavi Javardi vd., 2020). Aterojenite indeksinin hesaplamasında; aterosjenik oldukları belirtilen laurik (C12:0), 4 x miristik (C14:0) ve palmitik (C16:0) asitlerin toplamının, antiaterojenik etki gösteren MUFA, ω -6 ve ω -3 yağ asitleri toplamına bölünmesiyle hesaplanmaktadır. Miristik asidin katsayısının 4 alınmasının sebebi, aterosjenik etkisinin palmitik aside göre 4 kat daha fazla olduğunun belirtilmesinden kaynaklanmaktadır (Ulbricht & Southgate, 1991). TI, damardaki pıhtı oluşma eğilimini göstermekte olup (Khalili Tilami & Kouřimská, 2022) protombojenik SFA’ların, MUFA ve PUFA’lara oranı ile hesaplanmaktadır (Bouzgarrou vd., 2015; Petkova vd., 2020). TI formülünün pay kısmında görülen miristik (C14:0), palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitlerin pıhtı (emboli) oluşumunu daha fazla artırırken MUFA ve PUFA’ların arttırmadığı, ratlarda gerçekleştirilen çalışmalarda, trombosit agregasyonu ile en yüksek korelasyon katsayısının C14:0, C16:0 ve C18:0 ile görüldüğü iddia edilirken, MUFA ve ω -6 PUFA’ların ω -3 PUFA’lara göre daha az antiaterojenik etki göstermesi nedeniyle paydadaki katsayılarının 0.5, ω -3 PUFA katsayısının ise 3 olarak gösterildiği ifade edilmektedir (Ulbricht & Southgate, 1991). H/H oranında verilen; ω -3 ve ω -6 PUFA’ların kolesterol düşürücü (hipokolesterolemik) etkilerinden

dolayı (Szpunar-Krok & Wondołowska-Grabowska, 2022) bu yağ asitlerinin toplamının, vücuttaki kolesterol düzeylerini arttırmaları (hiperkolesterolemik olmaları) (Hashempour-Baltork vd., 2018; Ivanović vd., 2020) sebebiyle C14:0 ve C16:0 yağ asitlerinin toplamına bölünmesiyle belirlenir. Aterojenite ve trombojenisite indeksleri, diyetle ve organizmada yer alan yağ asitlerinin tromboz ve kardiyovasküler hastalık riskinin potansiyel etkilerine dair önemli bilgiler sunmaktadır (Bouzgarrou vd., 2015; Petkova vd., 2020). AI ve TI değerlerinin yüksek bulunması, kardiyovasküler riskin de yüksek olduğunun bir göstergesi olabileceği iddia edilmektedir. Buna karşın; H/H değerinin yüksek olması, hiperkolesterolemik yağ asitlerine göre hipokolesterolemik yağ asitlerinin fazla olduğu daha uygun bir lipid profilini göstermesi bakımından önemlidir (Bondoc & Ramos, 2021; Müller vd., 2001). Yapılan çalışmalarda; ω -3/ ω -6 gibi yağ asidi oranlarında görülen değişikliklerin, lipid profillerini ve aterojenik riski etkileyebileceği ve obezite ile ilişkili kardiyovasküler hastalıkların önlenmesinde diyetle ilgili yağ içeriğinin önemli olduğu belirtilmektedir (Ashwell vd., 2012; Moussavi vd., 2008).

3. MATERYAL VE METOT

3.1. Materyal

3.1.1. Çalışma grubunun oluşturulması

Çalışmamız; Necmettin Erbakan Üniversitesi Meram Tıp Fakültesi Etik Kurul Komisyonu'nun 18.07.2019 tarih ve 14567952-050/1203 sayılı etik kurul kararı ile tez projesi olarak onaylanıp Necmettin Erbakan Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinatörlüğü tarafından 191451002 proje numarası ile desteklendi. Çalışmaya katılan tüm deneklerimizden sözlü ve yazılı onam alındı. Çalışmamıza Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Endokrinoloji Polikliniğine başvuran, VKİ 30 veya üzerinde olan, 19-68 yaş aralığında bulunan 40 obez birey (hasta grubu) ile yaş dağılımı bakımından hasta grubumuzla uyumlu olan, bilinen herhangi bir sağlık problemi bulunmayan, VKİ 18-25 aralığında olan 30 sağlıklı birey (kontrol grubu) dahil edildi (Çizelge 3.1). Çalışmamıza kendi katılmak istemeyen ve sonradan kendi isteği ile ayrılmak isteyen bireyler, malignite geçmişi olan hastalar, kronik ilaç kullanımını gerektirecek hastalık öyküsü olanlar, 70 yaş üzeri veya 18 yaş altı bireyler, sigara ve alkol kullanan bireyler dahil edilmedi.

Çizelge 3.1. Deneklerimizin demografik özellikleri

	Hasta	Kontrol
n	40	30
Cinsiyet	Erkek: 16 Kadın: 24	Erkek: 16 Kadın: 14
Yaş	Erkek: 33 (21 - 68) Kadın: 37 (19 - 62)	Erkek: 36 (23 - 67) Kadın: 29 (22 - 48)
VKİ	Erkek: 32.45 (30.00 - 39.77) Kadın: 33.79 (27.48 - 50.81)	Erkek: 24.14 (18.37 - 26.54) Kadın: 23.07 (17.78 - 27.39)

Parametreler Medyan (Minimum - Maksimum) şeklinde gösterilmiştir.

3.1.2. Kan örneklerinin toplanması ve hazırlanması

Hastalardan ve sağlıklı gönüllülerden 10-12 saatlik açlık sonrası sabah saatlerinde venöz kan örnekleri, jelli (BD Vacutainer® SST™ II Advance) ve antikoagülanlı (BD Vacutainer® K₂ EDTA 5.4 mg) tüplere alındı. Jelli tüplere alınan kan örnekleri pıhtılaştıktan sonra bekletilmeden santrifüj edildi. Rutin parametreler

(LDL-C, HDL-C, total kolesterol, trigliserit, insülin, C-peptid, TSH, FT₃, FT₄) aynı gün çalışıldı. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada, rutin takip amacıyla alınan tam kan örneklerinden arta kalan (tıbbi atık) numuneler kullanıldı. Antikoagülan olarak K₂ EDTA içeren tüplere alınan ve hemogram testleri çalışılmış olan kan örnekleri, +4°C'de 3000 rpm'de 10 dk santrifüj edilerek plazmaları ayrıldı. Plazma örnekleri yaklaşık 300 µL'lik alikotlar halinde mikrosantrifüj tüplerine aktararak ekstraksiyonun yapılacağı zamana kadar -80°C'de derin dondurucuda saklandı. Plazma ayrıldıktan sonra tüpte kalan pelletin üzerine pellet hacmi kadar serum fizyolojik eklenerek +4°C'de 3000 rpm'de 10 dk boyunca santrifüj edildi. Santrifüj sonrasında süpernatant ve pelletin üstünde kalan bulutsu kısımda bulunan lökositler ve trombositler hassas bir şekilde pipetle uzaklaştırılarak tekrar serum fizyolojik eklendi ve santrifüj edildi. 3 kez tekrarlanan bu yıkama işlemi sonucunda lökosit ve trombositlerin ortamdan uzaklaştırılarak saf eritrosit paketinin elde edilmesi amaçlandı. Üçüncü yıkamanın ardından pellet, hacminin yaklaşık %55'i kadar (hematokrit değeri kadar) serum fizyolojik ile süspanse edildi ve yaklaşık 350 µL'lik alikotlar halinde mikrosantrifüj tüplerine alınarak ekstraksiyon sürecine kadar -80°C'de derin dondurucuda saklandı. Örnekler, ekstraksiyondan önceki gün derin dondurucudan alınarak gece boyu +4°C'de çözünmeye bırakıldı.

3.2. Metot

3.2.1. Rutin biyokimyasal analizler

Total kolesterol, trigliserit, LDL-C ve HDL-C düzeyleri Beckman Coulter marka test kitleri kullanılarak Beckman AU5800 otoanalizöründe, serum FT₃, FT₄, TSH, insülin ve C-peptid düzeyleri Roche marka test kitleri kullanılarak elektrokemiluminesans immunoassay yöntemi ile Cobas-601 otoanalizöründe, hemogram parametreleri ise Beckman Coulter DXH-800 hematoloji analizöründe çalışıldı.

3.2.2. Kullanılan kimyasal maddeler

- Supelco™ 37 Component FAME Mix (Sigma-Aldrich, ABD, Katalog no: CRM47885)
- Methyl Heptadecanoate (AccuStandard, ABD, Katalog no: SFA-010N)
- n-hekzan (Merck Emplura, ABD, Katalog no: M104368)

- Metanol (Merck EMSURE ®, ABD, Katalog no: M106009)
- Hidroklorik asit %37 (IsoLab Laborgeräte GmbH, Almanya, Katalog no: 932.103.2501)
- Helyum gazı, Kuru hava, Hidrojen gazı (Doğan Oksijen, Türkiye)
- Serum fizyolojik (Eczacıbaşı İlaç Pazarlama A.Ş., Türkiye)

3.2.3. Kullanılan ekipman ve cihazlar

- Mikropipet seti (Eppendorf AG, Almanya)
- 10 mL tek kullanımlık enjektör (Berika Teknoloji Medikal, Türkiye)
- 0.45 µM PTFE non-steril şırınga filtre (IsoLab Laborgeräte GmbH, Almanya, Katalog no: 09401001)
- 30 mL lastik tıpalı yivli alüminyum kapaklı ekstraksiyon şişeleri
- Yuvarlak ve konik tabanlı cam tüpler
- 1.5 mL mikrosantrifüj tüpleri (IsoLab Laborgeräte GmbH, Almanya, Katalog no: 078.03.002)
- Su banyosu (Memmert GmbH WNB10, Almanya)
- Vorteks (IsoLab Laborgeräte GmbH, Almanya, Katalog no: 622.01.001)
- Santrifüj (Beckman Coulter Allegra X-30R, ABD)
- Buzdolapları (Uğur Soğutma Makinaları, Türkiye)
- Çeker ocak
- Motorize Su Banyolu Azot Evaporatörü tab 40-WEL (Teknosem Test ve Analiz Cihazları, Türkiye)
- Gaz kromatografisi (Agilent 6890N, FID: Agilent Technologies Inc., Wilmington, DE, ABD)
- Auto-sampler (Agilent 7638, Agilent Technologies Inc., Wilmington, DE, ABD)
- J&W HP-88 GC Column (100 m x 0.25 mm x 0.20 µm, Agilent Technologies Inc., Wilmington, DE, ABD, Katalog no: 112-88A7)
- Roche Cobas e601 Otoanalizör (Roche Diagnostics GmbH, Mannheim, Almanya)
- Beckman AU5800 Otoanalizör (Beckman Coulter, Brea, CA, ABD)
- Beckman Coulter DXH-800 hematoloji analizörü (Beckman Coulter, Brea, CA, ABD)

3.2.4. Çalışma için gerekli reaktiflerin hazırlanması

- **3M metanolik hidroklorik asit çözeltisinin hazırlanması:** 75 mL metanol üzerine %37'lik 25 mL hidroklorik asidin çeker ocak altında damla damla eklenmesi suretiyle hazırlandı.
- **C17:0 heptadekanoik asit metil esteri stok çözeltisinin hazırlanması:** Yağ asidi metil esterlerinin kromatografik incelenmesinde literatürde internal standart olarak C17:0 heptadekanoik asit ya da C19:0 nonadekanoik asit kullanılması tavsiye edilmiştir (Blau vd., 2008). Bu çalışmada da C17:0 heptadekanoik asidin metil esteri formu olan metil heptadekanoat tercih edildi. 100 mg'lık ambalajlı şekilde temin edilen metil heptadekanoat üzerine hekzan ilave edilerek 20,000 µg/mL konsantrasyona seyreltildi ve iç standart için stok solüsyon oluşturuldu. Ekstraksiyon yapılacağı zaman son konsantrasyon 500 µg/mL olacak şekilde bu stoktan dilüsyon yapılarak iç standart çalışma solüsyonu hazırlandı ve transmetilasyon işleminden sonra örneklerin üzerine ilave edildi.
- **Supelco™ 37 Component FAME Mix:** Diklorometan içinde çözülmüş olan 200-600 µg/mL arasında değişen konsantrasyonlardaki (toplam konsantrasyon 10 mg/mL) C4:0 ile C24:1 molekül yapısına sahip 37 adet yağ asidi metil esteri 1 mL'lik ampul şeklinde temin edildi.

3.2.5. Eritrosit membranı ve plazmadan yağ asitlerinin ekstraksiyonu

Ekstraksiyon işlemi, yağ asidi gliserol esterlerinin ve plazmalojenlerin metanolik HCl varlığında 90°C'de 4 saat inkübe edilerek transmetile edilmesi ve süreç sonunda örnekler soğuduktan sonra yağ asidi metil esterlerinin hekzan ile ekstrakte edilmesi prensibine dayanmaktadır. Ekstraksiyon işlemi, Blau ve arkadaşlarının metodu ile gerçekleştirildi (Blau vd., 2008). GC-FID (Gas Chromatography - Flame Ionisation Detector) cihazının auto-sampler'ının düzgün bir çekim yapabilmesi amacıyla 50 µL numuneye 1 mL metanolik HCl olacak şekilde hacim artırıldı. Ayrıca, ekstraksiyon işleminin başında eklenen internal standart, metil esteri yapısında temin edildiği için transmetilasyon işlemine tabi tutulmayarak reaksiyonun bitiminde örnek içerisinde eklendi.

Yaklaşık 30 mL'lik sızdırmaz kapaklı cam şişe içine 3 mL metanolik HCl eklendi. Üzerine, örnek tipine göre 150 µL plazma ya da eritrosit süspansiyonu ilave edildi. Şişelerin ağızları sıkıca kapatılarak 4 saat boyunca 90°C su banyosuna bırakıldı ve transmetilasyonun gerçekleşmesi sağlandı. Sürenin sonunda örnekler oda sıcaklığında soğutuldu ve üzerlerine 150 µL internal standart (C17:0 Metil Heptadekanoat) eklenerek 5 saniye vortekslendi. Daha sonra şişe içine 6 mL hekzan ilave edilerek şişe 10 sn. boyunca vortekslendi. Süpernatant (hekzan), 10 mL'lik tek kullanımlık bir enjektöre çekilerek, olası bir partikülün kolonda kirlenmeye ya da tıkanıklığa yol açmaması için, 0.45 µm por çaplı PTFE (PoliTetraFloroEtilen) membran ile filtre edilip konik tabanlı cam tüpe aktarıldı. Ardından hekzan, 37°C su banyosunda çeker ocak altında nitrojen ile uçuruldu. Cam tüpün çeperinde oluşan sarımsı-pembemsi tabaka üzerine 600 µL hekzan ilave edilerek tüp 1-2 sn. vortekslendi ve örnekler 1.5 mL'lik viallere aktarıldı.

3.2.6. Metil esteri kullanımının avantajları ve transmetilasyon reaksiyonu

Yağ asitlerinin serbest formlarında tespiti zor olduğundan, metil esteri halinde analiz etmek daha avantajlıdır. Serbest yağ asitleri son derece polar bileşikler oldukları için H bağı oluşturma eğilimindedirler. Ancak; bu durum adsorpsiyon sorunlarına yol açtığı için, polaritelerinin azaltılması yağ asitlerini analize daha uygun hale getirir. Buna ek olarak, doymamış yağ asitleri çok küçük farklılıklarla birbirinden ayrıldıkları için öncelikle polar karboksil fonksiyonel grupların nötralize edilmesi gerekmektedir. Böylelikle doymamışlığın derecesi, doymamış bağ konumu ve cis-trans konfigürasyonu kromatografik olarak kolaylıkla tespit edilebilmektedir. Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada; hem metillenmiş yağ asitlerinin daha stabil, daha hızlı ve kantitatif sonuçlar sunması gibi açılardan avantaj sağlaması hem de kullandığımız dış standardımızın metil esteri yapısında olması nedeniyle eritrosit membranı ve plazma örneklerimizi metil esterleri haline dönüştürerek analiz ettik.

Esterleşme esnasında ortamda asidik bir katalizörün bulunması, esterleşmenin en iyi şekilde gerçekleşmesi ve ortamda bulunan diğer biyolojik moleküllerin (kolesterol, trigliserit gibi) bertaraf edilmesi bakımından önemlidir. Katalizör, karboksil grubunun O atomunu protonlayarak asidi daha da reaktif hale getirir. Daha sonra alkol ile protonlanmış asit, ester elde etmek için birleşir ve ortama su çıkışı gerçekleştirilir. Kullanılan alkol elde edilen esterlerin alkil zincir uzunluğunu belirlediği için; metanol

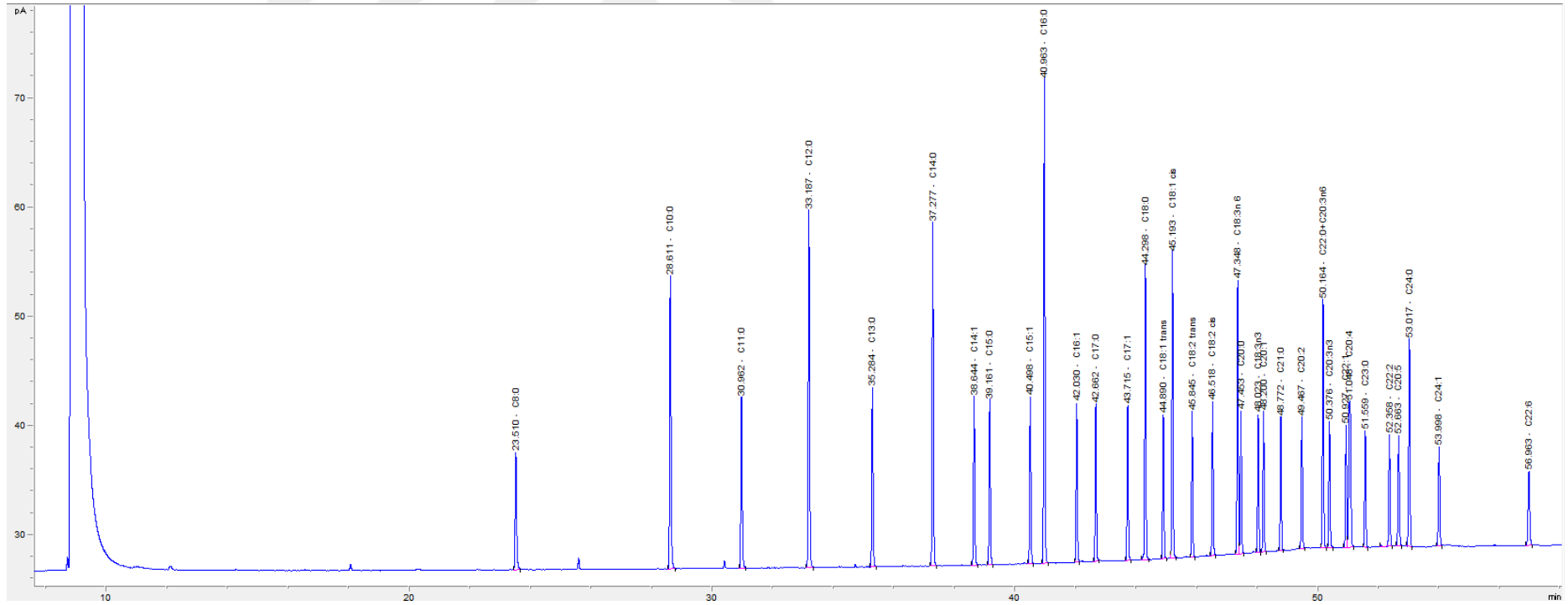
kullanımıyla metil esterler, etanol kullanımıyla da etil esterler oluşacaktır (Buchanan vd., 2011).

3.2.7. Kromatografi ön deneme ve kalibrasyon çalışmaları

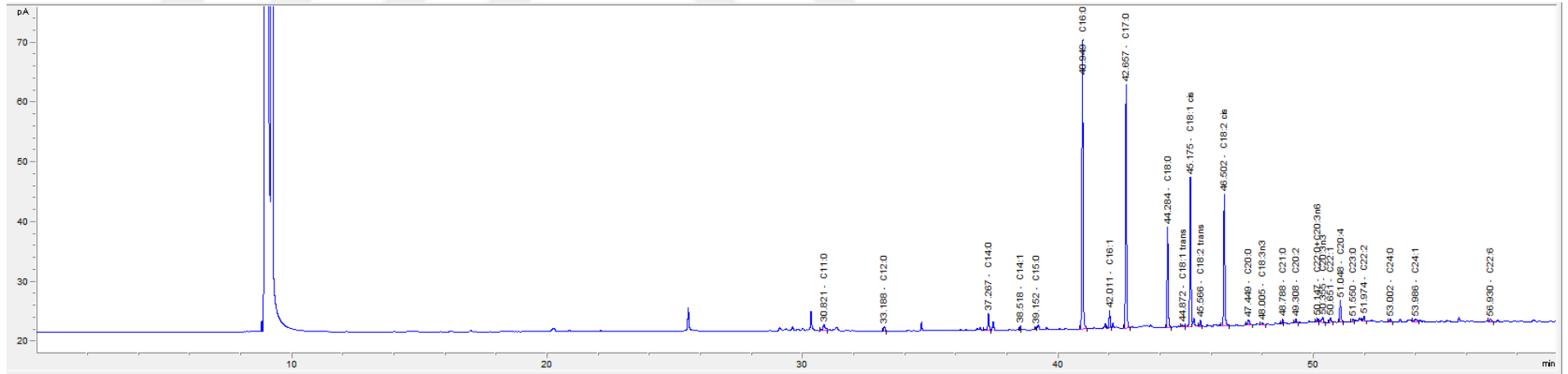
Yağ asitlerinin kromatografik analizinde, prensibi ve aşamaları Çizelge 3.2’de verilen metot tercih edildi (Gürcan, 2001; Kara vd., 2007). Selçuk Üniversitesi Fen Fakültesi Analitik Kimya Laboratuvarında rutin olarak yağ asidi metil esterlerinin GC-FID ile analiz edilmesi; çalışmamız için gerekli olan kolonun şartlandırılması, kromatografik enjeksiyon, analiz yöntemleri ve optimizasyon işlemleri gibi pek çok önemli ön hazırlık aşamalarına gerek kalmaksızın güvenilir sonuçlara ulaşabilmemiz açısından avantaj sağlamaktadır. Bütün bu avantajlara rağmen, analiz sonuçlarının sağlıklı bir şekilde elde edilebilmesi amacıyla ön deneme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Numunelerden biri, literatürde belirtilen ekstraksiyon işlemleriyle muamele edildikten sonra 100 µL hekzan ile çözülmüş ve cihaza enjekte edilmiştir. Analiz sonunda elde edilen piklerin intensitesi değerlendirilerek, örneklerin 200 µL hekzan ile çözülerek cihaza verilmesinin daha uygun olacağı kanaatine varılmıştır. Çalışmada dış standart olarak kullanılan ve FAME Mix’ten elde edilen standardımıza ait kromatogram Şekil 3.3’te, çalışmaya dahil edilen hasta grubundaki bir numunemize ait kromatogram ise Şekil 3.4’te gösterilmiştir.

Çizelge 3.2. Yağ asitlerinin analizinde kullanılan kromatografi metodu

Enjeksiyon Bloğu	250 °C – 13.38 psi 1 µL Splitless	Dedektör (FID)	250 °C H ₂ akış hızı → 30 mL/dk Hava akış hızı → 300mL/dk
Kolon Fırını	HP-88 (100m x 250 µm x 0.20 µm id)	Taşıyıcı Gaz	He (1.3 mL/dk)
		Kolon Sıcaklık Programı	50°C → 2 dk 50°C → 240°C (4°C/dk) 240°C → 10 dakika Toplam Süre: 59,5dk



Şekil 3.3. FAME Mix'ten elde ettiğimiz standart kromatogramı



Şekil 3.4. Çalışmaya dahil edilen hasta grubundan bir numunemize ait plazma yağ asitlerinin kromatogramı

3.2.8. Elde ettiğimiz verilerin analizi

Obezitenin yağ asidi kompozisyonunu nasıl etkilediğini daha iyi görebilmek amacıyla, çalışmamıza dahil ettiğimiz örneklerimize ait eritrosit membranı ve plazma yağ asidi % oranlarını cinsiyet, VKİ ve yaş gibi kendi içlerinde gruplara ayırarak değerlendirdik. Oluşturduğumuz grupların nitelikleri Çizelge 3.3'te belirtilmiştir.

Çizelge 3.3. Çalışmamıza dahil ettiğimiz bireylerden oluşturduğumuz gruplar

Grup adı	Grup açıklaması
Hasta ve kontrol grubu	Hasta (n: 40) ve kontrol (n: 30) gruplarımızdaki örneklerimiz
Erkekler	Hasta (n: 16) ve kontrol (n: 16) gruplarımızdaki erkek örneklerimiz
Kadınlar	Hasta (n: 24) ve kontrol (n: 14) gruplarımızdaki kadın örneklerimiz
VKİ 30-35 arası	Hasta (n: 24) grubumuzdaki VKİ 30-35 arasında yer alan örneklerimiz ile kontrol (n: 30) grubumuz
VKİ 35-40 arası	Hasta (n: 9) grubumuzdaki VKİ 35-40 arasında yer alan örneklerimiz ile kontrol (n: 30) grubumuz
VKİ 40 ve üzeri	Hasta (n: 7) grubumuzdaki VKİ 40 ve üzerinde yer alan örneklerimiz ile kontrol (n: 30) grubumuz
40 yaş altı	Hasta (n: 27) ve kontrol (n: 21) gruplarımızdaki 40 yaş altında yer alan örneklerimiz
40 yaş ve üzeri	Hasta (n: 13) ve kontrol (n: 9) gruplarımızdaki 40 yaş ve üzerinde yer alan örneklerimiz

Hasta ve kontrol gruplarımıza ait çalışma parametrelerimizin istatistiki analizleri SPSS 28.0 programında gerçekleştirildi. Çalışma verilerinin normal dağılım gösterip göstermediği $p < 0.05$ anlamlılık düzeyinde Shapiro-Wilk testi ile belirlendi. Normal dağılım gösteren veriler parametrik Bağımsız Örneklem t-testi ile, normal dağılım göstermeyen veriler ise non-parametrik Mann-Whitney U testi ile analiz edildi. Değerlerin kontrol grubuna göre yüksek ya da düşük oldukları; parametrik testlerde ortalamaya, nonparametrik testlerde ise mean rank (sıra ortalaması) değerlerine bakılarak değerlendirildi. Hasta grubumuzun eritrosit membranı ve plazma yağ asidi % oranlarının, birbirleriyle ve demografik verilerimizle (yaş, VKİ ve temel testler) korelasyon hesaplamaları gerçekleştirildi. Normal dağılım gösteren veriler Pearson, normal dağılım göstermeyen veriler ise Spearman testleri ile analiz edildi. Ayrıca, hasta grubumuzun yağ asidi % oran ortalamaları kontrol grubumuzun ortalama değerlerine oranlandı.

Temel Bileşen Analizi (Principal Component Analysis, PCA); birbiriyle ilişkili olması muhtemel çok sayıda değişkenin, temel bileşenler olarak da adlandırılan, daha küçük ve doğrusal olarak ilişkisiz değişkenler kümesine dönüştürülmesi (indirgenmesi)

prensibine dayanan bir istatistik metodudur (Pandit vd., 2020). PCA'nın temel amacının; daha az sayıda bileşenle verilerdeki maksimum varyansı yakalayarak veri setinin boyutluluğunu azaltmak, verilerin en çok değiştiği yönleri belirleyerek temel bilgileri korurken veri temsilinin basitleştirilmesi olduğu belirtilmektedir (Cheng, 2006; Qi & Luo, 2014).

Gerçekleştirdiğimiz bu çalışmada; verilerin hem genel hem de gruplar bazında dağılımları, oluşturulan PCA modelleri ile incelendi. Bu modellerde; her iki grubumuza ait verilerin homojen ve ayrık bir şekilde dağılması, incelenen parametrelerin her iki grubumuzda da istatistiki olarak birbirinden anlamlı düzeyde farklı olduğu, dağılımda az da olsa bir heterojenlik varsa grupların istatistiki olarak daha az, tamamen heterojen bir dağılımda ise gruplar arasında yüksek oranda anlamlı bir farklılığın mevcut olmadığı şeklinde yorumlandı. Değişkenlerin dağılımlarının incelendiği grafikte iç ve dış daireler arasında kalan alandaki parametreler, PCA modelini grup içerisinde en fazla etkileyen parametreler olarak değerlendirildi. Bizim çalışmamızda; iki daire arasında yer alan yağ asitleri, grup içerisinde öne çıkan yağ asitlerini göstermektedir. Yine, modellerimizin ayırma düzeyleri, X ve Y eksenlerinde yer alan PC-1 ve PC-2 % değerleri toplanarak ifade edildi.

Alıcı İşletim Karakteristiği (Receiver Operating Characteristic, ROC) analizi, tanı testlerinin ve tahmin modellerinin performansını değerlendirmek için; tıp, bilgisayar bilimi ve yapay zeka dahil olmak üzere çeşitli alanlarda yaygın olarak kullanılan istatistiki bir analiz metodudur (Linden, 2006). ROC analizi; duyarlılık (sensitivity) ve özgüllük (specificity) arasındaki ilişki hakkında fikir veren bir eğri oluşturmak için farklı eşik değerlerinde gerçek pozitif oranının (duyarlılık), yanlış pozitif oranına (1-özgüllük) karşı çizilmesi prensibine dayanır (Kastrin & Peterlin, 2010). Duyarlılık; bir testin ilgilenilen duruma sahip bireylerini doğru bir şekilde belirleme yeteneğini (hasta olduğunu), özgüllük ise testin ilgilenilen duruma sahip olmayan bireylerini belirleme yeteneğini (hasta değil, sağlıklı olduğunu) ifade eder (Maeda vd., 2013). ROC eğrisinin altında kalan alan (Area Under the ROC Curve, AUC), tanı testinin ya da modelinin genel performansını ölçmek için yaygın olarak kullanılmakta olan bir indekstir (Hillis & Metz, 2012). Youden indeksi; ROC analizinde hem duyarlılığı hem de özgüllüğü aynı anda dikkate alan faydalı bir ölçüm olup, ROC eğrisi ile diyagonal çizgi arasındaki maksimum dikey mesafe olarak hesaplanır. Youden

indeksinin; olası tüm eşik değerleri arasından, bir tanı testinin genel performansını yansıtan en uygun eşik değerini ortaya koyduğu ifade edilmektedir (Greenhouse vd., 1950; Zhou vd., 2018). Youden indeksi, duyarlılık ve özgüllüğün dengelenerek bir test için en iyi kesme (cut-off) değerinin belirlenmesinde de kullanılmaktadır (Z. Liu vd., 2017).

Biz de çalışmamızda, eritrosit membranı ve plazma yağ asitlerinin hasta ve kontrol grubumuz arasındaki sınır değerlerini bulabilmek amacıyla ROC analizi gerçekleştirdik. ROC analizi, Youden indeksi, özgüllük ve duyarlılık hesaplamaları R programı kullanılarak gerçekleştirildi. $p < 0.05$ istatistiki olarak anlamlı kabul edildi.



4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Araştırma Sonuçları

Hasta ve kontrol grubumuzu oluşturan deneklerimizin demografik özellikleri ve rutin biyokimyasal parametrelerinden total kolesterol, LDL-C, HDL-C ve C peptid düzeylerinin; eritrosit membranı yağ asidi % oran verilerinden C15:0, C16:0, plazma yağ asidi % oran verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3 ω 3 düzeylerinin normal dağılım gösterdiği tespit edildi.

Çizelge 4.1. Hasta ve kontrol grubumuzun rutin biyokimyasal testlerine ait sonuçlar

	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	p değeri
Trigliserit	132 (53 - 295)	94.5 (39 - 383)	.058
Total kolesterol	211.25 \pm 38.61	202.86 \pm 39.78	.378
LDL-C	132.50 \pm 27.62	128.46 \pm 36.94	.603
HDL-C	47.67 \pm 8.51	51.60 \pm 9.99	.081
FT₃	3.49 (2.43 - 5.04)	3.45 (1.00 - 4.16)	.211
FT₄	0.75 (0.60 - 1.66)	0.92 (0.64 - 2.27)	.000
İnsülin	11.44 (2.54 - 34.55)	8.53 (4.18 - 17.32)	.018
TSH	2.08 (0.68 - 7.27)	1.43 (0.28 - 5.29)	.005
C peptid	3.54 \pm 1.15	3.03 \pm 0.99	.057

Total kolesterol, LDL-C, HDL-C ve C peptid düzeyleri Ortalama \pm Standart sapma, diğer parametreler ise Medyan (Minimum - Maksimum) şeklinde gösterilmiştir.

Çizelge 4.1’de; hasta grubumuza ait FT₄, insülin ve TSH düzeyleri kontrol grubumuza göre istatistiki açıdan anlamlı düzeyde farklı bulunurken diğer parametrelerimiz arasında ise istatistiki olarak bir anlamlılık tespit edilemedi.

Çizelge 4.2. Hasta ve kontrol gruplarımızın eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	p	Obez (n: 40)	Kontrol (n: 30)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3.68)	0.00 (0.00 - 2.24)	.043	0.00 (0.00 - 1.65)	0.00 (0.00 - 0.00)	.028
C10:0	0.00 (0.00 - 2.49)	0.00 (0.00 - 7.42)	.070	0.37 (0.00 - 1.93)	0.00 (0.00 - 3.59)	.014
C11:0	1.62 (0.00 - 9.00)	0.00 (0.00 - 2.85)	.000	1.30 (0.00 - 5.16)	0.00 (0.00 - 3.35)	.000
C12:0	0.63 (0.00 - 1.29)	0.85 (0.26 - 5.15)	.002	0.37 (0.00 - 2.24)	0.47 (0.24 - 1.09)	.026
C13:0	0.00 (0.00 - 4.49)	0.00 (0.00 - 1.59)	.001	0.00 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 1.34)	.000
C14:0	1.15 (0.00 - 9.42)	4.20 (0.28 - 16.52)	.000	1.25 (0.30 - 5.59)	2.64 (0.29 - 7.45)	.007
C14:1	0.08 (0.00 - 0.90)	0.00 (0.00 - 2.37)	.995	0.11 (0.00 - 1.08)	0.08 (0.00 - 1.04)	.358
C15:0	1.53 ± 0.91	1.57 ± 1.10	.879	0.63 (0.00 - 2.02)	0.68 (0.00 - 2.39)	.665
C15:1	0.08 (0.00 - 4.06)	0.33 (0.00 - 13.35)	.192	0.07 (0.00 - 3.47)	0.15 (0.00 - 3.22)	.427
C16:0	29.85 ± 4.51	37.65 ± 4.92	.000	30.01 ± 3.00	35.45 ± 3.52	.000
C16:1	1.03 (0.00 - 11.84)	1.12 (0.00 - 9.73)	.991	1.69 (0.72 - 6.5)	1.30 (0.00 - 6.30)	.011
C17:1	0.47 (0.00 - 13.35)	0.76 (0.00 - 10.89)	.254	0.22 (0.00 - 0.83)	0.14 (0.00 - 1.34)	.185
C18:0	23.65 (0.11 - 29.91)	25.92 (12.12 - 35.46)	.138	12.96 (0.18 - 26.27)	14.39 (4.83 - 23.25)	.073
C18:1 tr	0.70 (0.00 - 23.21)	0.88 (0.00 - 5.63)	.183	0.64 (0.00 - 15.73)	0.55 (0.00 - 1.94)	.325
C18:1 cis	3.72 (0.00 - 19.10)	4.90 (0.37 - 19.48)	.355	12.81 ± 4.58	12.65 ± 4.11	.876
C18:2 tr	0.74 (0.00 - 3.59)	0.05 (0.00 - 1.34)	.017	0.33 (0.00 - 13.31)	0.35 (0.00 - 0.92)	.739
C18:2 cis	1.57 (0.00 - 16.55)	2.87 (0.00 - 16.86)	.165	17.03 (0.00 - 25.34)	22.21 (10.96 - 39.62)	.000
C20:0	1.49 (0.00 - 5.77)	0.60 (0.00 - 2.80)	.000	1.44 (0.13 - 25.09)	0.49 (0.00 - 1.32)	.000
C18:3ω6	0.64 (0.00 - 2.79)	0.20 (0.00 - 3.07)	.001	0.30 (0.00 - 1.24)	0.32 (0.00 - 0.64)	.887
C20:1	0.57 (0.00 - 2.13)	0.00 (0.00 - 2.28)	.000	0.28 (0.00 - 1.21)	0.00 (0.00 - 0.73)	.001
C18:3ω3	0.54 (0.00 - 4.13)	0.35 (0.00 - 2.60)	.065	0.37 (0.00 - 3.15)	0.37 (0.00 - 1.20)	.291
C21:0	0.91 (0.00 - 2.51)	0.00 (0.00 - 2.64)	.000	0.47 (0.00 - 1.57)	0.00 (0.00 - 2.07)	.000
C20:2	1.35 (0.00 - 11.00)	0.00 (0.00 - 4.14)	.000	0.87 (0.00 - 6.55)	0.00 (0.00 - 2.25)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.62 (0.54 - 5.02)	2.69 (0.00 - 6.36)	.002	0.84 (0.00 - 4.5)	1.27 (0.00 - 2.59)	.739
C20:3ω3	1.40 (0.00 - 4.12)	3.13 (0.00 - 7.27)	.003	0.89 ± 0.51	1.61 ± 0.97	.000
C22:1	0.00 (0.00 - 1.59)	0.00 (0.00 - 2.84)	.094	0.00 (0.00 - 1.43)	0.00 (0.00 - 2.44)	.490
C20:4	0.77 (0.00 - 3.78)	0.00 (0.00 - 1.21)	.000	1.22 (0.00 - 2.98)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.25 (0.00 - 17.84)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	1.8 (0.00 - 7.03)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.48 (0.00 - 4.95)	0.00 (0.00 - 1.38)	.000	0.49 (0.00 - 3.05)	0.00 (0.00 - 0.89)	.000
C20:5	0.00 (0.00 - 1.29)	0.00 (0.00 - 5.78)	.000	0.13 (0.00 - 1.46)	0.00 (0.00 - 0.65)	.000
C24:0	5.60 (0.00 - 15.46)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	2.02 (0.69 - 7.72)	0.00 (0.00 - 3.11)	.000
C24:1	2.75 (0.65 - 9.14)	0.00 (0.00 - 8.39)	.000	1.16 (0.00 - 7.68)	0.00 (0.00 - 2.09)	.000
C22:6	0.90 (0.00 - 8.26)	0.00 (0.00 - 2.11)	.000	0.88 (0.00 - 2.33)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.2’de; hasta grubumuzun eritrosit membranı C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile plazma C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 % oranları yüksek bulunurken; eritrosit membranı C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 ile plazma C12:0, C14:0, C16:0, C18:2 cis ve C20:3 ω 3 % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p<0.05$).

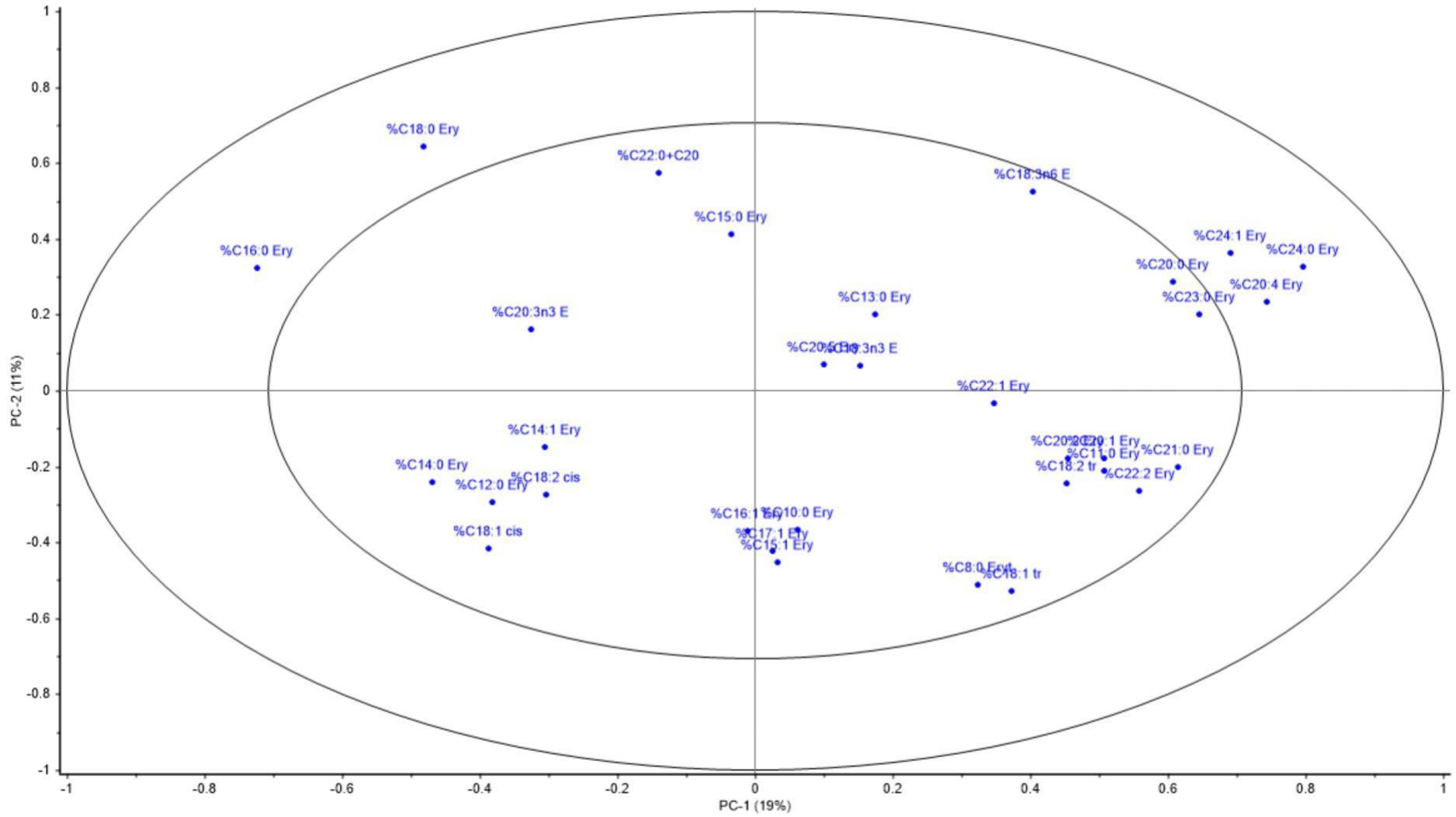
Çizelge 4.3’te; eritrosit membranında toplam trans/cis, C16:0/C18:0, toplam ω -6 ve aterositenite indeksi, plazmada ise toplam trans/cis, toplam ω -3/ ω -6, toplam ω -6/ ω -3, aterositenite ve trombojenisite indeksi değerleri istatistiki açıdan anlamlı bulunurken ($p<0.05$) diğer parametrelerimiz arasında ise istatistiki olarak anlamlı bir farklılık tespit edilemedi ($p>0.05$).

Çizelge 4.3. Hasta ve kontrol gruplarımıza ait yağ asidi oranları

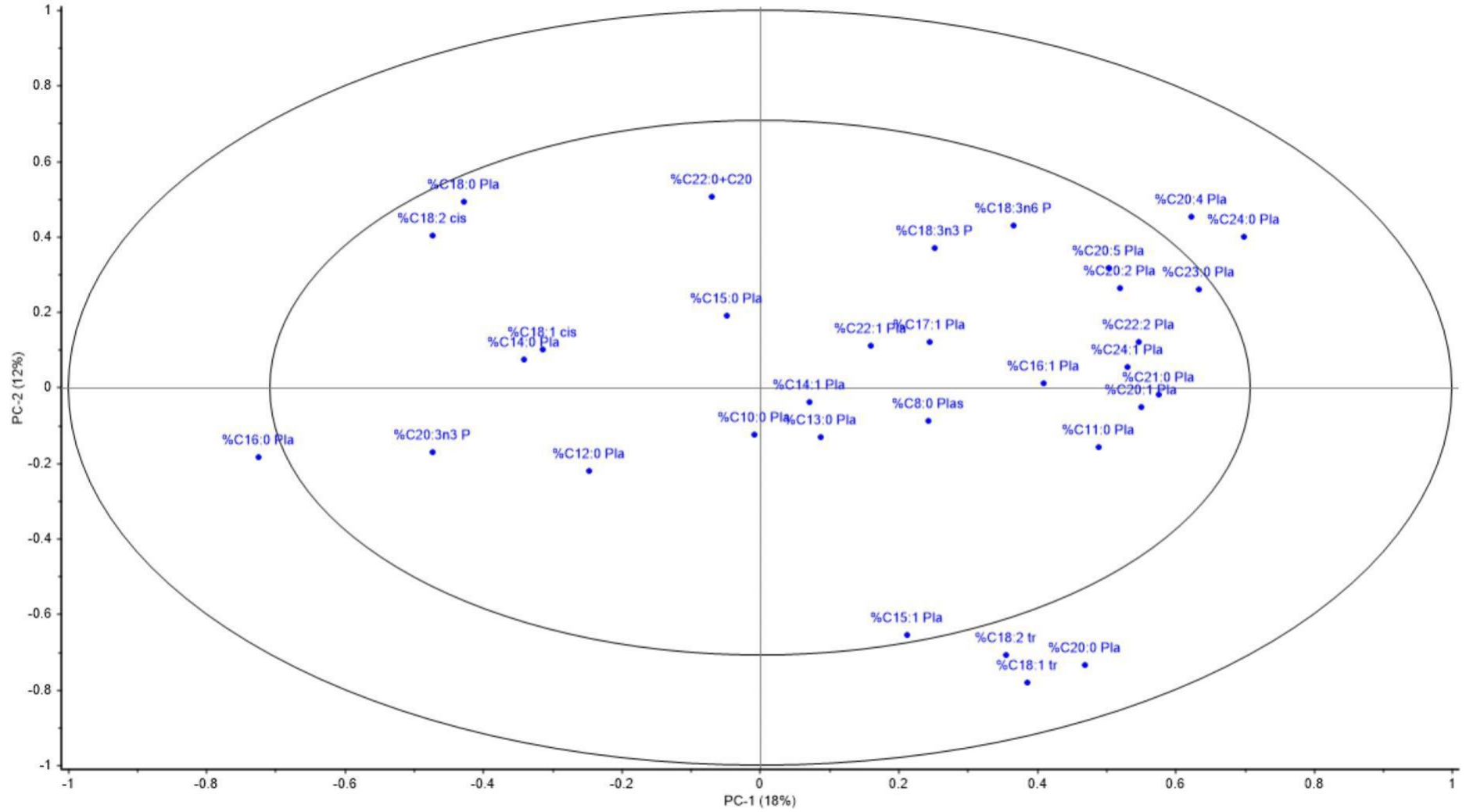
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	p
\sum UFA / \sum SFA	0.36 (0.18 - 1.18)	0.33 (0.09 - 0.81)	.462	0.80 \pm 0.17	0.82 \pm 0.22	.608
\sum Trans / \sum Cis	0.11 (0.00 - 1.86)	0.20 (0.03 - 0.81)	.008	0.09 (0.00 - 3.23)	0.18 (0.00 - 0.62)	.003
C16:0 / C18:0	1.31 (1.05 - 260.37)	1.44 (1.11 - 2.80)	.010	2.30 (1.34 - 158.34)	2.49 (1.61 - 6.20)	.064
\sum SFA / \sum PUFA	7.54 (1.92 - 22.51)	8.58 (2.77 - 49.30)	.141	2.36 (1.34 - 13.83)	2.14 (0.96 - 4.80)	.172
\sum PUFA / \sum SFA	0.13 (0.04 - 0.52)	0.12 (0.02 - 0.36)	.141	0.42 (0.07 - 0.75)	0.47 (0.21 - 1.04)	.172
\sum ω -3	3.45 (0.29 - 10.55)	3.77 (1.02 - 8.49)	.906	2.57 \pm 0.79	2.23 \pm 0.88	.105
\sum ω -6	6.51 (3.02 - 19.77)	4.88 (0.00 - 18.40)	.014	21.17 (1.84 - 32.80)	22.96 (11.68 - 43.71)	.073
\sum ω -3 / \sum ω -6	0.52 (0.03 - 1.48)	0.79 (0.10 - 295.9)	.129	0.12 (0.02 - 1.62)	0.10 (0.01 - 0.23)	.006
\sum ω -6 / \sum ω -3	0.92 (0.67 - 30.92)	1.22 (0.00 - 9.81)	.085	8.11 (0.61 - 40.44)	10.50 (4.41 - 73.89)	.006
AI*	1.73 (0.63 - 4.27)	3.20 (1.19 - 16.22)	<.001	0.94 (0.53 - 2.63)	1.19 (0.63 - 1.80)	<.001
TI**	24.99 (10.72 - 49.49)	30.94 (9.81 - 326.99)	.061	22.90 \pm 4.91	25.75 \pm 6.01	.038
H/H***	0.28 (0.10 - 1.27)	0.21 (0.02 - 0.92)	.148	1.05 (0.07 - 1.66)	0.93 (0.56 - 1.55)	.144

Plazma UFA/SFA, toplam ω -3 ve TI değerleri (Ortalama \pm Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.1. Hasta ve kontrol grubumuzun eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.2. Hasta ve kontrol grubumuzun plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan tüm örneklerimizin PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %38 (Ek-2), eritrosit membranı ve plazma yağ asitlerimizin toplam %30 (sırasıyla Ek-3 ve Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C ve total kolesterolün (Ek-1), eritrosit membranında C16:0, C18:0, C20:4, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.1), plazmada ise C16:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C20:0, C20:4 ve C24:0'ın (Şekil 4.2) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.4. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki erkeklere ait eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 16)	Kontrol (n: 16)	p	Hasta (n: 16)	Kontrol (n: 16)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3.68)	0.00 (0.00 - 2.24)	.073	0.00 (0.00 - 1.65)	0.00 (0.00 - 0.00)	.073
C10:0	1.08 (0.00 - 2.49)	0.00 (0.00 - 7.42)	.073	0.7 (0.00 - 1.93)	0.00 (0.00 - 3.59)	.006
C11:0	3.99 (0.00 - 8.97)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000	1.91 (0.32 - 5.16)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000
C12:0	0.70 (0.34 - 1.03)	0.79 (0.35 - 3.61)	.224	0.36 (0.23 - 2.24)	0.48 (0.24 - 1.09)	.023
C13:0	0.16 (0.00 - 4.49)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000	0.03 (0.00 - 0.31)	0.00 (0.00 - 0.00)	.002
C14:0	1.64 (0.00 - 9.42)	3.71 (0.28 - 11.58)	.061	1.77 (0.32 - 4.42)	2.49 (0.74 - 6.62)	.184
C14:1	0.07 (0.00 - 0.28)	0.01 (0.00 - 2.37)	.956	0.09 (0.00 - 0.65)	0.08 (0.00 - 0.55)	.564
C15:0	1.87 ± 1.12	1.28 ± 0.86	.105	0.44 (0.2 - 1.62)	0.71 (0.21 - 2.39)	.323
C15:1	0.17 (0.00 - 4.06)	0.66 (0.00 - 13.35)	.000	0.14 (0.00 - 3.47)	0.37 (0.00 - 1.05)	.809
C16:0	29.22 ± 3.09	37.07 ± 5.36	.000	29.94 ± 2.33	36.39 ± 3.47	.000
C16:1	0.52 (0.07 - 3.48)	1.23 (0.00 - 9.73)	.361	1.43 (0.73 - 6.33)	1.44 (0.48 - 6.3)	.752
C17:1	0.61 (0.00 - 1.58)	0.82 (0.00 - 10.89)	.224	0.24 (0.05 - 0.44)	0.15 (0.00 - 0.83)	.270
C18:0	23.65 (0.11 - 28.82)	26.25 (12.12 - 31.97)	.171	12.63 (0.18 - 16.37)	14.63 (9.77 - 23.25)	.056
C18:1 tr	0.83 (0.00 - 23.21)	0.84 (0.00 - 2.83)	.867	0.59 (0.17 - 15.73)	0.51 (0.00 - 1.1)	.171
C18:1 cis	1.75 (0.00 - 13.21)	5.43 (0.57 - 19.48)	.029	12.92 ± 5.04	14.37 ± 4.02	.376
C18:2 tr	0.78 (0.38 - 3.59)	0.63 (0.00 - 1.34)	.080	0.37 (0.16 - 13.31)	0.29 (0.00 - 0.92)	.224
C18:2 cis	0.06 (0.00 - 6.82)	5.16 (0.00 - 16.86)	.003	16.98 (0.00 - 25.34)	20.16 (10.96 - 29.37)	.026
C20:0	1.63 (0.00 - 4.43)	0.50 (0.00 - 1.85)	.007	0.64 (0.13 - 25.09)	0.46 (0.00 - 1.32)	.094
C18:3ω6	0.56 (0.18 - 1.25)	0.26 (0.00 - 3.07)	.015	0.25 (0.14 - 0.46)	0.32 (0.00 - 0.64)	.491
C20:1	0.76 (0.00 - 1.57)	0.00 (0.00 - 0.91)	.002	0.38 (0.16 - 0.81)	0.00 (0.00 - 0.55)	.000
C18:3ω3	0.44 (0.00 - 1.05)	0.41 (0.00 - 1.30)	.867	0.29 (0.00 - 0.81)	0.34 (0.00 - 1.04)	.926
C21:0	1.42 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 2.64)	.000	0.87 (0.22 - 1.57)	0.00 (0.00 - 2.07)	.000
C20:2	1.80 (0.00 - 4.42)	0.00 (0.00 - 1.57)	.000	0.64 (0.00 - 6.55)	0.00 (0.00 - 0.02)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.88 (0.72 - 2.95)	2.89 (0.84 - 5.09)	.004	0.7 (0.00 - 1.98)	1.21 (0.00 - 2.09)	.002
C20:3ω3	1.52 (0.29 - 3.57)	3.66 (0.74 - 5.56)	.007	0.79 ± 0.44	1.57 ± 1.00	.010
C22:1	0.72 (0.00 - 1.27)	0.00 (0.00 - 1.25)	.110	0.44 (0.00 - 1.31)	0.00 (0.00 - 2.44)	.073
C20:4	0.86 (0.49 - 1.71)	0.00 (0.00 - 1.21)	.000	1.06 (0.33 - 1.98)	0.00 (0.00 - 0.14)	.000
C23:0	2.36 (0.54 - 5.61)	0.00 (0.00 - 2.14)	.000	1.43 (0.00 - 3.25)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000
C22:2	0.82 (0.00 - 3.37)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000	0.7 (0.08 - 2.18)	0.00 (0.00 - 0.52)	.000
C20:5	0.03 (0.00 - 1.29)	0.00 (0.00 - 5.78)	.023	0.22 (0.02 - 0.7)	0.00 (0.00 - 0.09)	.000
C24:0	5.86 (2.55 - 9.68)	0.00 (0.00 - 8.41)	.000	1.82 (0.88 - 3.27)	0.00 (0.00 - 3.11)	.003
C24:1	2.79 (1.18 - 5.77)	0.00 (0.00 - 6.24)	.000	1.11 (0.49 - 1.83)	0.15 (0.00 - 1.51)	.004
C22:6	1.77 (0.00 - 8.26)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000	1.07 (0.65 - 1.64)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.4'te; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C13:0, C15:1, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile plazma C10:0, C11:0, C13:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C16:0, C18:1 cis, C18:2 cis, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 ile plazma C12:0, C16:0, C18:2 cis, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki olarak anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Çizelge 4.5'te; eritrosit membranında trans/cis, toplam ω -3 ve aterojenite indeksi ile plazma toplam ω -3 ve aterojenite indeksi değerlerinde istatistiki açıdan önemlilik tespit edilirken ($p<0.05$) diğer parametrelerimiz arasında anlamlı bir farklılık görülmedi ($p>0.05$).

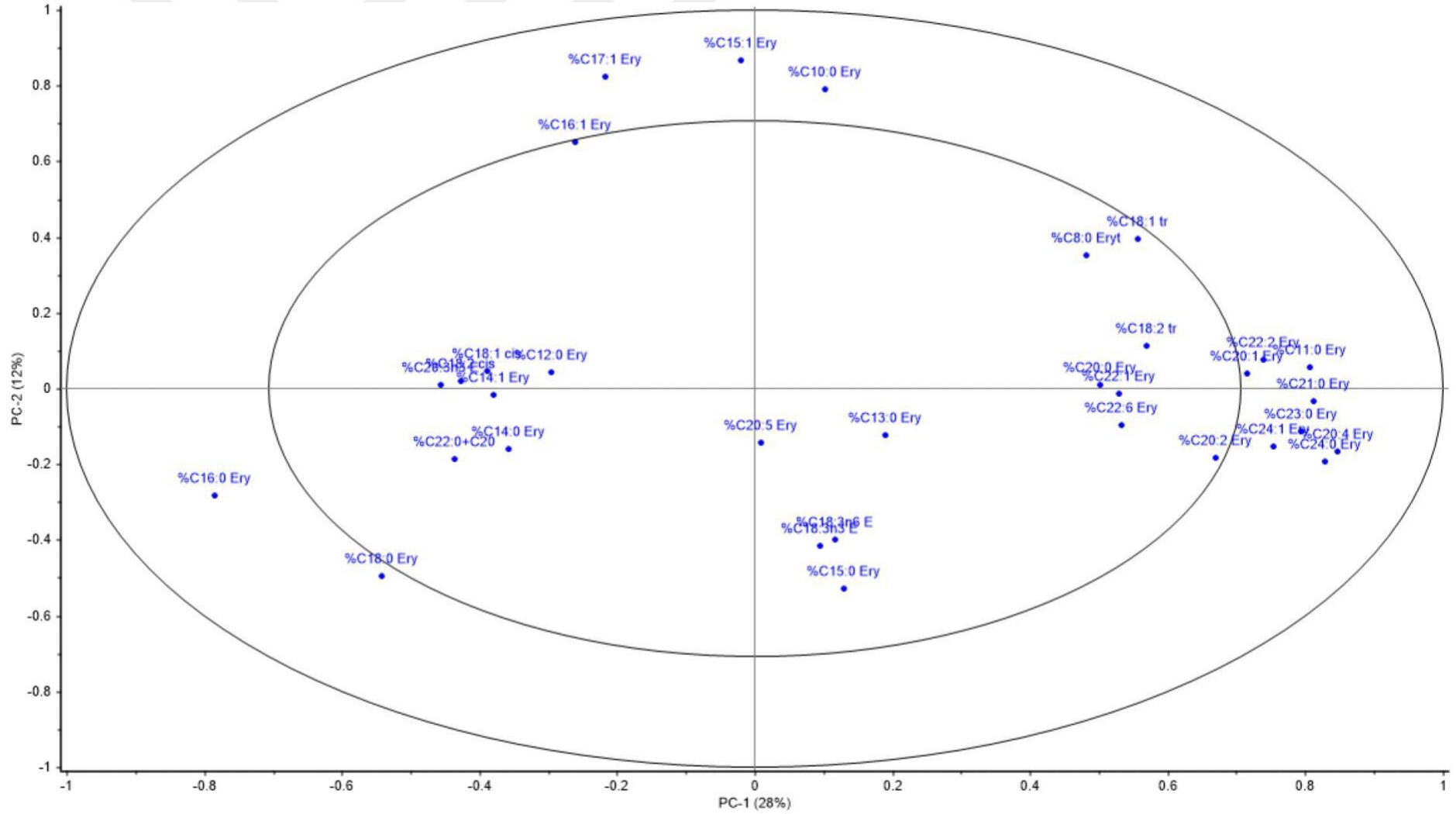


Çizelge 4.5. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki erkeklere ait yağ asidi oranları

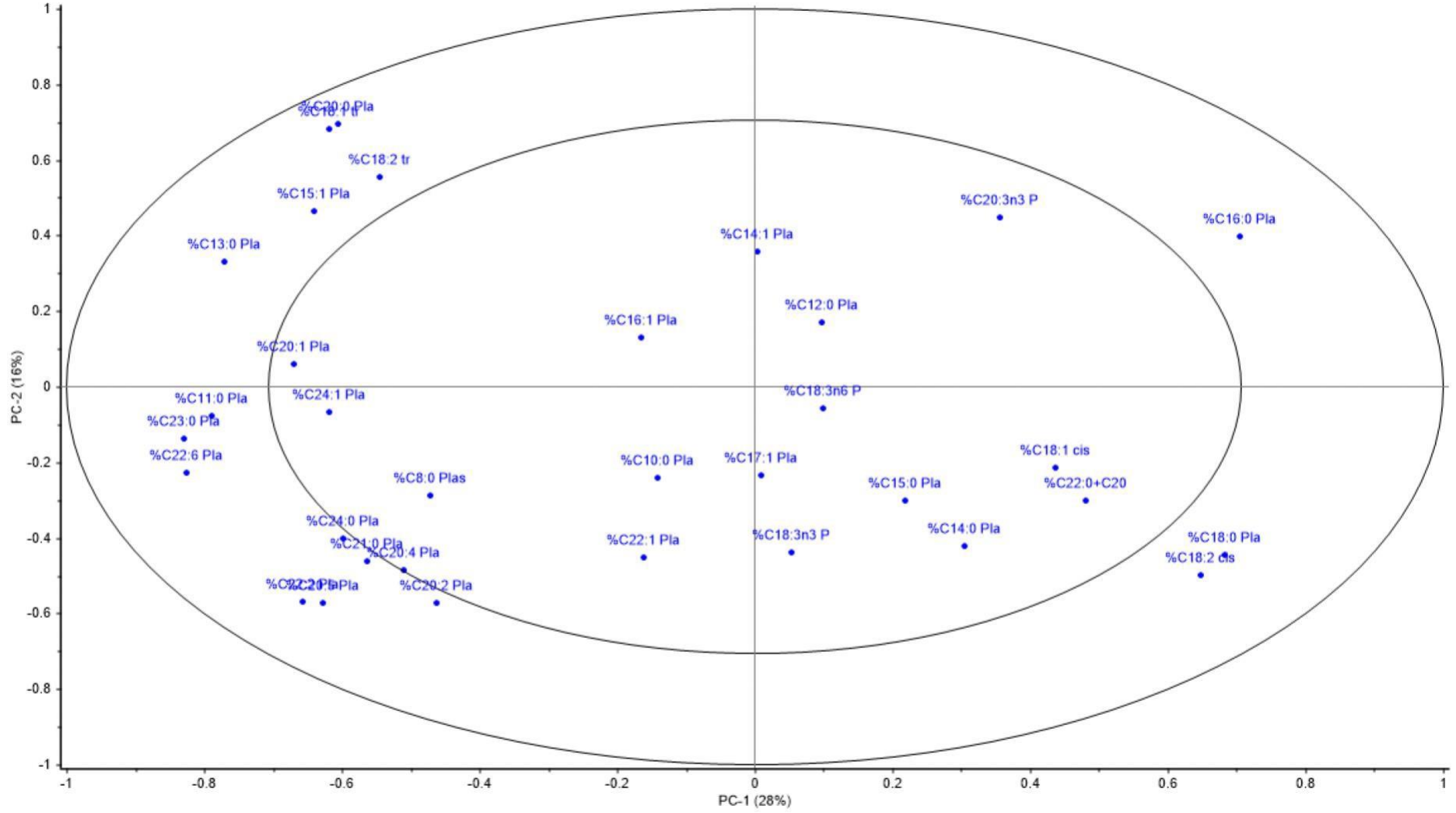
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 16)	Kontrol (n: 16)	p	Hasta (n: 16)	Kontrol (n: 16)	p
\sum UFA / \sum SFA	0.34 (0.21 - 0.99)	0.36 (0.18 - 0.71)	.696	0.81 ± 0.13	0.77 ± 0.20	.568
\sum Trans / \sum Cis	0.12 (0.02 - 1.86)	0.23 (0.10 - 0.51)	.026	0.11 (0.04 - 3.23)	0.17 (0.08 - 0.30)	.402
C16:0 / C18:0	1.27 (1.08 - 260.37)	1.44 (1.23 - 2.80)	.073	2.40 (1.80 - 158.34)	2.51 (1.61 - 3.60)	.780
\sum SFA / \sum PUFA	6.91 ± 2.75	8.14 ± 5.05	.402	2.34 (1.47 - 12.81)	2.38 (1.52 - 4.80)	.867
\sum PUFA / \sum SFA	0.13 (0.08 - 0.30)	0.14 (0.04 - 0.34)	.590	0.41 ± 0.15	0.42 ± 0.13	.868
\sum ω -3	10.75 (6.07 - 17.02)	0.53 (0.00 - 10.55)	<.001	4.77 (2.13 - 10.51)	0.50 (0.00 - 3.52)	<.001
\sum ω -6	10.71 (2.97 - 28.15)	14.69 (3.26 - 35.67)	.119	33.01 ± 7.09	37.56 ± 6.74	.073
\sum ω -3 / \sum ω -6	0.61 (0.03 - 1.44)	0.79 (0.10 - 3.56)	.740	0.12 (0.05 - 1.62)	0.10 (0.01 - 0.23)	.160
\sum ω -6 / \sum ω -3	1.64 (0.70 - 30.92)	1.23 (0.00 - 9.81)	.539	8.37 (0.62 - 18.49)	9.90 (4.41 - 73.89)	.160
AI*	1.96 (0.65 - 4.27)	3.20 (1.19 - 11.01)	.007	0.91 (0.76 - 1.21)	1.19 (0.86 - 1.80)	.001
TI**	27.84 ± 8.48	30.63 ± 10.42	.422	21.98 ± 4.47	23.47 ± 4.66	.362
H / H***	0.19 (0.10 - 0.74)	0.27 (0.02 - 0.88)	.696	0.96 ± 0.38	0.93 ± 0.24	.805

Eritrosit membranı SFA/PUFA ve TI ile plazma UFA/SFA, PUFA/SFA, toplam ω -6, TI ve H/H oran değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.3. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki erkeklerin eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.4. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki erkeklerin plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan erkek örneklerimizin PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %58 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %40 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %44 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ ve HDL-C'ün (Ek-2), eritrosit membranında C10:0, C11:0, C15:1, C16:0, C17:1, C18:0, C20:1, C21:0, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.3), plazmada ise C11:0, C13:0, C15:1, C16:0, C18:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C18:2 cis, C20:0, C21:0, C20:2, C22:1, C23:0, C20:5, C24:0 ve C22:6'nın (Şekil 4.4) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.6. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki kadınlara ait eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 14)	p	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 14)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 0.72)	0.00 (0.00 - 0.00)	.846	0.00 (0.00 - 0.00)	0.00 (0.00 - 0.00)	1
C10:0	0.00 (0.00 - 2.28)	0.00 (0.00 - 5.65)	.540	0.00 (0.00 - 1.26)	0.00 (0.00 - 3.26)	.377
C11:0	1.02 (0.00 - 9)	0.00 (0.00 - 2.85)	.009	1.11 (0.00 - 5.16)	0.00 (0.00 - 3.35)	.005
C12:0	0.59 (0.00 - 1.29)	0.9 (0.26 - 5.15)	.007	0.39 (0.00 - 1.93)	0.42 (0.25 - 1.04)	.410
C13:0	0.00 (0.00 - 2.91)	0.00 (0.00 - 1.59)	.643	0.00 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 1.34)	.273
C14:0	1.11 (0.00 - 7.93)	4.47 (0.59 - 16.52)	.003	1.23 (0.3 - 5.59)	2.9 (0.29 - 7.45)	.050
C14:1	0.14 (0.00 - 0.90)	0.00 (0.00 - 1.14)	.731	0.12 (0.00 - 1.08)	0.04 (0.00 - 1.04)	.501
C15:0	1.30 ± 0.67	1.90 ± 1.27	.123	0.77 (0.00 - 2.02)	0.56 (0.00 - 1.59)	.180
C15:1	0.00 (0.00 - 1.08)	0.00 (0.00 - 0.98)	.622	0.06 (0.00 - 0.48)	0.14 (0.00 - 3.22)	.315
C16:0	30.26 ± 5.27	38.31 ± 4.47	.000	30.05 ± 3.42	34.37 ± 3.38	.000
C16:1	1.29 (0.00 - 11.84)	0.93 (0.00 - 4.4)	.463	2.29 (0.72 - 6.50)	1.15 (0.00 - 2.39)	.001
C17:1	0.46 (0.00 - 13.35)	0.4 (0.00 - 2.05)	.988	0.19 (0.00 - 0.83)	0.11 (0.00 - 1.34)	.445
C18:0	23.66 (14.89 - 29.91)	23.17 (14.23 - 35.46)	.643	13.21 (10.6 - 26.27)	14.12 (4.83 - 20.44)	.540
C18:1 tr	0.65 (0.00 - 2.99)	1.26 (0.31 - 5.63)	.050	0.65 (0.00 - 8.39)	0.82 (0.00 - 1.94)	.754
C18:1 cis	5.83 (0.19 - 19.1)	3.95 (0.37 - 19.2)	.687	12.73 ± 4.35	10.67 ± 3.33	.136
C18:2 tr	0.72 (0.00 - 3.05)	0.38 (0.00 - 1.18)	.087	0.29 (0.00 - 0.87)	0.4 (0.00 - 0.69)	.161
C18:2 cis	1.95 (0.21 - 16.55)	1.25 (0.02 - 15.12)	.260	17.03 (0.97 - 21.82)	26.09 (12.42 - 39.62)	.000
C20:0	1.48 (0.47 - 5.77)	0.6 (0.00 - 2.8)	.000	1.60 (0.19 - 4.6)	0.57 (0.00 - 0.97)	.000
C18:3ω6	0.67 (0.00 - 2.79)	0.19 (0.00 - 2.92)	.023	0.36 (0.00 - 1.24)	0.32 (0.00 - 0.48)	.482
C20:1	0.52 (0.00 - 2.13)	0.00 (0.00 - 2.28)	.023	0.27 (0.00 - 1.21)	0.09 (0.00 - 0.73)	.235
C18:3ω3	0.72 (0.00 - 4.13)	0.00 (0.00 - 2.6)	.076	0.42 (0.00 - 3.15)	0.41 (0.00 - 1.20)	.235
C21:0	0.64 (0.00 - 2.51)	0.00 (0.00 - 1.27)	.008	0.28 (0.00 - 1.07)	0.00 (0.00 - 1.38)	.040
C20:2	1.15 (0.00 - 11)	0.00 (0.00 - 4.14)	.034	0.94 (0.00 - 5.97)	0.00 (0.00 - 2.25)	.008
C22:0+C20:3ω6	1.54 (0.54 - 5.02)	1.99 (0.00 - 6.36)	.128	0.89 (0.00 - 4.5)	1.39 (0.65 - 2.59)	.093
C20:3ω3	1.21 (0.00 - 4.12)	2.06 (0.00 - 7.27)	.152	0.95 ± 0.55	1.66 ± 0.97	.007
C22:1	0.00 (0.00 - 1.59)	0.00 (0.00 - 2.84)	.622	0.00 (0.00 - 1.43)	0.00 (0.00 - 2.4)	.731
C20:4	0.75 (0.00 - 3.78)	0.00 (0.00 - 1.14)	.010	1.43 (0.00 - 2.98)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.13 (0.00 - 17.84)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	2.03 (0.00 - 7.03)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.06 (0.00 - 4.95)	0.00 (0.00 - 1.38)	.037	0.29 (0.00 - 3.05)	0.00 (0.00 - 0.89)	.009
C20:5	0.00 (0.00 - 0.69)	0.00 (0.00 - 0.00)	.058	0.11 (0.00 - 1.46)	0.00 (0.00 - 0.65)	.034
C24:0	5.41 (0.00 - 15.46)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	2.27 (0.69 - 7.72)	0.00 (0.00 - 2.17)	.000
C24:1	2.75 (0.65 - 9.14)	0.47 (0.00 - 8.39)	.032	1.24 (0.00 - 7.68)	0.00 (0.00 - 2.09)	.000
C22:6	0.00 (0.00 - 3.39)	0.00 (0.00 - 2.11)	.235	0.75 (0.00 - 2.33)	0.00 (0.00 - 1.02)	.015

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.6'da; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0 ve C24:1 ile plazma C11:0, C16:1, C20:0, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C12:0, C14:0 ve C16:0 ile plazma C16:0, C18:2 cis ve C20:3 ω 3 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Çizelge 4.7'de; eritrosit membranı toplam ω -3, aterositenite indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran, plazmada ise toplam trans/cis, toplam SFA/PUFA, toplam PUFA/SFA, toplam ω -3, toplam ω -6, toplam ω -3/ ω -6, toplam ω -6/ ω -3 ve trombojenite indeksi değerleri istatistiki açıdan anlamlı bulunurken ($p < 0.05$), diğer parametrelerimiz arasında ise anlamlı bir farklılık tespit edilemedi ($p > 0.05$).

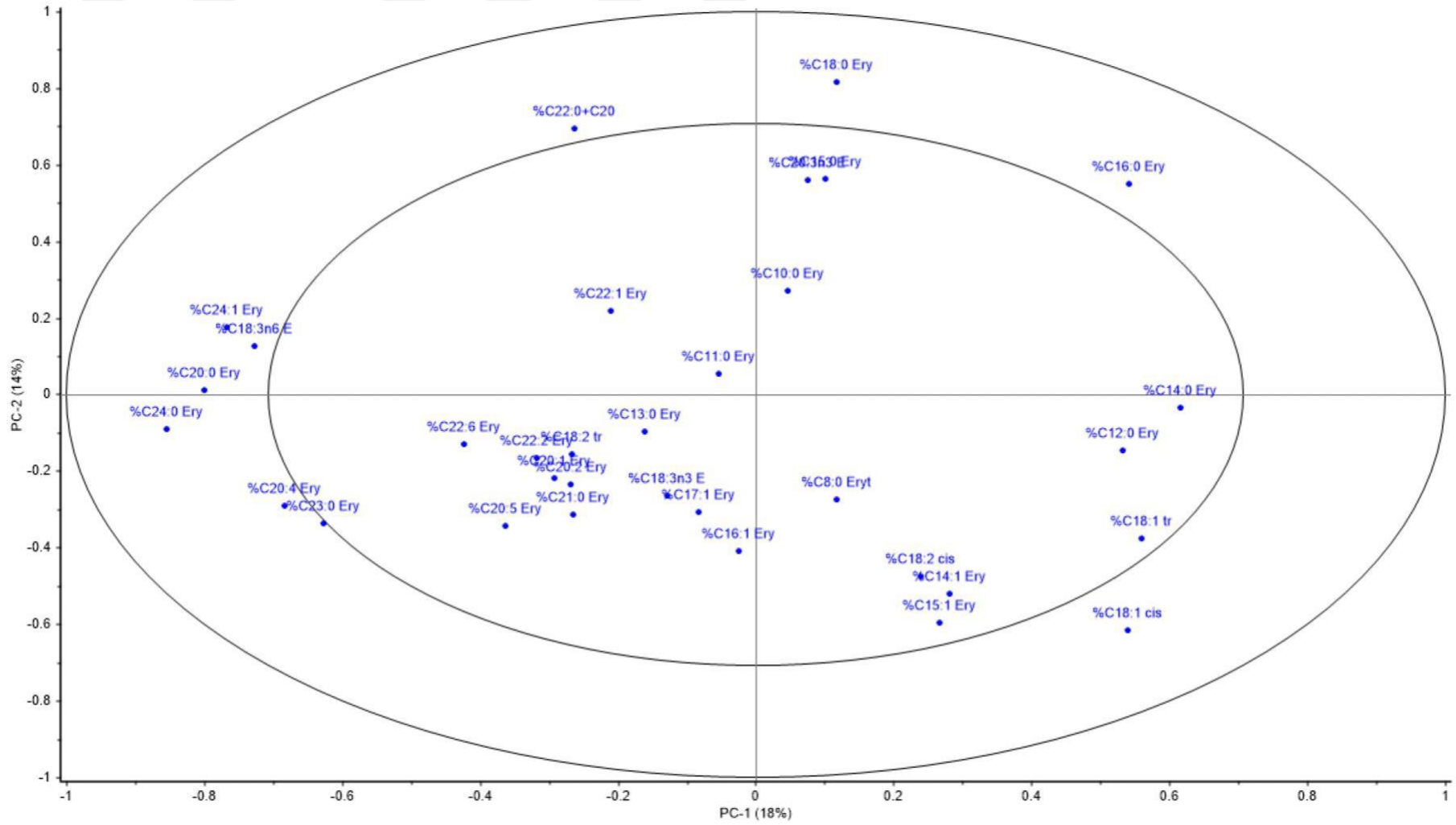


Çizelge 4.7. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki kadınlara ait yağ asidi oranları

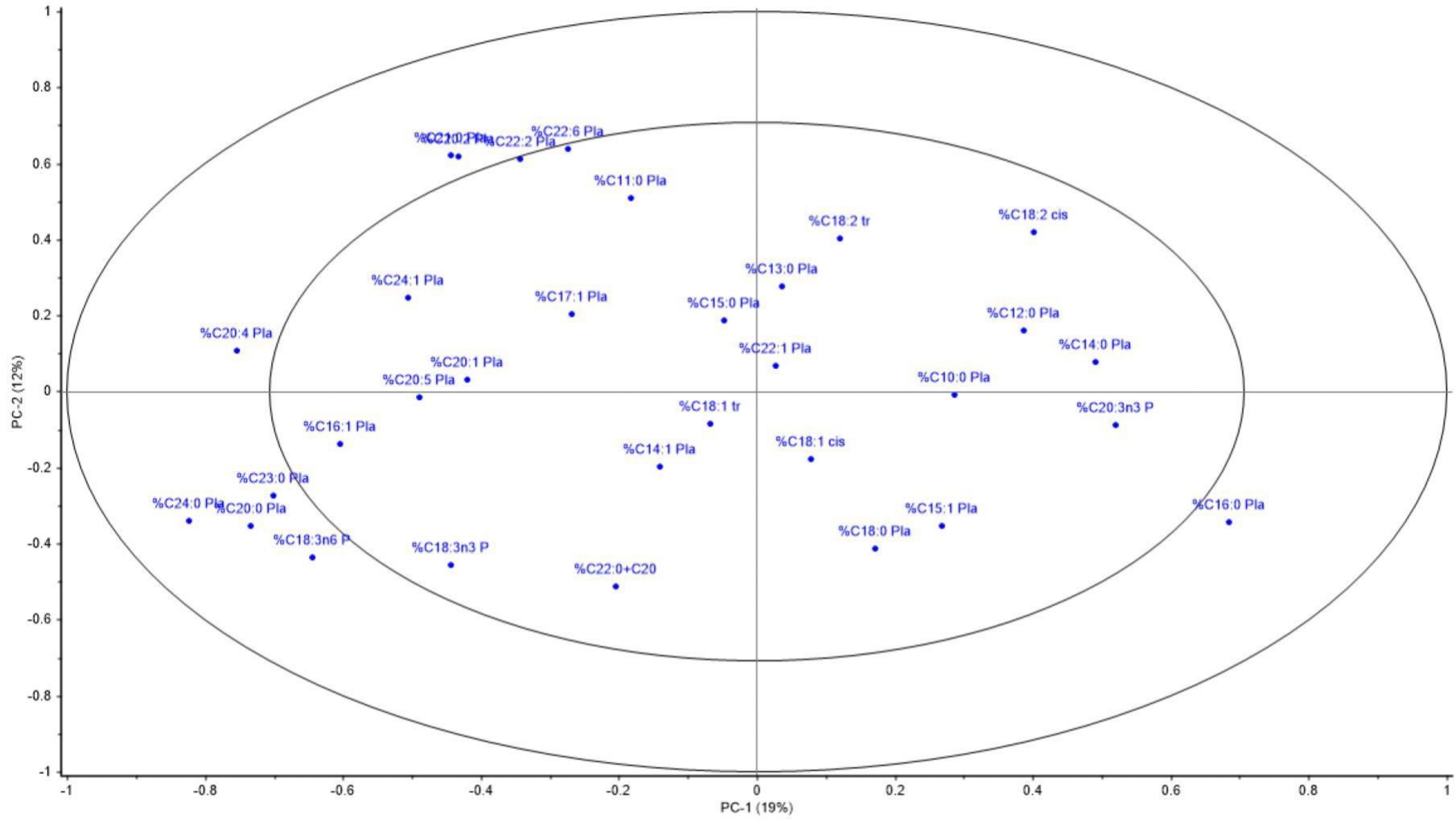
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 14)	p	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 14)	p
Σ UFA / Σ SFA	0.38 (0.18 - 1.18)	0.33 (0.10 - 0.81)	.180	0.79 \pm 0.20	0.88 \pm 0.25	.245
Σ Trans / Σ Cis	0.11 (0.00 - 0.32)	0.17 (0.03 - 0.81)	.247	0.08 (0.00 - 1.08)	0.20 (0.00 - 0.62)	.003
C16:0 / C18:0	1.32 (1.05 - 1.87)	1.49 (1.11 - 2.57)	.076	2.27 (1.34 - 3.02)	2.48 (1.86 - 6.20)	.087
Σ SFA / Σ PUFA	7.03 (1.92 - 22.51)	9.46 (2.77 - 49.30)	.161	2.49 (1.34 - 13.83)	1.74 (0.96 - 4.33)	.027
Σ PUFA / Σ SFA	0.14 (0.04 - 0.52)	0.11 (0.02 - 0.36)	.161	0.40 (0.07 - 0.75)	0.57 (0.23 - 1.04)	.027
Σ ω -3	9.22 (1.96 - 29.24)	0.54 (0.00 - 18.03)	<.001	5.93 (1.89 - 14.46)	0.56 (0.00 - 4.49)	<.001
Σ ω -6	13.64 (5.01 - 40.46)	10.79 (3.39 - 35.95)	.940	34.08 (8.32 - 51.01)	41.24 (28.64 - 48.22)	.006
Σ ω -3 / Σ ω -6	0.32 (0.12 - 1.48)	0.70 (0.11 - 295.91)	.106	0.12 (0.02 - 0.48)	0.08 (0.05 - 0.15)	.018
Σ ω -6 / Σ ω -3	3.16 (0.67 - 8.68)	1.61 (0.00 - 9.49)	.106	8.07 (2.08 - 40.44)	11.95 (6.47 - 21.37)	.018
AI*	1.70 (0.63 - 3.88)	3.18 (1.32 - 16.22)	<.001	0.95 (0.53 - 2.63)	1.17 (0.63 - 1.47)	.054
TI**	24.20 (10.72 - 49.49)	28.38 (9.81 - 326.99)	.247	23.52 \pm 5.18	28.36 \pm 6.46	.025
H / H***	0.38 (0.10 - 1.27)	0.20 (0.05 - 0.94)	.043	1.05 \pm 0.27	1.04 \pm 0.27	.937

Plazma UFA/SFA, TI ve H/H oran değerleri (Ortalama \pm Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.5. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki kadınların eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.6. Hasta ve kontrol gruplarımızdaki kadınların plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan kadın örneklerimizin PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %46 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %32 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %31 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C, HDL-C, total kolesterol ve trigliseridin (Ek-2), eritrosit membranında C16:0, C18:0, C18:1 cis, C20:0, C18:3 ω 6, C20:4, C23:0, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.5), plazmada ise C16:0, C20:0, C18:3 ω 6, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C24:0 ve C22:6'nın (Şekil 4.6) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.8. VKİ 30-35 arasında yer alan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 30)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3.00)	0.00 (0.00 - 2.24)	.046	0.00 (0.00 - 1.65)	0.00 (0.00 - 0.00)	.021
C10:0	0.00 (0.00 - 2.49)	0.00 (0.00 - 7.42)	.165	0.37 (0.00 - 1.93)	0.00 (0.00 - 3.59)	.033
C11:0	1.49 (0.00 - 8.97)	0.00 (0.00 - 2.85)	.000	1.15 (0.00 - 5.16)	0.00 (0.00 - 3.35)	.000
C12:0	0.63 (0.00 - 1.03)	0.85 (0.26 - 5.15)	.004	0.4 (0.00 - 2.24)	0.47 (0.24 - 1.09)	.105
C13:0	0.00 (0.00 - 4.49)	0.00 (0.00 - 1.59)	.000	0.00 (0.00 - 1.88)	0.00 (0.00 - 1.34)	.000
C14:0	1.24 (0.00 - 9.42)	4.20 (0.28 - 16.52)	.001	1.26 (0.30 - 4.42)	2.64 (0.29 - 7.45)	.011
C14:1	0.08 (0.00 - 0.67)	0.00 (0.00 - 2.37)	.935	0.17 (0.00 - 0.65)	0.08 (0.00 - 1.04)	.396
C15:0	1.38 ± 0.85	1.57 ± 1.10	.498	0.59 (0.2 - 1.62)	0.68 (0.00 - 2.39)	.972
C15:1	0.02 (0.00 - 3.48)	0.33 (0.00 - 13.35)	.243	0.09 (0.00 - 3.47)	0.15 (0.00 - 3.22)	.858
C16:0	28.52 ± 4.76	37.65 ± 4.92	.000	29.66 ± 2.92	35.45 ± 3.52	.000
C16:1	1.00 (0.00 - 11.84)	1.12 (0.00 - 9.73)	.924	1.92 (0.73 - 6.5)	1.3 (0.00 - 6.3)	.006
C17:1	0.68 (0.00 - 13.35)	0.76 (0.00 - 10.89)	.638	0.24 (0.00 - 0.83)	0.14 (0.00 - 1.34)	.061
C18:0	21.63 (0.11 - 29.91)	25.92 (12.12 - 35.46)	.085	12.85 (0.18 - 26.27)	14.39 (4.83 - 23.25)	.113
C18:1 tr	0.76 (0.00 - 23.21)	0.88 (0.00 - 5.63)	.312	0.7 (0.17 - 15.73)	0.55 (0.00 - 1.94)	.051
C18:1 cis	5.06 (0.00 - 19.1)	4.90 (0.37 - 19.48)	.531	13.13 ± 5.36	12.65 ± 4.11	.711
C18:2 tr	0.80 (0.00 - 3.59)	0.50 (0.00 - 1.34)	.015	0.38 (0.00 - 13.31)	0.35 (0.00 - 0.92)	.650
C18:2 cis	1.76 (0.00 - 16.55)	2.87 (0.00 - 16.86)	.365	16.29 (0.00 - 20.75)	22.21 (10.96 - 39.62)	.000
C20:0	1.84 (0.06 - 5.23)	0.60 (0.00 - 2.80)	.000	1.44 (0.13 - 25.09)	0.49 (0.00 - 1.32)	.000
C18:3ω6	0.64 (0.00 - 2.79)	0.20 (0.00 - 3.07)	.002	0.32 (0.10 - 1.24)	0.32 (0.00 - 0.64)	.454
C20:1	0.68 (0.00 - 1.57)	0.00 (0.00 - 2.28)	.000	0.38 (0.00 - 1.21)	0.00 (0.00 - 0.73)	.000
C18:3ω3	0.52 (0.00 - 4.13)	0.35 (0.00 - 2.6)	.096	0.47 (0.00 - 1.61)	0.37 (0.00 - 1.2)	.113
C21:0	0.91 (0.00 - 2.47)	0.00 (0.00 - 2.64)	.000	0.48 (0.00 - 1.57)	0.00 (0.00 - 2.07)	.000
C20:2	1.37 (0.00 - 11.00)	0.00 (0.00 - 4.14)	.000	0.84 (0.00 - 6.55)	0.00 (0.00 - 2.25)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.62 (0.59 - 5.02)	2.69 (0.00 - 6.36)	.005	0.78 (0.00 - 2.63)	1.27 (0.00 - 2.59)	.000
C20:3ω3	1.22 (0.00 - 4.12)	3.13 (0.00 - 7.27)	.008	0.78 ± 0.48	1.61 ± 0.97	.000
C22:1	0.00 (0.00 - 0.97)	0.00 (0.00 - 2.84)	.483	0.00 (0.00 - 1.43)	0.00 (0.00 - 2.44)	.488
C20:4	0.80 (0.00 - 3.78)	0.00 (0.00 - 1.21)	.000	1.14 (0.00 - 2.24)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.27 (0.00 - 17.84)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	1.60 (0.00 - 4.1)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.51 (0.00 - 4.95)	0.00 (0.00 - 1.38)	.000	0.55 (0.00 - 2.18)	0.00 (0.00 - 0.89)	.000
C20:5	0.07 (0.00 - 1.29)	0.00 (0.00 - 5.78)	.000	0.25 (0.00 - 1.46)	0.00 (0.00 - 0.65)	.000
C24:0	6.29 (0.00 - 15.46)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	2.33 (0.77 - 7.72)	0.00 (0.00 - 3.11)	.000
C24:1	2.85 (0.65 - 9.14)	0.00 (0.00 - 8.39)	.000	1.25 (0.00 - 7.68)	0.00 (0.00 - 2.09)	.000
C22:6	1.31 (0.00 - 4.75)	0.00 (0.00 - 2.11)	.000	0.92 (0.00 - 1.76)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.8'de; hasta grubumuzun eritrosit membranı C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile plazma C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 ile plazma C14:0, C16:0, C18:2 cis, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p<0.05$).

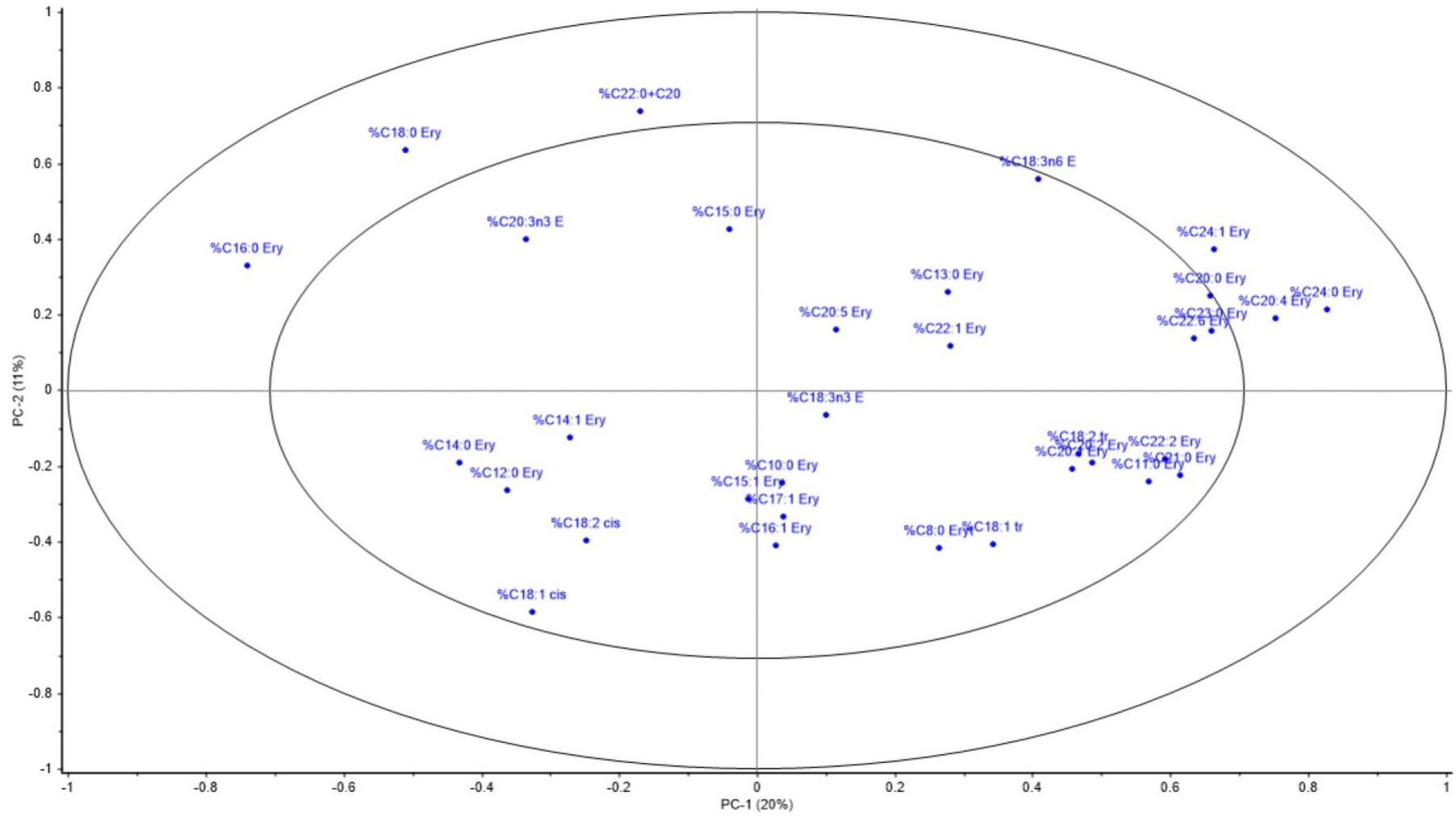
Çizelge 4.9'da; eritrosit membranında trans/cis, C16:0/C18:0, SFA/PUFA, PUFA/SFA, toplam ω -3 ve aterojenite indeksi, plazmada ise toplam ω -3, toplam ω -6, toplam ω -3/ ω -6, ω -6/ ω -3, aterojenite ve trombojenisite indeksi değerleri istatistiki olarak anlamlı bulunurken ($p<0.05$), diğer parametrelerimiz arasında bir farklılık tespit edilemedi ($p>0.05$).

Çizelge 4.9. Hasta ve kontrol grubumuzdaki VKİ 30-35 arası örneklerimize ait yağ asidi oranları

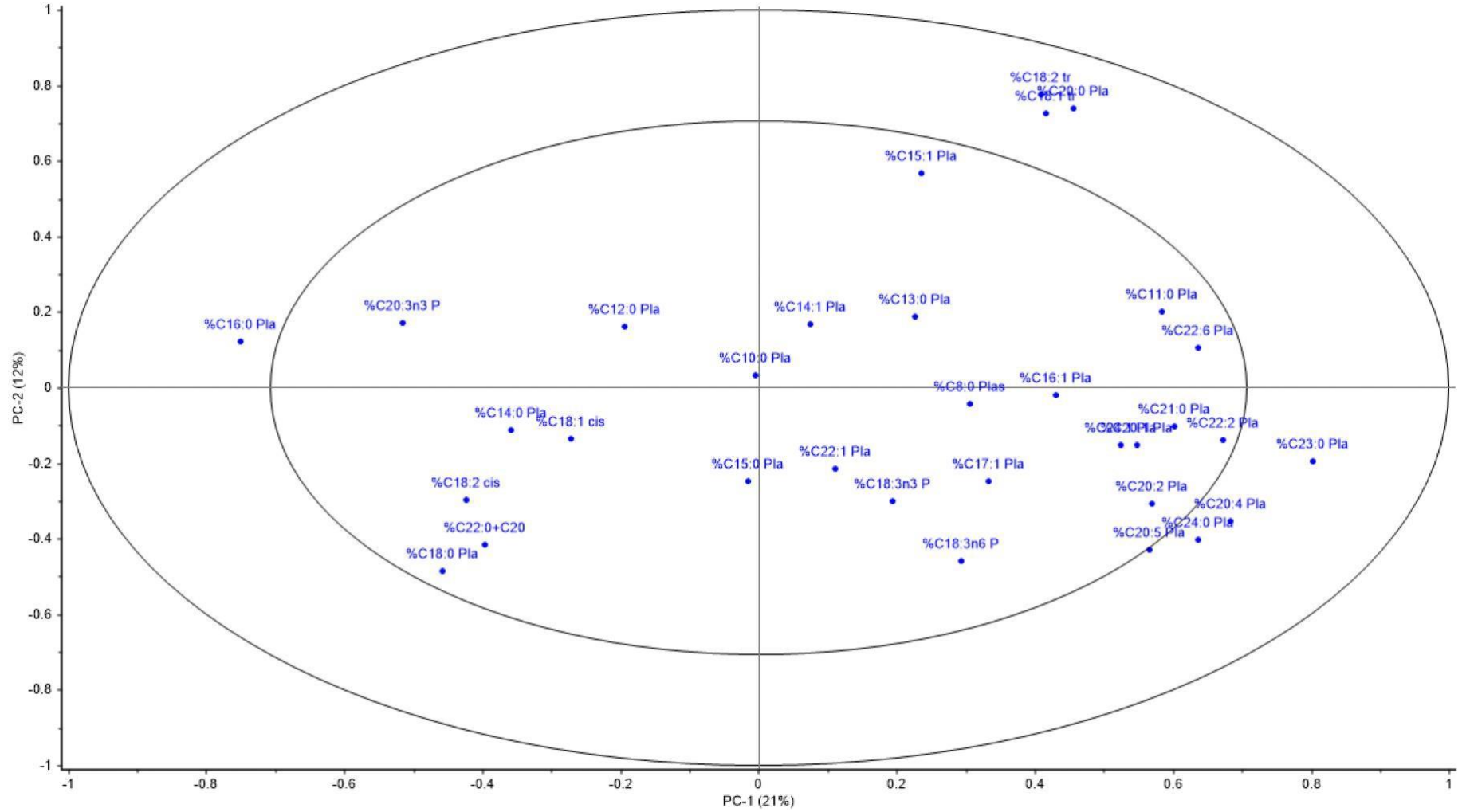
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 24)	Kontrol (n: 30)	p
\sum UFA / \sum SFA	0.43 (0.21 - 1.18)	0.33 (0.10 - 0.81)	.076	0.82 ± 0.20	0.82 ± 0.22	.991
\sum Trans / \sum Cis	0.12 (0.00 - 1.86)	0.20 (0.03 - 0.81)	.028	0.10 (0.04 - 3.23)	0.18 (0.00 - 0.62)	.139
C16:0 / C18:0	1.32 (1.05 - 260.37)	1.44 (1.11 - 2.80)	.021	2.30 (1.34 - 158.34)	2.49 (1.61 - 6.20)	.102
\sum SFA / \sum PUFA	4.80 (1.92 - 11.94)	8.58 (2.77 - 49.30)	.017	2.35 (1.47 - 13.83)	1.19 (0.63 - 1.80)	.192
\sum PUFA / \sum SFA	0.21 (0.08 - 0.52)	0.12 (0.02 - 0.36)	.017	0.43 (0.07 - 0.68)	0.47 (0.21 - 1.04)	.192
\sum ω -3	10.72 (1.96 - 29.24)	0.54 (0.00 - 18.03)	<.001	5.67 (2.13 - 13.09)	0.54 (0.00 - 4.49)	<.001
\sum ω -6	14.08 (2.97 - 40.46)	13.49 (3.26 - 35.95)	.741	34.40 (8.32 - 51.01)	38.84 (23.95 - 50.65)	.007
\sum ω -3 / \sum ω -6	0.49 (0.03 - 1.48)	0.79 (0.10 - 295.91)	.116	0.12 (0.02 - 0.48)	0.10 (0.01 - 0.23)	.013
\sum ω -6 / \sum ω -3	2.06 (0.67 - 30.92)	1.23 (0.00 - 9.81)	.082	8.11 (2.08 - 40.44)	10.50 (4.41 - 73.89)	.013
AI*	1.45 (0.63 - 4.27)	3.20 (1.19 - 16.22)	<.001	0.93 (0.53 - 2.63)	1.19 (0.63 - 1.80)	<.001
TI**	24.99 (10.72 - 49.49)	30.94 (9.81 - 326.99)	.104	21.88 ± 4.74	25.75 ± 6.01	.005
H / H***	0.36 (0.10 - 1.27)	0.21 (0.02 - 0.92)	.068	1.04 (0.07 - 1.66)	0.93 (0.56 - 1.55)	.223

Plazma UFA/SFA ve TI değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.7. VKİ 30-35 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.8. VKİ 30-35 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

VKİ 30-35 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %41 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %31 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %33 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C ve total kolesterolün (Ek-2), eritrosit membranında C16:0, C18:0, C22:0+20:3 ω 6, C20:4, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.7), plazmada ise C16:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C20:0, C20:4, C23:0, C20:5 ve C24:0'ın (Şekil 4.8) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.10. VKİ 35-40 arasında yer alan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 9)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 9)	Kontrol (n: 30)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3.68)	0.00 (0.00 - 2.24)	.402	0.00 (0.00 - 0.45)	0.00 (0.00 - 0.00)	.332
C10:0	0.44 (0.00 - 1.59)	0.00 (0.00 - 7.42)	.180	0.51 (0.00 - 0.81)	0.00 (0.00 - 3.59)	.100
C11:0	2.17 (0.00 - 7.9)	0.00 (0.00 - 2.85)	.000	0.86 (0.00 - 5.16)	0.00 (0.00 - 3.35)	.000
C12:0	0.58 (0.00 - 0.83)	0.85 (0.26 - 5.15)	.023	0.34 (0.00 - 0.56)	0.47 (0.24 - 1.09)	.015
C13:0	0.00 (0.00 - 2.42)	0.00 (0.00 - 1.59)	.069	0.00 (0.00 - 0.14)	0.00 (0.00 - 1.34)	.203
C14:0	0.88 (0.00 - 7.93)	4.2 (0.28 - 16.52)	.015	1.24 (0.69 - 3.54)	2.64 (0.29 - 7.45)	.086
C14:1	0.1 (0.00 - 0.51)	0.00 (0.00 - 2.37)	.635	0.11 (0.00 - 1.08)	0.08 (0.00 - 1.04)	.480
C15:0	1.77 ± 1.08	1.57 ± 1.10	.637	0.76 (0.00 - 1.25)	0.68 (0.00 - 2.39)	.909
C15:1	0.1 (0.00 - 4.06)	0.33 (0.00 - 13.35)	.544	0.00 (0.00 - 1.73)	0.15 (0.00 - 3.22)	.332
C16:0	30.91 ± 2.40	37.65 ± 4.92	.000	29.79 ± 3.35	35.45 ± 3.52	.000
C16:1	1.39 (0.00 - 5.93)	1.12 (0.00 - 9.73)	.935	1.38 (0.75 - 4.18)	1.3 (0.00 - 6.3)	.284
C17:1	0.19 (0.00 - 1.58)	0.76 (0.00 - 10.89)	.114	0.16 (0.00 - 0.48)	0.14 (0.00 - 1.34)	.806
C18:0	24.94 (0.17 - 28.18)	25.92 (12.12 - 35.46)	.566	12.5 (0.32 - 14.64)	14.39 (4.83 - 23.25)	.054
C18:1 tr	0.8 (0.00 - 19.7)	0.88 (0.00 - 5.63)	.366	0.5 (0.00 - 14.04)	0.55 (0.00 - 1.94)	.706
C18:1 cis	3.13 (1.05 - 9.78)	4.9 (0.37 - 19.48)	.215	12.65 ± 2.54	12.65 ± 4.11	.996
C18:2 tr	0.6 (0.00 - 1.91)	0.5 (0.00 - 1.34)	.440	0.28 (0.00 - 0.50)	0.35 (0.00 - 0.92)	.284
C18:2 cis	1.48 (0.00 - 5.61)	2.87 (0.00 - 16.86)	.114	19.09 (0.00 - 25.34)	22.21 (10.96 - 39.62)	.086
C20:0	1.77 (0.00 - 5.77)	0.6 (0.00 - 2.8)	.003	1.62 (0.16 - 19.06)	0.49 (0.00 - 1.32)	.002
C18:3ω6	0.57 (0.42 - 1.7)	0.2 (0.00 - 3.07)	.014	0.25 (0.14 - 1.03)	0.32 (0.00 - 0.64)	.731
C20:1	0.5 (0.00 - 2.13)	0.00 (0.00 - 2.28)	.008	0.31 (0.00 - 0.81)	0.00 (0.00 - 0.73)	.069
C18:3ω3	0.59 (0.00 - 2.54)	0.35 (0.00 - 2.6)	.191	0.29 (0.00 - 3.15)	0.37 (0.00 - 1.2)	.857
C21:0	0.75 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 2.64)	.019	0.47 (0.00 - 0.92)	0.00 (0.00 - 2.07)	.010
C20:2	1.42 (0.00 - 4.42)	0.00 (0.00 - 4.14)	.006	1.01 (0.00 - 4.46)	0.00 (0.00 - 2.25)	.019
C22:0+C20:3ω6	1.93 (1.26 - 3.56)	2.69 (0.00 - 6.36)	.107	0.89 (0.41 - 4.5)	1.27 (0.00 - 2.59)	.299
C20:3ω3	1.51 (0.00 - 3.56)	3.13 (0.00 - 7.27)	.030	0.96 ± 0.60	1.61 ± 0.97	.064
C22:1	0.97 (0.00 - 1.59)	0.00 (0.00 - 2.84)	.039	0.26 (0.00 - 1.38)	0.00 (0.00 - 2.44)	.460
C20:4	0.71 (0.33 - 1.71)	0.00 (0.00 - 1.21)	.000	1.62 (0.33 - 2.98)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.34 (0.37 - 7)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	1.83 (0.00 - 7.03)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.25 (0.00 - 1.16)	0.00 (0.00 - 1.38)	.023	0.28 (0.00 - 3.05)	0.00 (0.00 - 0.89)	.017
C20:5	0.00 (0.00 - 0.47)	0.00 (0.00 - 5.78)	.203	0.04 (0.00 - 0.56)	0.00 (0.00 - 0.65)	.017
C24:0	5.6 (4.55 - 10.65)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	1.84 (1.28 - 6.4)	0.00 (0.00 - 3.11)	.000
C24:1	2.64 (1.78 - 6.08)	0.00 (0.00 - 8.39)	.002	0.78 (0.00 - 1.86)	0.00 (0.00 - 2.09)	.023
C22:6	0.00 (0.00 - 8.26)	0.00 (0.00 - 2.11)	.086	0.82 (0.00 - 2.33)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.10'da; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C22:1, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0 ve C24:1 ile plazma C11:0, C20:0, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C12:0, C14:0, C16:0 ve C20:3 ω 3 ile plazma C12:0 ve C16:0 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p < 0.05$).

Çizelge 4.11'de; toplam trans/cis, toplam ω -3 ve aterojenite indeksi değerleri hem eritrosit membranı hem de plazmada istatistiki açıdan anlamlı bulunurken ($p < 0.05$), diğer parametrelerimiz arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi ($p > 0.05$).

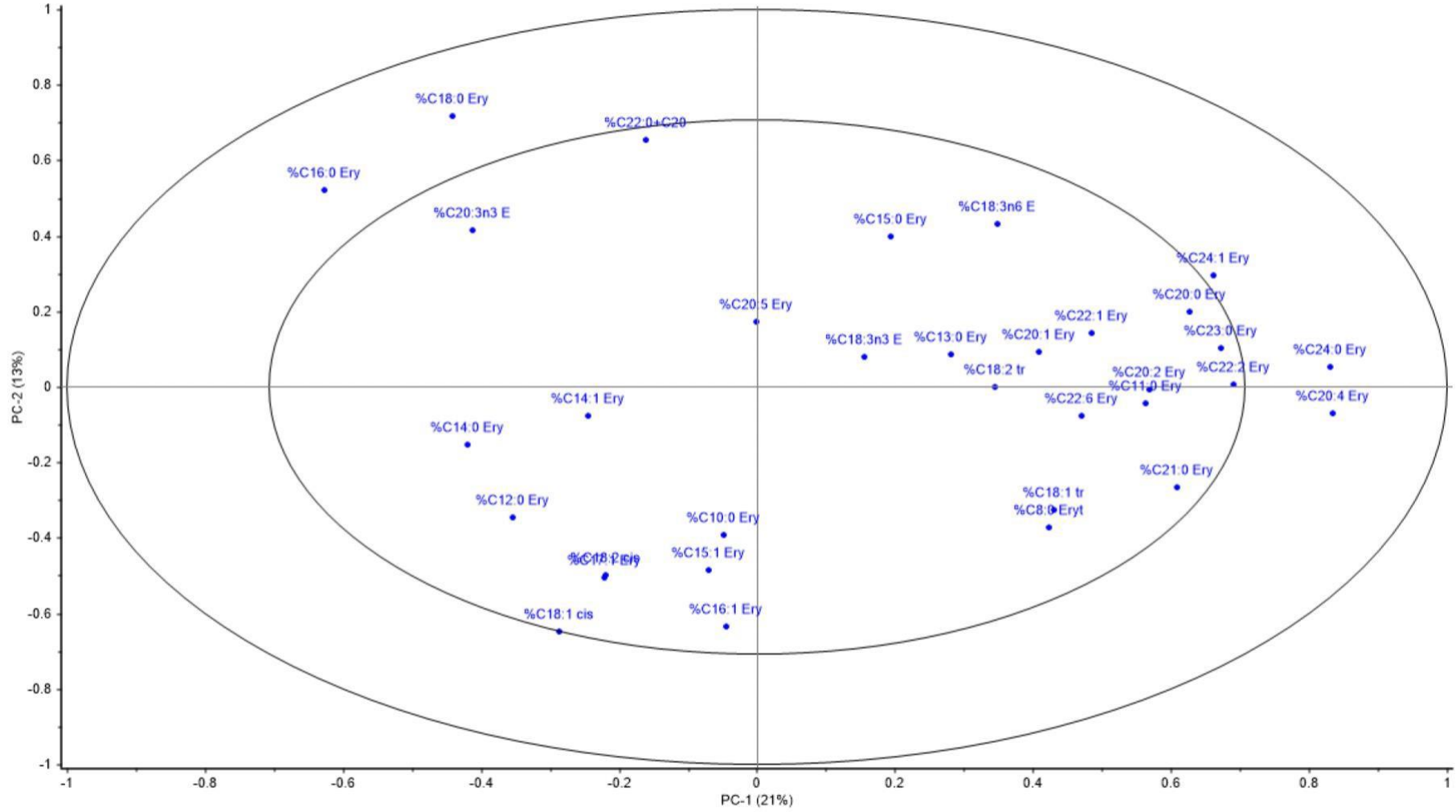


Çizelge 4.11. Hasta ve kontrol grubumuzdaki VKİ 35-40 arası örneklerimize ait yağ asidi oranları

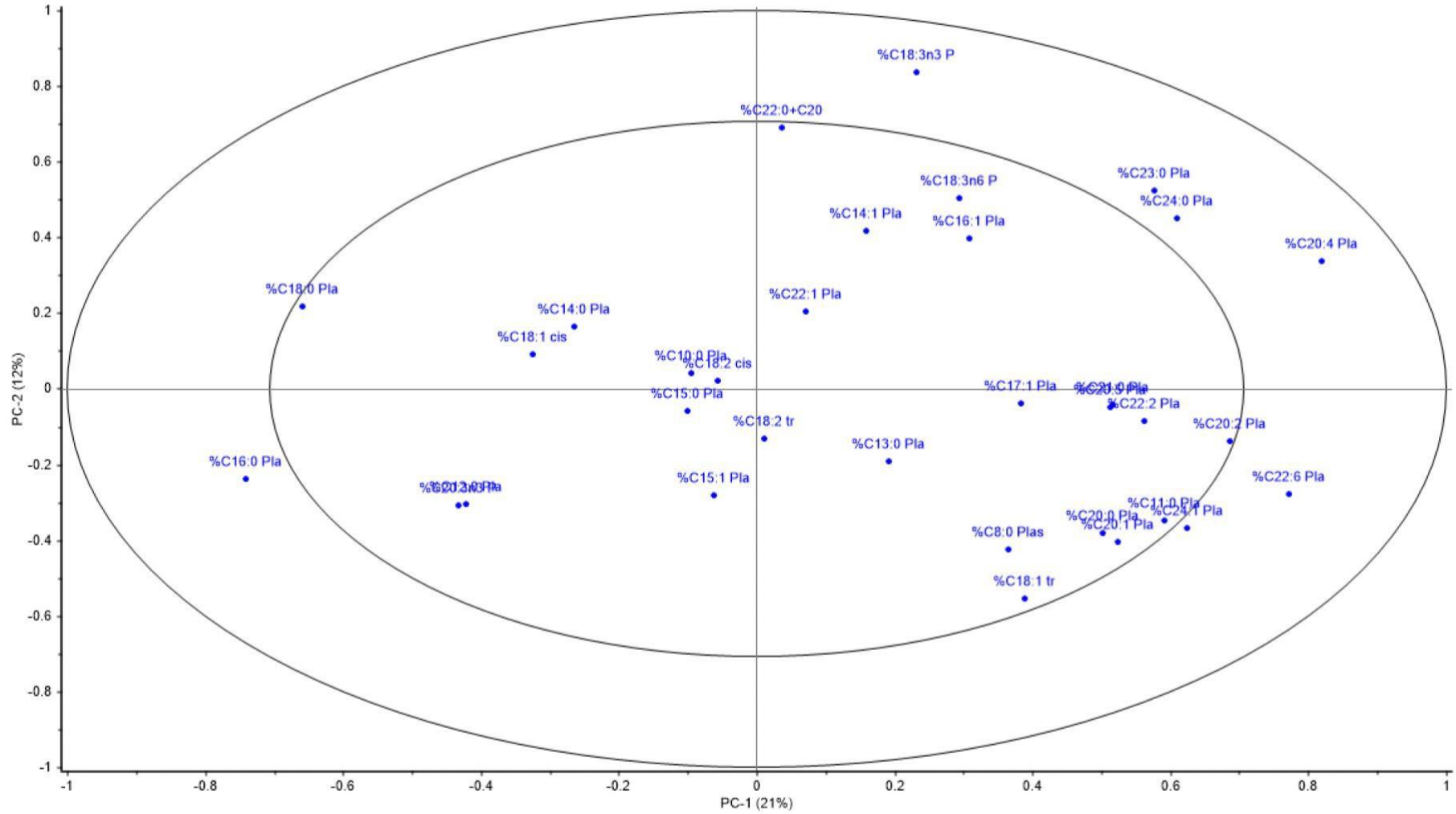
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 9)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 9)	Kontrol (n: 30)	p
Σ UFA / Σ SFA	0.26 (0.18 - 0.99)	0.33 (0.10 - 0.81)	.501	0.83 \pm 0.13	0.82 \pm 0.22	.971
Σ Trans / Σ Cis	0.10 (0.00 - 1.11)	0.20 (0.03 - 0.81)	.046	0.10 (0.00 - 1.71)	0.18 (0.00 - 0.62)	.004
C16:0 / C18:0	1.30 (1.08 - 150.95)	1.44 (1.11 - 2.80)	.131	2.30 (2.01 - 99.73)	2.49 (1.61 - 6.20)	.384
Σ SFA / Σ PUFA	9.01 (3.34 - 22.51)	8.58 (2.77 - 49.30)	.706	2.27 (1.34 - 12.81)	2.14 (0.96 - 4.80)	1.000
Σ PUFA / Σ SFA	0.11 (0.04 - 0.30)	0.12 (0.02 - 0.36)	.706	0.44 (0.08 - 0.75)	0.47 (0.21 - 1.04)	1.000
Σ ω -3	10.96 (7.83 - 17.02)	0.54 (0.00 - 18.03)	<.001	5.82 (3.80 - 14.46)	0.54 (0.00 - 4.49)	<.001
Σ ω -6	8.35 (5.14 - 26.05)	13.49 (3.26 - 35.95)	.059	35.52 \pm 4.01	38.65 \pm 6.44	.093
Σ ω -3 / Σ ω -6	0.56 (0.21 - 1.09)	0.79 (0.10 - 295.91)	.636	0.11 (0.05 - 1.62)	0.10 (0.01 - 0.23)	.169
Σ ω -6 / Σ ω -3	1.80 (0.91 - 4.70)	1.23 (0.00 - 9.81)	.544	8.93 (0.62 - 18.49)	10.50 (4.41 - 73.89)	.169
AI*	2.16 (0.65 - 3.88)	3.20 (1.19 - 16.22)	.042	0.91 \pm 0.10	1.19 \pm 0.29	<.001
TI**	24.28 (12.12 - 46.59)	30.94 (9.81 - 326.66)	.234	24.35 \pm 5.65	25.75 \pm 6.01	.531
H / H***	0.20 (0.12 - 0.72)	0.21 (0.02 - 0.92)	.883	1.08 \pm 0.27	0.98 \pm 0.26	.340

Plazma UFA/SFA, toplam ω -6, AI, TI ve H/H oran değerleri (Ortalama \pm Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.9. VKİ 35-40 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.10. VKİ 35-40 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

VKİ 35-40 arasında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %37 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %34 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %33 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C ve total kolesterolün (Ek-2), eritrosit membranında C16:0, C18:0, C18:1 cis, C20:4, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.9), plazmada ise C16:0, C18:3 ω 3, C20:4, C23:0, C24:0, C24:1 ve C22:6'nın (Şekil 4.10) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.12. VKİ 40 ve üzerinde yer alan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonları

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 7)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 7)	Kontrol (n: 30)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 0.72)	0.00 (0.00 - 2.24)	.690	0.00 (0.00 - 0.00)	0.00 (0.00 - 0.00)	1
C10:0	0.00 (0.00 - 2.28)	0.00 (0.00 - 7.42)	.391	0.36 (0.00 - 1.26)	0.00 (0.00 - 3.59)	.259
C11:0	2.55 (0.00 - 9)	0.00 (0.00 - 2.85)	.000	2.69 (0.78 - 4.61)	0.00 (0.00 - 3.35)	.000
C12:0	0.69 (0.53 - 1.29)	0.85 (0.26 - 5.15)	.458	0.39 (0.25 - 1.93)	0.47 (0.24 - 1.09)	.391
C13:0	0.00 (0.00 - 2.91)	0.00 (0.00 - 1.59)	.312	0.00 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 1.34)	.109
C14:0	1.25 (0.47 - 4.75)	4.2 (0.28 - 16.52)	.016	1.22 (0.72 - 5.59)	2.64 (0.29 - 7.45)	.293
C14:1	0.00 (0.00 - 0.9)	0.00 (0.00 - 2.37)	.690	0.11 (0.00 - 0.99)	0.08 (0.00 - 1.04)	.805
C15:0	1.74 ± 0.90	1.57 ± 1.10	.709	1.13 (0.4 - 2.02)	0.68 (0.00 - 2.39)	.243
C15:1	0.16 (0.00 - 0.32)	0.33 (0.00 - 13.35)	.391	0.05 (0.00 - 0.16)	0.15 (0.00 - 3.22)	.350
C16:0	33.02 ± 4.12	37.65 ± 4.92	.027	31.48 ± 2.81	35.45 ± 3.52	.009
C16:1	0.88 (0.56 - 1.8)	1.12 (0.00 - 9.73)	.955	1.4 (0.72 - 2.67)	1.3 (0.00 - 6.3)	.350
C17:1	0.39 (0.26 - 0.81)	0.76 (0.00 - 10.89)	.435	0.15 (0.00 - 0.56)	0.14 (0.00 - 1.34)	.894
C18:0	25.42 (16 - 29.4)	25.92 (12.12 - 35.46)	.776	13.83 (10.79 - 19.41)	14.39 (4.83 - 23.25)	.955
C18:1 tr	0.61 (0.47 - 2.11)	0.88 (0.00 - 5.63)	.330	0.48 (0.00 - 1.24)	0.55 (0.00 - 1.94)	.531
C18:1 cis	4.22 (1.93 - 13.17)	4.9 (0.37 - 19.48)	.894	11.92 ± 4.01	12.65 ± 4.11	.676
C18:2 tr	0.76 (0.34 - 0.87)	0.5 (0.00 - 1.34)	.149	0.31 (0.00 - 0.44)	0.35 (0.00 - 0.92)	.435
C18:2 cis	1.1 (0.21 - 9.37)	2.87 (0.00 - 16.86)	.531	17.14 (15.26 - 19.36)	22.21 (10.96 - 39.62)	.006
C20:0	1.3 (0.71 - 2.46)	0.60 (0.00 - 2.8)	.013	1.26 (0.38 - 2.63)	0.49 (0.00 - 1.32)	.002
C18:3ω6	0.65 (0.00 - 0.9)	0.20 (0.00 - 3.07)	.149	0.28 (0.00 - 0.47)	0.32 (0.00 - 0.64)	.458
C20:1	0.5 (0.00 - 0.84)	0.00 (0.00 - 2.28)	.059	0.26 (0.13 - 0.39)	0.00 (0.00 - 0.73)	.128
C18:3ω3	0.54 (0.00 - 1.23)	0.35 (0.00 - 2.6)	.458	0.35 (0.32 - 0.42)	0.37 (0.00 - 1.2)	.894
C21:0	1.25 (0.46 - 2.51)	0.00 (0.00 - 2.64)	.000	0.29 (0.00 - 0.95)	0.00 (0.00 - 2.07)	.040
C20:2	1.17 (0.52 - 2.94)	0.00 (0.00 - 4.14)	.000	0.81 (0.37 - 1.6)	0.00 (0.00 - 2.25)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.5 (0.54 - 2.37)	2.69 (0.00 - 6.36)	.036	0.71 (0.4 - 1.91)	1.27 (0.00 - 2.59)	.138
C20:3ω3	1.86 (0.00 - 4.08)	3.13 (0.00 - 7.27)	.199	1.18 ± 0.42	1.61 ± 0.97	.260
C22:1	0.29 (0.00 - 1.36)	0.00 (0.00 - 2.84)	.276	0.00 (0.00 - 1.33)	0.00 (0.00 - 2.44)	.805
C20:4	0.77 (0.5 - 1.18)	0.00 (0.00 - 1.21)	.002	1.53 (0.66 - 2.04)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.13 (0.64 - 5.04)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	2.66 (0.54 - 5.19)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.45 (0.00 - 0.94)	0.00 (0.00 - 1.38)	.000	0.33 (0.00 - 1.51)	0.00 (0.00 - 0.89)	.021
C20:5	0.00 (0.00 - 0.34)	0.00 (0.00 - 5.78)	.330	0.11 (0.00 - 0.21)	0.00 (0.00 - 0.65)	.077
C24:0	5.07 (2.4 - 7.37)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	1.52 (0.69 - 2.96)	0.00 (0.00 - 3.11)	.019
C24:1	2.49 (0.96 - 3.8)	0.00 (0.00 - 8.39)	.008	1.08 (0.6 - 1.91)	0.00 (0.00 - 2.09)	.008
C22:6	0.57 (0.00 - 2.61)	0.00 (0.00 - 2.11)	.044	0.82 (0.43 - 1.47)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.12’de; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C14:0, C20:0, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile plazma C11:0, C20:0, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C16:0 ve C22:0+C20:3 ω 6 ile plazma C16:0 ve C18:2 cis yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Çizelge 4.13’te; eritrosit membranında toplam ω -3, plazmada ise toplam trans/cis, toplam ω -3 ve ω -6 değerleri istatistiki açıdan anlamlı bulunurken ($p<0.05$), diğer parametrelerimiz arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi ($p>0.05$).

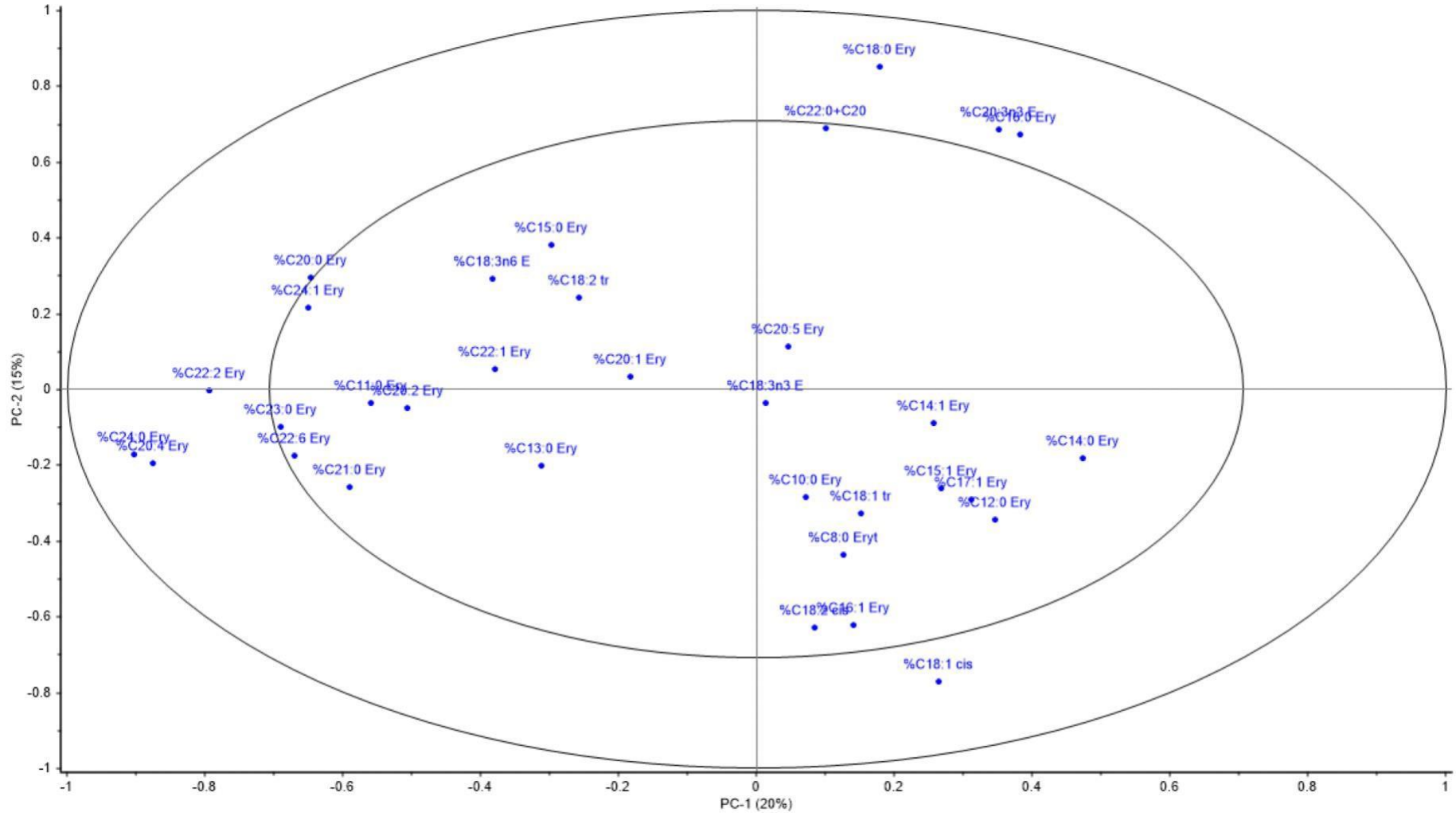


Çizelge 4.13. Hasta ve kontrol grubumuzdaki VKİ 40 ve üzeri örneklerimize ait yağ asidi oranları

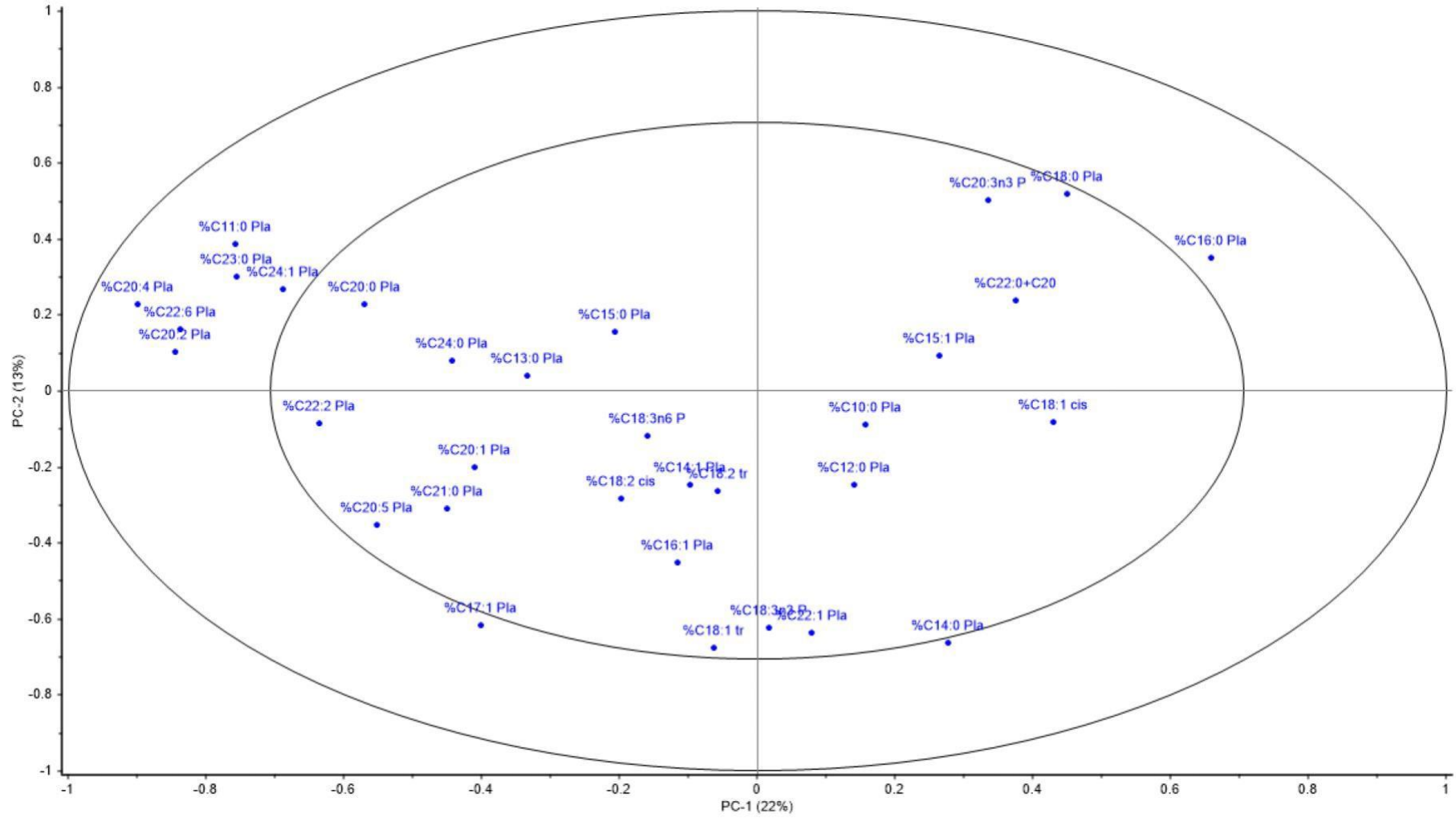
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 7)	Kontrol (n: 30)	p	Hasta (n: 7)	Kontrol (n: 30)	p
Σ UFA / Σ SFA	0.35 (0.18 - 0.56)	0.33 (0.10 - 0.81)	.482	0.68 ± 0.10	0.82 ± 0.22	.113
Σ Trans / Σ Cis	0.12 (0.09 - 0.26)	0.20 (0.03 - 0.81)	.172	0.08 (0.03 - 0.18)	0.18 (0.00 - 0.62)	.000
C16:0 / C18:0	1.29 (1.17 - 1.85)	1.44 (1.11 - 2.80)	.138	2.25 (1.62 - 2.69)	2.49 (1.61 - 6.20)	.185
Σ SFA / Σ PUFA	7.52 (4.39 - 14.13)	8.58 (2.77 - 49.30)	.985	2.59 ± 0.28	2.34 ± 0.94	.225
Σ PUFA / Σ SFA	0.13 (0.07 - 0.23)	0.12 (0.02 - 0.36)	.985	0.37 (0.33 - 0.45)	0.47 (0.21 - 1.04)	.128
Σ ω -3	9.18 (6.75 - 12.99)	0.54 (0.00 - 18.03)	<.001	5.55 (1.89 - 9.17)	0.54 (0.00 - 4.49)	<.001
Σ ω -6	12.02 (6.89 - 26.94)	13.49 (3.26 - 35.95)	.391	32.48 ± 4.10	38.65 ± 6.44	.008
Σ ω -3 / Σ ω -6	0.50 (0.12 - 1.17)	0.79 (0.10 - 295.91)	.387	0.12 ± 0.03	0.10 ± 0.04	.067
Σ ω -6 / Σ ω -3	2.01 (0.85 - 8.68)	1.23 (0.00 - 9.81)	.330	8.07 (5.85 - 11.59)	10.50 (4.41 - 73.89)	.077
AI*	1.86 (1.46 - 3.02)	3.20 (1.19 - 16.22)	.054	1.09 ± 0.18	1.19 ± 0.29	.271
TI**	25.35 (16.48 - 31.98)	30.94 (9.81 - 326.99)	.287	24.54 ± 4.15	25.75 ± 6.01	.538
H / H***	0.28 (0.10 - 0.72)	0.21 (0.02 - 0.92)	.662	0.96 ± 0.16	0.98 ± 0.26	.808

Plazma UFA/SFA, SFA/PUFA, toplam ω -6, ω -3/ ω -6, AI, TI ve H/H değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.11. VKİ 40 ve üzerinde bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.12. VKİ 40 ve üzerinde bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

VKİ 40 ve üzerinde bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %55 (Ek-2), eritrosit membranı ve plazma yağ asitlerimizin toplam %35 (sırasıyla Ek-3 ve Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ- LDL-C, HDL-C, total kolesterol, trigliserit ve C-peptidin (Ek-2), eritrosit membranında C11:0, C14:0, C16:0, C17:1, C20:2, C20:4, C23:0, C24:1 ve C22:6'nın (Şekil 4.11), plazmada ise C16:0, C18:0, C18:1 cis, C20:0, C22:3 ω 3, C20:4, C22:2 ve C24:0'm (Şekil 4.12) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.14. Hasta ve kontrol grubumuzdaki 40 yaş altı örneklerimize ait eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonu

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 27)	Kontrol (n: 21)	p	Hasta (n: 27)	Kontrol (n: 21)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3)	0.00 (0.00 - 2.24)	.264	0.00 (0.00 - 1.65)	0.00 (0.00 - 0.00)	.069
C10:0	0.00 (0.00 - 2.49)	0.00 (0.00 - 7.42)	.134	0.37 (0.00 - 1.93)	0.00 (0.00 - 3.33)	.033
C11:0	1.71 (0.00 - 6.75)	0.00 (0.00 - 2.85)	.000	0.76 (0.00 - 5.16)	0.00 (0.00 - 3.35)	.000
C12:0	0.68 (0.00 - 1.03)	0.95 (0.26 - 5.15)	.006	0.35 (0.00 - 2.24)	0.43 (0.24 - 1.09)	.284
C13:0	0.00 (0.00 - 4.49)	0.00 (0.00 - 1.59)	.022	0.00 (0.00 - 2.30)	0.00 (0.00 - 1.34)	.004
C14:0	1.07 (0.11 - 9.42)	4.15 (0.28 - 16.52)	.003	1.26 (0.3 - 4.23)	2.79 (0.29 - 7.45)	.035
C14:1	0.07 (0.00 - 0.67)	0.00 (0.00 - 2.18)	.508	0.15 (0.00 - 1.08)	0.00 (0.00 - 1.04)	.113
C15:0	1.61 ± 0.91	1.69 ± 1.16	.778	0.55 (0.00 - 2.02)	0.68 (0.27 - 2.39)	.811
C15:1	0.05 (0.00 - 3.48)	0.35 (0.00 - 13.35)	.164	0.05 (0.00 - 2.6)	0.15 (0.00 - 3.22)	.527
C16:0	29.16 ± 4.44	37.88 ± 4.84	.000	29.70 ± 3.03	35.13 ± 3.54	.000
C16:1	1.18 (0.00 - 11.84)	1.13 (0.00 - 9.73)	.942	1.91 (0.72 - 6.50)	1.09 (0.25 - 2.39)	.008
C17:1	0.46 (0.00 - 13.35)	0.78 (0.00 - 10.89)	.248	0.25 (0.00 - 0.83)	0.1 (0.00 - 1.34)	.011
C18:0	23.63 (0.24 - 29.91)	25.66 (12.12 - 35.46)	.324	13.4 (7.67 - 26.27)	14.56 (4.83 - 23.25)	.132
C18:1 tr	0.66 (0.00 - 21.27)	0.83 (0.00 - 5.63)	.071	0.57 (0.00 - 8.39)	0.6 (0.00 - 1.31)	.835
C18:1 cis	3.21 (0.00 - 19.1)	3.99 (0.37 - 19.48)	.486	13.91 ± 4.18	12.17 ± 4.27	.164
C18:2 tr	0.76 (0.00 - 3.05)	0.21 (0.00 - 1.18)	.019	0.33 (0.00 - 0.74)	0.31 (0.00 - 0.81)	.826
C18:2 cis	1.91 (0.00 - 16.55)	3.54 (0.00 - 16.86)	.533	17.04 (0.97 - 25.34)	22.86 (12.42 - 39.62)	.000
C20:0	1.77 (0.00 - 5.77)	0.36 (0.00 - 2.8)	.000	1.29 (0.13 - 4.6)	0.52 (0.00 - 0.97)	.003
C18:3ω6	0.66 (0.00 - 1.7)	0.2 (0.00 - 3.07)	.014	0.3 (0.1 - 1.24)	0.31 (0.00 - 0.64)	.611
C20:1	0.69 (0.00 - 2.13)	0.00 (0.00 - 2.28)	.001	0.29 (0.00 - 1.21)	0.09 (0.00 - 0.73)	.004
C18:3ω3	0.59 (0.00 - 4.13)	0.00 (0.00 - 2.6)	.150	0.42 (0.00 - 3.15)	0.35 (0.00 - 1.2)	.127
C21:0	0.9 (0.00 - 2.51)	0.00 (0.00 - 1.27)	.000	0.47 (0.00 - 1.57)	0.00 (0.00 - 1.38)	.000
C20:2	1.41 (0.00 - 11)	0.00 (0.00 - 4.14)	.000	0.94 (0.00 - 6.55)	0.00 (0.00 - 2.25)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.67 (0.59 - 3.56)	3.08 (0.00 - 6.36)	.004	0.84 (0.00 - 4.5)	1.29 (0.00 - 1.85)	.019
C20:3ω3	1.51 (0.00 - 3.89)	2.98 (0.00 - 7.27)	.011	0.76 ± 0.50	1.66 ± 0.90	.000
C22:1	0.00 (0.00 - 1.36)	0.00 (0.00 - 2.84)	.289	0.00 (0.00 - 1.43)	0.00 (0.00 - 2.4)	.444
C20:4	0.76 (0.00 - 3.78)	0.00 (0.00 - 1.14)	.000	1.16 (0.00 - 2.98)	0.00 (0.00 - 1.63)	.000
C23:0	2.34 (0.00 - 17.84)	0.00 (0.00 - 10.35)	.000	1.77 (0.59 - 7.03)	0.00 (0.00 - 1.75)	.000
C22:2	0.31 (0.00 - 4.95)	0.00 (0.00 - 1.38)	.000	0.51 (0.00 - 2.18)	0.00 (0.00 - 0.89)	.000
C20:5	0.00 (0.00 - 1.29)	0.00 (0.00 - 5.78)	.008	0.19 (0.00 - 1.46)	0.00 (0.00 - 0.65)	.000
C24:0	6.33 (0.00 - 10.65)	0.00 (0.00 - 8.56)	.000	2.25 (0.77 - 7.72)	0.00 (0.00 - 2.18)	.000
C24:1	2.79 (0.65 - 6.08)	0.00 (0.00 - 8.39)	.000	1.14 (0.00 - 7.68)	0.00 (0.00 - 2.09)	.000
C22:6	1.37 (0.00 - 8.26)	0.00 (0.00 - 2.11)	.000	0.78 (0.00 - 1.76)	0.00 (0.00 - 1.02)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.14'te; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile plazma C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C17:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 ile plazma C14:0, C16:0, C18:2 cis, C22:0+C20:3 ω 6 ve C20:3 ω 3 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p<0.05$).

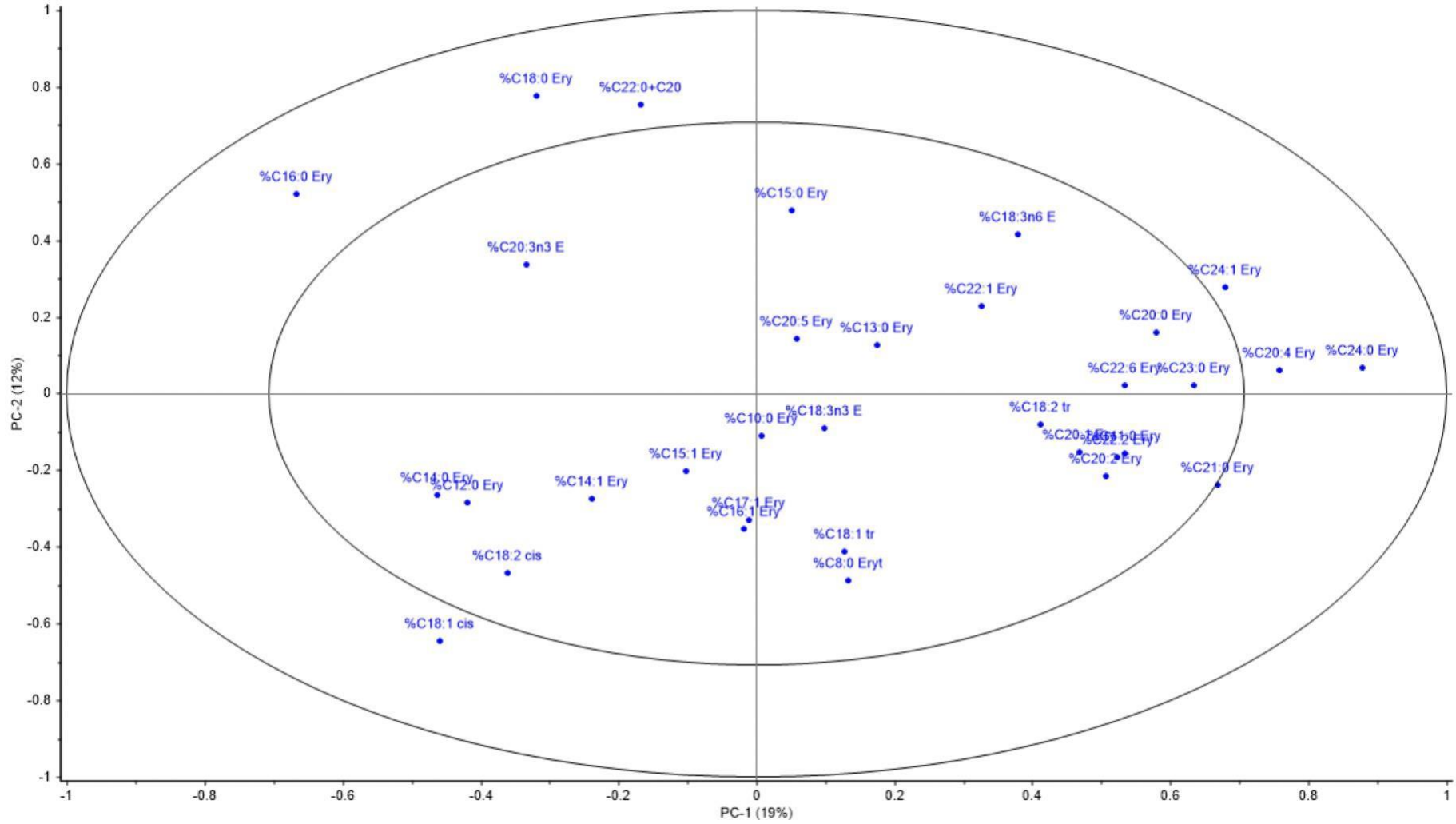
Çizelge 4.15'te; eritrosit membranında toplam trans/cis, C16:0/C18:0, toplam SFA/PUFA, toplam PUFA/SFA, toplam ω -3 ve AI, plazmada ise toplam trans/cis, toplam ω -3, toplam ω -6, AI ve TI değerleri istatistiki açıdan anlamlı bulunurken, diğer parametreler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi.

Çizelge 4.15. Hasta ve kontrol grubumuzdaki 40 yaş altı örneklerimize ait yağ asidi oranları

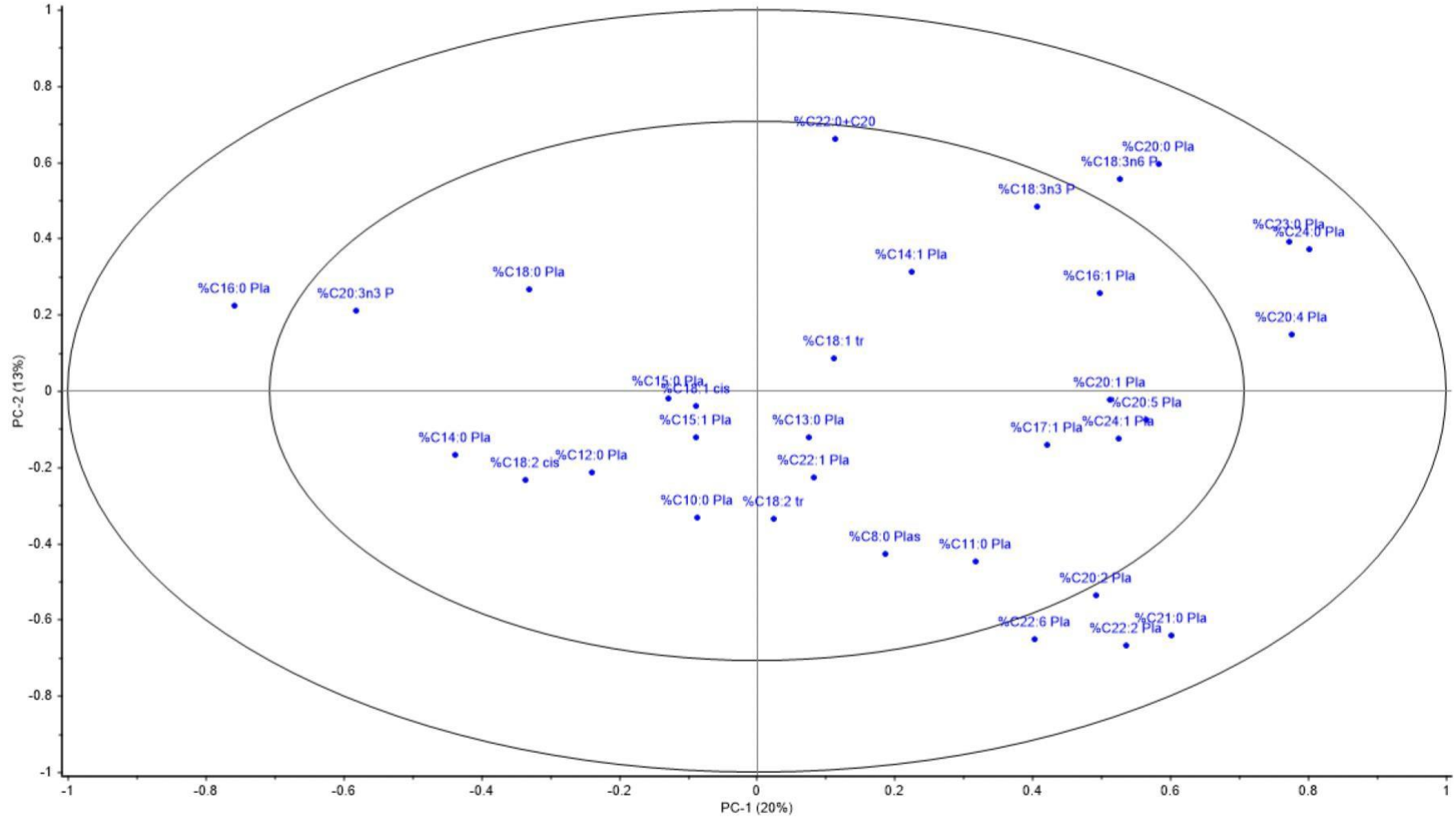
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 27)	Kontrol (n: 21)	p	Hasta (n: 27)	Kontrol (n: 21)	p
Σ UFA / Σ SFA	0.37 (0.18 - 1.18)	0.33 (0.10 - 0.69)	.448	0.83 \pm 0.19	0.84 \pm 0.24	.426
Σ Trans / Σ Cis	0.10 (0.00 - 1.48)	0.17 (0.03 - 0.81)	.006	0.08 (0.00 - 1.08)	0.18 (0.08 - 0.62)	.005
C16:0 / C18:0	1.29 (1.05 - 107.52)	1.44 (1.11 - 2.57)	.008	2.17 (1.34 - 3.33)	2.47 (1.61 - 6.20)	.069
Σ SFA / Σ PUFA	5.38 (1.92 - 22.51)	8.51 (2.91 - 49.30)	.035	2.33 (1.47 - 13.83)	2.06 (0.96 - 4.33)	.257
Σ PUFA / Σ SFA	0.19 (0.04 - 0.52)	0.12 (0.02 - 0.34)	.035	0.43 (0.07 - 0.68)	0.48 (0.23 - 1.04)	.257
Σ ω -3	11.44 (1.96 - 29.24)	0.48 (0.00 - 18.03)	<.001	5.57 (2.13 - 14.46)	0.39 (0.00 - 4.49)	<.001
Σ ω -6	9.37 (2.97 - 40.46)	13.58 (3.26 - 33.16)	.284	35.73 (8.32 - 51.01)	39.36 (28.64 - 50.65)	.014
Σ ω -3 / Σ ω -6	0.50 (0.03 - 1.48)	0.63 (0.11 - 295.91)	.162	0.12 (0.02 - 0.48)	0.10 (0.01 - 0.23)	.090
Σ ω -6 / Σ ω -3	2.01 (0.67 - 30.92)	1.27 (0.00 - 9.49)	.103	8.16 (2.08 - 40.44)	10.25 (4.41 - 73.89)	.090
AI*	1.59 (0.65 - 4.27)	3.13 (1.66 - 16.22)	<.001	0.88 (0.53 - 2.63)	1.21 (0.63 - 1.71)	.004
TI**	26.28 (10.72 - 49.49)	31.00 (9.81 - 326.99)	.212	22.68 \pm 4.39	26.85 \pm 5.64	.008
H / H***	0.28 (0.10 - 1.27)	0.23 (0.02 - 0.78)	.127	1.09 \pm 0.26	1.00 \pm 0.28	.297

Plazma UFA/SFA, TI ve H/H değerleri (Ortalama \pm Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.13. Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan 40 yaş altındaki örneklerimizin eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.14. Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan 40 yaş altındaki örneklerimizin plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

40 yaş altında bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %41 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %31 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %33 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C ve total kolesterolün (Ek-2), eritrosit membranında C16:0, C18:0, C18:1 cis, C21:0, C22:0+C20:3 ω 6, C20:4, C24:0 ve C24:1'in (Şekil 4.13), plazmada ise C16:0, C20:0, C18:3 ω 6, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0 ve C22:6'nın (Şekil 4.14) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.



Çizelge 4.16. Hasta ve kontrol grubumuzdaki 40 yaş ve üzeri örneklerimize ait eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonu

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 13)	Kontrol (n: 9)	p	Hasta (n: 13)	Kontrol (n: 9)	p
C8:0	0.00 (0.00 - 3.68)	0.00 (0.00 - 0.00)	.235	0.00 (0.00 - 0.69)	0.00 (0.00 - 0.00)	.556
C10:0	0.87 (0.00 - 1.83)	0.00 (0.00 - 2.75)	.471	0.48 (0.00 - 1.35)	0.00 (0.00 - 3.59)	.324
C11:0	1.53 (0.00 - 9)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000	2.53 (0.78 - 4.61)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000
C12:0	0.6 (0.00 - 1.29)	0.78 (0.39 - 1.36)	.235	0.40 (0.25 - 1.93)	0.58 (0.36 - 1.04)	.007
C13:0	0.07 (0.00 - 2.91)	0.00 (0.00 - 0.00)	.036	0.00 (0.00 - 1.54)	0.00 (0.00 - 0.00)	.144
C14:0	1.5 (0.00 - 7.93)	4.25 (1.54 - 14.94)	.030	1 (0.69 - 5.59)	1.89 (0.86 - 6.62)	.060
C14:1	0.11 (0.00 - 0.9)	0.13 (0.00 - 2.37)	.357	0.06 (0.00 - 0.99)	0.16 (0.00 - 0.55)	.431
C15:0	1.37 ± 0.92	1.28 ± 0.93	.823	0.76 (0.21 - 1.32)	0.58 (0.00 - 1.2)	.292
C15:1	0.15 (0.00 - 4.06)	0.09 (0.00 - 2.23)	1.00	0.09 (0.00 - 3.47)	0.15 (0.00 - 1.05)	.794
C16:0	31.26 ± 4.47	37.11 ± 5.35	.011	30.64 ± 2.95	36.18 ± 3.58	.000
C16:1	0.88 (0.00 - 5.93)	0.74 (0.00 - 4.4)	.948	1.65 (0.98 - 5.62)	1.32 (0.00 - 6.3)	.695
C17:1	0.49 (0.00 - 1.58)	0.29 (0.00 - 3.02)	.948	0.11 (0.00 - 0.56)	0.29 (0.00 - 0.83)	.235
C18:0	23.77 (0.11 - 28.82)	26.18 (13.33 - 32.26)	.292	11.96 (0.18 - 19.41)	13.36 (11.03 - 19.23)	.357
C18:1 tr	0.88 (0.00 - 23.21)	0.88 (0.31 - 2.45)	.794	0.65 (0.00 - 15.73)	0.5 (0.00 - 1.94)	.144
C18:1 cis	6.22 (0.59 - 13.17)	5.04 (1.46 - 18.67)	.471	10.52 ± 4.66	13.75 ± 3.68	.099
C18:2 tr	0.67 (0.00 - 3.59)	0.66 (0.09 - 1.34)	.431	0.32 (0.00 - 13.31)	0.43 (0.00 - 0.92)	.845
C18:2 cis	1.09 (0.00 - 9.37)	2.2 (0.12 - 15.12)	.144	17.02 (0.00 - 21.82)	19.82 (10.96 - 27.8)	.096
C20:0	1.48 (0.06 - 5.23)	0.63 (0.00 - 1.32)	.003	1.45 (0.26 - 25.09)	0.46 (0.00 - 1.32)	.002
C18:3ω6	0.54 (0.00 - 2.79)	0.2 (0.00 - 0.54)	.021	0.3 (0.00 - 0.47)	0.34 (0.00 - 0.61)	.647
C20:1	0.5 (0.00 - 1.4)	0.12 (0.00 - 0.38)	.025	0.26 (0.00 - 0.81)	0.00 (0.00 - 0.44)	.071
C18:3ω3	0.51 (0.16 - 1.35)	0.43 (0.00 - 1.14)	.262	0.35 (0.00 - 0.7)	0.42 (0.00 - 1.04)	.695
C21:0	0.92 (0.00 - 2.3)	0.00 (0.00 - 2.64)	.071	0.47 (0.00 - 1.26)	0.00 (0.00 - 2.07)	.082
C20:2	1.17 (0.00 - 2.94)	0.00 (0.00 - 1.78)	.021	0.81 (0.37 - 4.46)	0.00 (0.00 - 0.32)	.000
C22:0+C20:3ω6	1.26 (0.54 - 5.02)	2.02 (0.88 - 3.58)	.164	0.71 (0.00 - 2.71)	1.25 (0.89 - 2.59)	.030
C20:3ω3	1.3 (0.00 - 4.12)	3.31 (0.74 - 5.56)	.144	1.17 ± 0.41	1.51 ± 1.17	.345
C22:1	0.57 (0.00 - 1.59)	0.00 (0.00 - 1.25)	.186	0.00 (0.00 - 1.38)	0.00 (0.00 - 2.44)	1.00
C20:4	0.88 (0.33 - 2.01)	0.00 (0.00 - 1.21)	.006	1.27 (0.33 - 2.67)	0.00 (0.00 - 0.14)	.000
C23:0	2.15 (0.37 - 5.04)	0.00 (0.00 - 2.14)	.000	1.83 (0.00 - 5.19)	0.00 (0.00 - 0.00)	.000
C22:2	0.53 (0.00 - 2.44)	0.00 (0.00 - 0.00)	.001	0.42 (0.00 - 3.05)	0.00 (0.00 - 0.52)	.021
C20:5	0.04 (0.00 - 0.47)	0.00 (0.00 - 0.00)	.036	0.11 (0.00 - 0.56)	0.00 (0.00 - 0.00)	.001
C24:0	5.07 (2.4 - 15.46)	0.00 (0.00 - 8.41)	.001	1.92 (0.69 - 4.15)	1.29 (0.00 - 3.11)	.110
C24:1	2.69 (0.96 - 9.14)	0.00 (0.00 - 3.05)	.000	1.18 (0.6 - 1.91)	0.00 (0.00 - 1.51)	.025
C22:6	0.57 (0.00 - 2.11)	0.00 (0.00 - 0.83)	.082	1.07 (0.43 - 2.33)	0.00 (0.00 - 0.74)	.000

Eritrosit membranı verilerinden C15:0 ve C16:0, plazma verilerinden C16:0, C18:1 cis ve C20:3ω3 değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

Çizelge 4.16'da; hasta grubumuzun eritrosit membranı C11:0, C13:0, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0 ve C24:1 ile plazma C11:0, C20:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:1 ve C22:6 yağ asidi % oranları yüksek bulunurken, eritrosit membranı C14:0 ve C16:0 ile plazma C12:0, C16:0 ve C22:0+C20:3 ω 6 yağ asidi % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulundu ($p<0.05$).

Çizelge 4.17'de; eritrosit membranında toplam ω -3, plazmada ise toplam ω -3, toplam ω -3/ ω -6, ω -6/ ω -3 ve değerleri istatistiki açıdan anlamlı bulunurken ($p<0.05$), diğer parametreler arasında anlamlı bir farklılık tespit edilemedi ($p>0.05$).

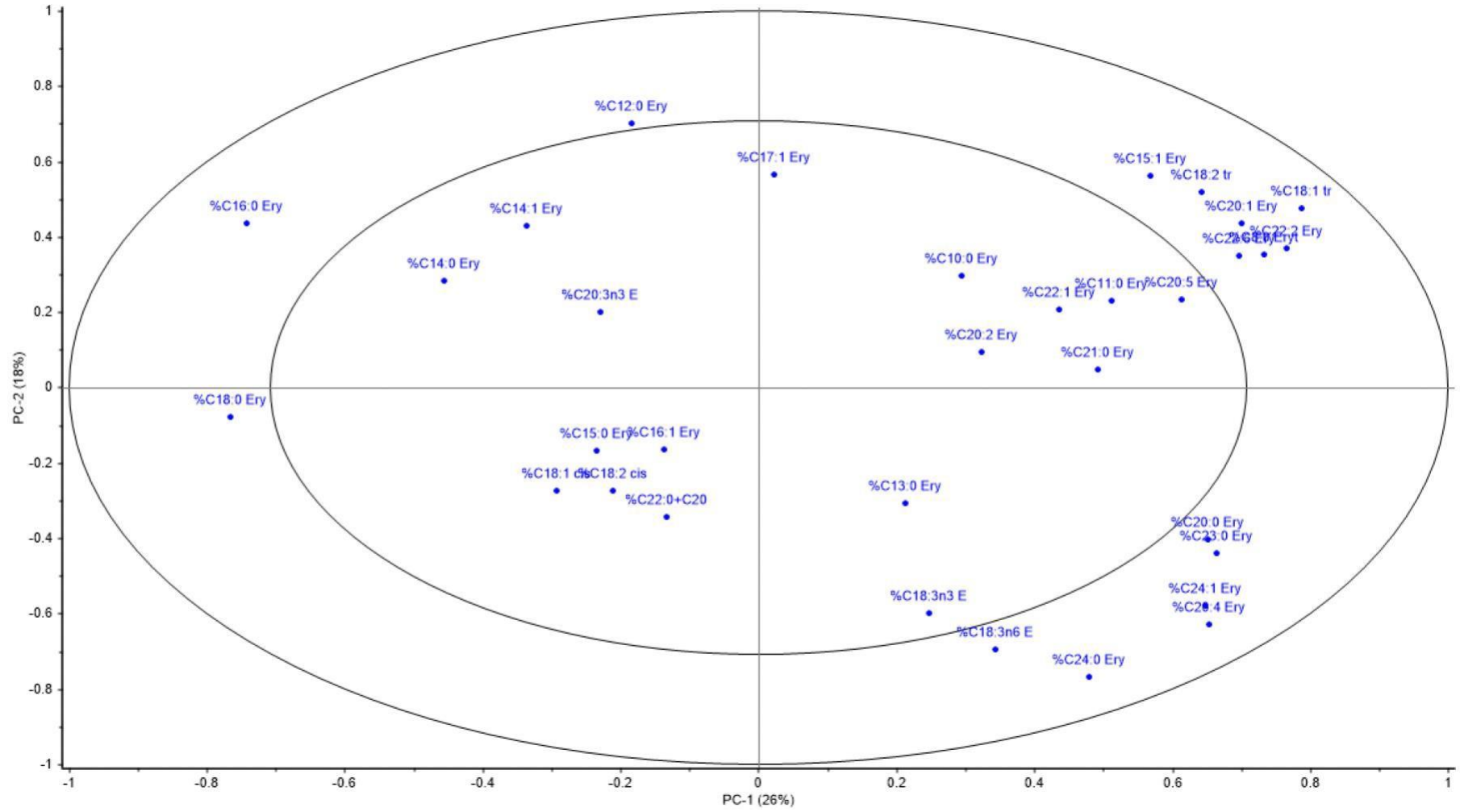


Çizelge 4.17. Hasta ve kontrol grubumuzdaki 40 yaş ve üzeri örneklerimize ait yağ asidi oranları

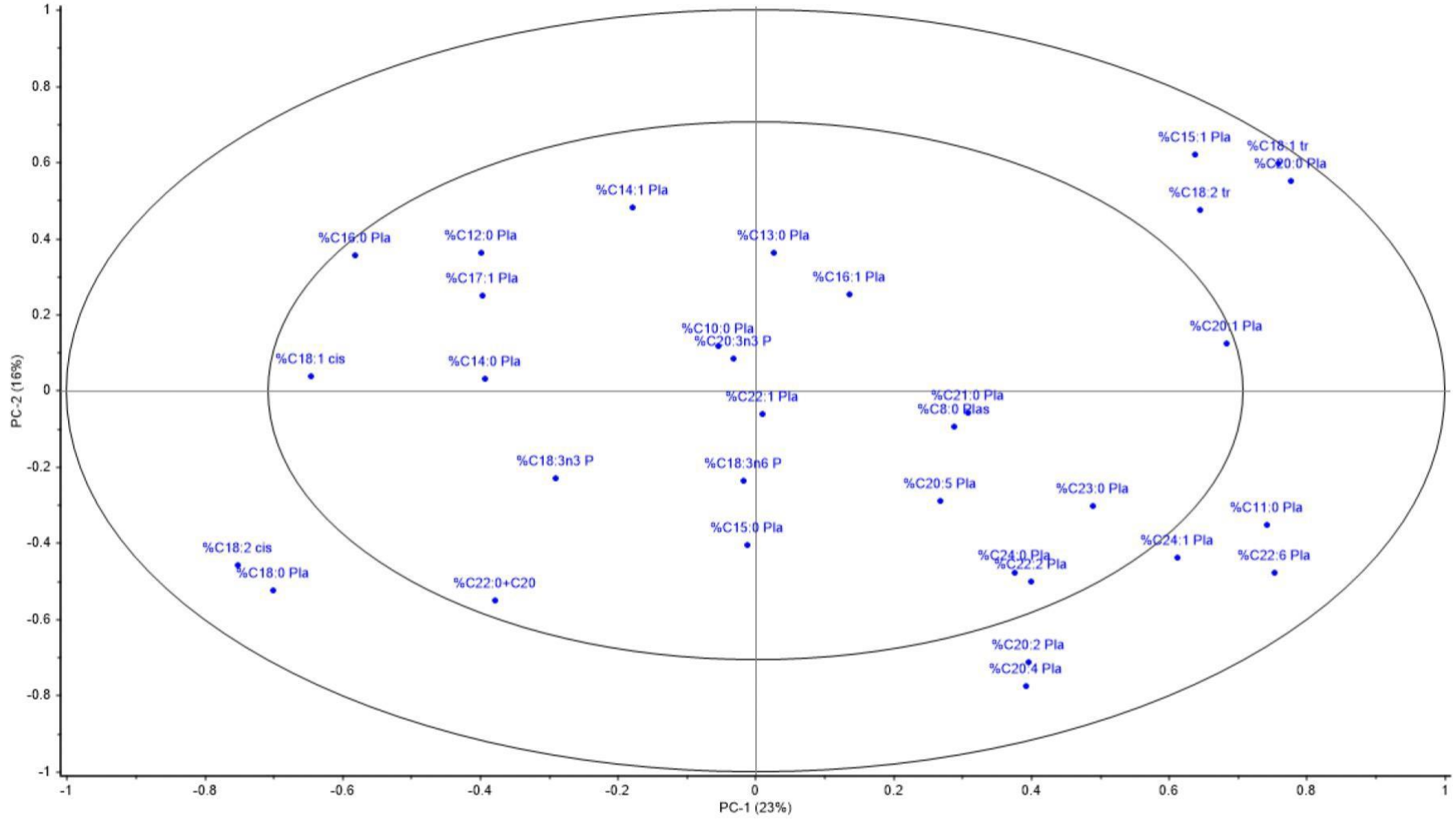
Parametre	Eritrosit membranı			Plazma		
	Hasta (n: 13)	Kontrol (n: 9)	p	Hasta (n: 13)	Kontrol (n: 9)	p
\sum UFA / \sum SFA	0.36 (0.18 - 0.99)	0.29 (0.17 - 0.81)	.695	0.74 ± 0.13	0.78 ± 0.18	.493
\sum Trans / \sum Cis	0.12 (0.00 - 1.86)	0.23 (0.07 - 0.36)	.556	0.11 (0.03 - 3.23)	0.19 (0.00 - 0.35)	.324
C16:0 / C18:0	1.37 (1.09 - 260.37)	1.44 (1.23 - 2.81)	.431	2.57 (1.62 - 158.34)	2.75 (2.10 - 3.04)	.512
\sum SFA / \sum PUFA	8.45 ± 3.63	8.27 ± 4.44	.920	2.70 (1.34 - 12.81)	2.55 (1.67 - 4.80)	.556
\sum PUFA / \sum SFA	0.11 (0.07 - 0.26)	0.11 (0.06 - 0.36)	.744	0.39 ± 0.16	0.43 ± 0.16	.574
\sum ω -3	8.87 (6.07 - 23.16)	1.64 (0.00 - 10.55)	<.001	5.70 ± 2.13	1.50 ± 1.21	<.001
\sum ω -6	15.42 ± 7.90	19.07 ± 10.85	.402	30.83 ± 6.34	36.94 ± 7.23	.058
\sum ω -3 / \sum ω -6	0.52 (0.12 - 1.17)	1.23 (0.10 - 3.56)	.431	0.14 (0.09 - 1.62)	0.09 (0.06 - 0.15)	.021
\sum ω -6 / \sum ω -3	1.92 (0.85 - 8.68)	0.82 (0.28 - 9.81)	.431	7.26 ± 3.24	11.49 ± 3.46	.010
AI*	1.86 (0.63 - 3.88)	4.00 (1.19 - 7.01)	.186	1.00 (0.80 - 1.30)	1.16 (0.98 - 1.80)	.030
TI**	21.82 ± 6.40	29.32 ± 12.20	.119	23.36 ± 6.01	23.19 ± 6.38	.949
H / H***	0.28 (0.10 - 0.77)	0.16 (0.07 - 0.92)	.845	0.95 (0.27 - 1.25)	0.87 (0.56 - 1.14)	.948

Eritrosit membranı SFA/PUFA, toplam ω -3 ve TI ile plazma UFA/SFA, PUFA/SFA, toplam ω -3, toplam ω -6, toplam ω -6/ ω -3 ve TI değerleri (Ortalama±Standart sapma) olarak, diğer değerler ise Medyan (Minimum-Maksimum) olarak verilmiştir.

*: Aterojenite İndeksi, **: Trombojenisite İndeksi, ***: Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik Oran



Şekil 4.15. Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan 40 yaş ve üzerindeki örneklerimizin eritrosit membranı yağ asitlerine ait PCA diyagramı



Şekil 4.16. Hasta ve kontrol grubumuzda yer alan 40 yaş ve üzerindeki örneklerimizin plazma yağ asitlerine ait PCA diyagramı

40 yaş ve üstünde bulunan hasta örneklerimiz ile kontrol grubumuzun PCA modelleri incelendiğinde; demografik ve biyokimyasal parametrelerin toplam %43 (Ek-2), eritrosit membranı yağ asitlerimizin toplam %44 (Ek-3) ve plazma yağ asitlerimizin toplam %39 (Ek-4) oranında dağılım gösterdikleri, demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, HDL-C, trigliserit, FT₄ ve C-peptidin (Ek-2), eritrosit membranında C8:0, C12:0, C15:1, C16:0, C18:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C20:0, C18:3 ω 6, C20:1, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0, C24:1 ve C22:6'nın (Şekil 4.15), plazmada ise C11:0, C15:1, C18:0, C18:1 tr, C18:2 tr, C18:2 cis, C20:0, C20:2, C20:4, C24:1 ve C22:6'nın (Şekil 4.16) grup içinde öne çıkan yağ asitleri oldukları görüldü.

Eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonlarının demografik gruplarımızdaki dağılımları toplu bir şekilde görselleştirilmiş olup; temel istatistiki analiz sonucunda anlamlı bulunan yağ asitleri Çizelge 4.18'de, PCA analizi sonucunda öne çıkan yağ asitleri ise Çizelge 4.19'da gösterilmiştir.

Çizelge 4.18. Oluşturduğumuz gruplarımızda istatistiki olarak anlamlı bulunan yağ asidi % oranları

Eritrosit Membranı								Plazma								
Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40	Yaş >40	Yağ asidi	Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40	Yaş >40
↗			↗					C8:0	↗			↗				
								C10:0	↗	↗		↗			↗	
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C11:0	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↘		↘	↘	↘		↘		C12:0	↘	↘			↘			↘
↗	↗		↗			↗	↗	C13:0	↗	↗		↗			↗	
↘		↘	↘	↘	↘	↘	↘	C14:0	↘			↘			↘	
								C14:1								
	↗							C15:0								
								C15:1								
↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	C16:0	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘	↘
								C16:1	↗		↗	↗			↗	
								C17:1							↗	
								C18:0								
	↘							C18:1 tr								
								C18:1 cis								
↗			↗			↗		C18:2 tr								
	↘							C18:2 cis	↘	↘	↘	↘		↘	↘	
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C20:0	↗		↗	↗	↗	↗	↗	↗
↗	↗	↗	↗	↗		↗	↗	C18:3ω6								
↗	↗	↗	↗	↗		↗	↗	C20:1	↗	↗		↗			↗	
								C18:3ω3								
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗		C21:0	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C20:2	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↘	↘		↘		↘	↘		C22:0+C20:3ω6		↘		↘			↘	↘
↘	↘		↘	↘		↘		C20:3ω3	↘	↘	↘	↘	↗		↘	
				↗				C22:1					↗			
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C20:4	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C23:0	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C22:2	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↗	↗		↗			↗	↗	C20:5	↗	↗	↗	↗			↗	↗
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C24:0	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	
↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	C24:1	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗	↗
↗	↗		↗		↗	↗		C22:6	↗	↗	↗	↗		↗	↗	↗

↗: Hasta grubunda kontrol grubuna göre yüksek, ↘: Hasta grubunda kontrol grubuna göre düşük

Çizelge 4.18’de belirtildiği gibi; eritrosit membranında C11:0, C16:0, C20:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0 ve C24:1, plazmada ise C11:0, C16:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2 ve C24:1 % oranları bütün gruplarımızda istatistiki olarak anlamlı bulunurken, C11:0, C16:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2 ve C24:1’in hem eritrosit membranında hem de plazmada anlamlı düzeyde farklılık tespit edildi.

Çizelge 4.19. PCA modellerine göre demografik gruplarımızda öne çıkan yağ asitleri

Eritrosit Membranı								Yağ asidi	Plazma						
Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40	Yaş >40		Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40
								C8:0							
								C10:0							
								C11:0							
								C12:0							
								C13:0							
								C14:0							
								C14:1							
								C15:0							
								C15:1							
								C16:0							
								C16:1							
								C17:1							
								C18:0							
								C18:1 tr							
								C18:1 cis							
								C18:2 tr							
								C18:2 cis							
								C20:0							
								C18:3ω6							
								C20:1							
								C18:3ω3							
								C21:0							
								C20:2							
								C22:0+C20:3ω6							
								C20:3ω3							
								C22:1							
								C20:4							
								C23:0							
								C22:2							
								C20:5							
								C24:0							
								C24:1							
								C22:6							

Çizelge 4.19'da görüldüğü gibi; eritrosit membranında 16:0, 20:4 ve C24:1, plazmada ise 24:0'ın tüm, 16:0, 20:4 ve 24:0'ın ise birçok grubumuzda hem eritrosit membranında hem de plazmada öne çıkan yağ asitleri oldukları belirlendi.

Çizelge 4.20. Temel istatistiki analiz ve PCA modellerimizde önemli bulunan ortak yağ asitleri

Eritrosit Membranı								Plazma								
Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40	Yaş >40	Yağ asidi	Tüm	Erkek	Kadın	VKI 30-35	VKI 35-40	VKI >40	Yaş <40	Yaş >40
								C8:0								
								C10:0								
								C11:0								
								C12:0								
								C13:0								
								C14:0								
								C14:1								
								C15:0								
								C15:1								
								C16:0								
								C16:1								
								C17:1								
								C18:0								
								C18:1 tr								
								C18:1 cis								
								C18:2 tr								
								C18:2 cis								
								C20:0								
								C18:3ω6								
								C20:1								
								C18:3ω3								
								C21:0								
								C20:2								
								C22:0+C20:3ω6								
								C20:3ω3								
								C22:1								
								C20:4								
								C23:0								
								C22:2								
								C20:5								
								C24:0								
								C24:1								
								C22:6								

Çizelge 4.20’de, Çizelge 4.18 ve 4.19 birlikte değerlendirildiğinde; hasta grubumuzda C16:0 yağ asidi % oranları düşük, C20:4 ve C24:0 yağ asidi % oranları ise yüksek bulundu. Aynı zamanda; bu yağ asitlerinin PCA modellerimizde de öne çıktıkları görüldü.

Çizelge 4.21. Hasta ve kontrol grubumuzdaki örneklerimizin % yağ asidi ortalamalarının oranı

Yağ asidi	Eritrosit Membranı			Plazma		
	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	Oran	Hasta (n: 40)	Kontrol (n: 30)	Oran
C8:0	0.35	0.07	4.74	0.13	0.00	Belirsiz
C10:0	0.61	0.64	0.96	0.45	0.49	0.91
C11:0	2.58	0.10	27.09	1.77	0.13	13.64
C12:0	0.59	1.14	0.52	0.46	0.52	0.89
C13:0	0.37	0.05	7.04	0.18	0.04	4.12
C14:0	2.06	5.02	0.41	1.73	2.67	0.65
C14:1	0.15	0.36	0.42	0.19	0.19	0.99
C15:0	1.53	1.57	0.98	0.74	0.70	1.07
C15:1	0.45	0.97	0.46	0.35	0.39	0.88
C16:0	29.85	37.65	0.79	30.01	35.45	0.85
C16:1	1.72	1.55	1.11	2.26	1.47	1.54
C17:1	0.87	1.14	0.76	0.24	0.22	1.10
C18:0	21.35	24.48	0.87	12.61	14.13	0.89
C18:1 tr	2.32	1.29	1.79	2.04	0.65	3.15
C18:1 cis	5.55	6.95	0.80	12.81	12.65	1.01
C18:2 tr	0.84	0.46	1.83	0.79	0.33	2.35
C18:2 cis	3.33	4.66	0.72	15.81	23.21	0.68
C20:0	1.89	0.66	2.88	2.89	0.48	6.02
C18:3ω6	0.70	0.48	1.46	0.37	0.29	1.28
C20:1	0.63	0.23	2.77	0.37	0.16	2.34
C18:3ω3	0.76	0.50	1.51	0.52	0.39	1.33
C21:0	1.05	0.23	4.64	0.53	0.17	3.03
C20:2	1.82	0.37	4.94	1.35	0.20	6.60
C22:0+C20:3ω6	1.77	2.72	0.65	1.05	1.32	0.80
C20:3ω3	1.60	3.03	0.53	0.89	1.61	0.55
C22:1	0.41	0.29	1.40	0.35	0.46	0.76
C20:4	0.93	0.17	5.36	1.31	0.14	9.61
C23:0	2.84	0.63	4.47	2.07	0.09	22.52
C22:2	0.73	0.05	15.85	0.70	0.08	9.22
C20:5	0.17	0.19	0.88	0.24	0.03	7.03
C24:0	5.87	1.03	5.70	2.49	0.70	3.58
C24:1	3.07	1.23	2.50	1.36	0.44	3.12
C22:6	1.24	0.10	12.64	0.92	0.19	4.79

Çizelge 4.21’de; yağ asidi kompozisyonunun hasta ve kontrol grubundaki değişimlerini daha iyi gösterebilmek için, hasta grubumuzda yer alan örneklerimizin % yağ asidi ortalamalarının kontrol grubundaki örneklerimizin % yağ asidi ortalamalarına oranına ait sonuçlar verilmiştir. Eritrosit membranı yağ asitleri incelendiğinde; hasta grubumuzda C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3ω6, C20:1, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C24:0, C24:1 ve C22:6 yüksek bulunurken, C12:0, C14:0, C16:0, C22:0+C20:3ω6, C20:3ω3 ve C20:5’in düşük bulunduğu tespit edildi. Plazma yağ asitleri incelendiğinde ise hasta grubumuzda C8:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6 yüksek, C10:0, C12:0, C14:0, C16:0, C18:2 cis ve C20:3ω3’ün düşük bulunduğu, ayrıca bu yağ asitlerinin istatistiki olarak da anlamlılık ifade ettiği tespit edildi (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.21. Rutin biyokimyasal testlere ait korelasyon analizi sonuçları

	LDL-C	HDL-C	İnsülin	TSH
Total kolesterol	.913**	.413**		
LDL-C		.324*		
Trigliserit			.430**	
FT₄				-.332*

*: p < 0.05, **: p < 0.01

Hasta grubumuza ait rutin biyokimyasal analizlerimizden total kolesterol - LDL-C, total kolesterol - HDL-C, LDL-C - HDL-C ile trigliserit - insülin arasında pozitif bir korelasyon görülürken, FT₄ ile TSH arasında ise negatif bir korelasyon tespit edildi (Çizelge 4.21).

Çizelge 4.22. Hasta grubumuzun eritrosit membranı yağ asitleri ile demografik ve biyokimyasal testlerine ait korelasyon analizi sonuçları

	Yaş	Total kolesterol	LDL-C	Trigliserit	İnsülin	TSH	C peptid
C8:0						-.434**	
C10:0						-.389*	
C13:0						-.415**	
C15:0	-.326*						
C18:1 cis				-.370*			
C18:2 tr				.503**	.329*		
C18:2 cis		-.360*	-.314*	-.388*			
C18:3ω6						.414**	
C18:3ω3		-.416**	-.464**	-.375*		.367*	
C21:0				.316*			.351*
C20:2		.340*	.355*				
C22:2				.358*		-.327*	

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Hasta grubumuzun demografik ve biyokimyasal parametreleri ile eritrosit membranı yağ asidi % oranları arasında yapmış olduğumuz korelasyon analizine göre sırasıyla; yaş ile C15:0 ($p < 0.05$), total kolesterol ile C18:2 cis ($p < 0.05$) ve C18:3ω3 ($p < 0.01$), LDL-C ile C18:2 cis ($p < 0.05$) ve C18:3ω3 ($p < 0.01$), trigliserit ile C18:1 cis, C18:2 cis ($p < 0.05$) ve C18:3ω3 ($p < 0.01$), TSH ile C10:0, C22:2 ($p < 0.05$), C8:0 ve C13:0 ($p < 0.01$) arasında negatif korelasyon görülürken; total kolesterol ile C20:2 ($p < 0.05$), LDL-C ile C20:2 ($p < 0.05$), trigliserit ile C21:0, C22:2 ($p < 0.05$) ve C18:2 tr ($p < 0.01$), insülin ile C18:2 tr ($p < 0.05$), TSH ile C18:3ω3 ($p < 0.05$) ve C18:3ω6 ($p < 0.01$) arasında ise pozitif korelasyon tespit edildi (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.23. Hasta grubumuzun plazma yağ asidi düzeyleri ile demografik ve biyokimyasal verilerine ait korelasyon analizi sonuçları

	Yaş	VKİ	Total kolesterol	LDL-C	HDL-C	Trigliserit	FT ₃	İnsülin	TSH	C peptid
C10:0										-.418**
C11:0	.322*			.333*						-.398*
C13:0					-.410**					-.357*
C14:0								.476**		
C16:0								-.485**		-.494**
C17:1	-.433**	-.331*						.451**		
C18:0					.332*	-.343*				
C18:1 tr								.409**		
C20:0									.348*	
C18:3ω6			-.445**	-.464**		-.342*			.446**	
C20:1								.433**		
C18:3ω3			-.397*	-.326*						
C21:0			.330*	.317*		.340*				.366*
C20:2										.424**
C22:0+C20:3ω6						-.356*			.322*	
C20:3ω3	.495**									
C22:1										.359*
C23:0								-.364*		
C22:2			.375*							
C20:5		-.324*								
C24:0									.331*	
C22:6	.412**		.462**	.400*						

*: $p < 0.05$, **: $p < 0.01$

Hasta grubumuzun demografik ve biyokimyasal parametreleri ile plazma yağ asidi % oranlarının korelasyon analizine göre sırasıyla; yaş ile C17:1 ($p < 0.01$), VKİ ile C17:1 ve C20:5 ($p < 0.05$), total kolesterol ile C18:3ω3 ($p < 0.05$) ve C18:3ω6 ($p < 0.01$), LDL-C ile C18:3ω3 ($p < 0.05$) ve C18:3ω6 ($p < 0.01$), HDL-C ile C13:0 ($p < 0.05$), trigliserit ile C18:0, C18:3ω6 ve C22:0+C20:3ω6 ($p < 0.05$), FT₃ ile C11:0 ve C23:0 ($p < 0.05$), insülin ile C16:0 ($p < 0.01$); TSH ile C13:0 ($p < 0.05$) ve C10:0 ($p < 0.01$); C peptid ile C16:0 ($p < 0.01$) arasında negatif korelasyon görülürken; yaş ile C11:0 ($p < 0.05$), C20:3ω3 ve C22:6 ($p < 0.01$), total kolesterol ile C22:2 ($p < 0.05$) ve C22:6 ($p < 0.01$), LDL-C ile C11:0, C21:0 ve C22:6 ($p < 0.05$), HDL-C ile C18:0 ($p < 0.05$), trigliserit ile C21:0 ($p < 0.05$), FT₃ ile C14:0, C17:1, C18:1 tr ve C20:1 ($p < 0.01$), TSH ile

C20:0, C22:0+C20:3 ω 6, C24:0 ($p<0.05$) ve C18:3 ω 6 ($p<0.01$), C-peptid ile C21:0, C22:1 ($p<0.05$) ve C20:2 ($p<0.01$) arasında ise pozitif korelasyon tespit edildi (Çizelge 4.23).

Hasta ve kontrol gruplarımızın eritrosit membranı ve plazma % yağ asidi değerleri ile yağ asidi oranlarının birbirleriyle korelasyonları ayrı ayrı incelenerek toplu sonuçlar Ek-4'te gösterilmiştir. Eritrosit membranında istatistiki olarak anlamlı bulunan yağ asitleri (Çizelge 4.2) dikkate alındığında; hasta grubumuzda C11:0'nın C10:0 ve C12:0 ile, C14:0'nın C10:0, C20:0, C22:1 ve aterosite indeksi ile, C20:0, C22:1 ve aterosite indeksi ile, C16:0'nın C18:0 ve SFA/PUFA oranı ile, C20:0'nın C18:3 ω 6, C24:0 ve C24:1 ile, C18:3 ω 6'nın C20:0, C22:0+C20:3 ω 6, C24:0 ve C24:1 ile, C20:2'nin C17:1, C22:2 ve PUFA/SFA oranı ile, C20:4'ün C23:0 ve C24:0 ile, C22:2'nin C17:1 ve C20:2 ile, C20:5'in C8:0, C15:1 ve C18:1 tr ile, C24:0'nın C20:0, C18:3 ω 6, C22:0+C20:3 ω 6, C20:4 ve C24:1 ile, C24:1'in ise C20:0, C18:3 ω 6, C22:0+C20:3 ω 6 ve C24:0 ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilirken; C14:0'nın C20:0 ile, C16:0'nın C17:1, C20:2, C22:2, PUFA/SFA oranı, toplam ω -3 ve toplam ω -6 ile, C18:1 cis'in C24:0 ve C24:1 ile, C20:0'nın C14:0 ile, C20:5'in C15:0 ve C18:0 ile, C24:0'nın ise C18:1 cis ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Plazma yağ asitlerinden istatistiki olarak anlamlı bulunan yağ asitleri dikkate alındığında (Çizelge 4.2); hasta grubumuzda C12:0'nın C10:0 ile, C16:0'nın aterosite indeksi ile, C20:0'nın C15:1, C18:1 tr, C18:2 tr, SFA/PUFA oranı ve toplam ω -3 düzeyleri ile, C20:2'nin C21:0, C22:1, C22:2, PUFA/SFA, toplam ω -6/ ω -3 oranı ve trombojenisite indeksi ile, C22:0+C20:3 ω 6'nın C18:3 ω 6, C18:3 ω 3, C20:4, C23:0, C24:0 ve trombojenisite indeksi ile, C20:4'ün C18:2 cis, C22:0+C20:3 ω 6, C24:0, PUFA/SFA, toplam ω -3/ ω -6 oranı, toplam ω -6/ ω -3 oranı ve trombojenisite indeksi ile, C23:0'nın C18:3 ω 6, C18:3 ω 3 ve C22:0+C20:3 ω 6 ile, C22:2'nin C10:0, C21:0, C20:2, C22:1, PUFA/SFA oranı ve toplam ω -6 ile, C20:5'in C24:0 ile, C24:1'in toplam ω -6 ile, C22:6'nın toplam ω -3/ ω -6 oranı ve trombojenisite indeksi ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilirken; C20:0'nın C18:0, C18:2 cis, PUFA/SFA oranı, toplam ω -6/ ω -3 oranı, trombojenisite indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ile, C20:4'ün C15:1 ve C18:1 tr ile, C23:0'nın C10:0 ve C14:0 ile, C22:2'nin C16:0 ile, C22:6'nın ise C14:1 ve C18:3 ω 6 ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir (Ek-1).

Hasta grubumuzda gerçekleştirdiğimiz korelasyon analizi sonucunda anlamlı bulgular elde ettiğimiz eritrosit membranı ve plazma yağ asitlerinin kontrol grubumuzda nasıl değiştiğini inceleyebilmek amacıyla kontrol grubumuzda da korelasyon analizi gerçekleştirdik. Kontrol grubumuzda anlamlı bulunan eritrosit membranı yağ asitleri incelendiğinde; hasta grubumuzda C11:0'nın C20:2 ile, C14:0'nın C12:0 ile, C16:0'nın C18:0 ve C20:3 ω 3 ile, C20:0'nın C22:2, C24:1 ve C22:6 ile, C18:3 ω 6'nın C22:0+C20:3 ω 6, C22:2, C20:5 ve C22:6 ile, C20:2'nin C11:0 ve C20:4 ile, C20:4'ün C13:0, C20:2, C23:0, C24:0, C22:6 ve toplam ω -6 ile, C22:2'nin C20:0, C18:3 ω 6, C23:0, C24:0, C24:1 ve C22:6 ile, C20:5'in C18:3 ω 6 ile, C24:0'nın C21:0, C20:4, C23:0, C22:2 ve C22:6 ile, C24:1'in C20:0, C20:1, C22:1, C22:2, C22:6, toplam ω -3/ ω -6 oranı ve aterositenite indeksi ile pozitif korelasyon gösterdiği tespit edilirken; C16:0'nın ise C16:1 ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edilmiştir. Plazma yağ asitlerinden istatistiki olarak anlamlı bulunan yağ asitleri incelendiğinde (Çizelge 4.2); kontrol grubunda C16:0'nın C18:0, SFA/PUFA ve aterositenite indeksi ile, C20:2'nin C11:0, C13:0, C18:2 cis, C20:4, C23:0, C22:6, PUFA/SFA oranı, toplam ω -6 miktarı, trombojenisite indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ile, C20:4'ün C11:0, C13:0, C17:1, C18:2 cis, C20:2, C23:0, C24:1, C22:6, PUFA/SFA, toplam ω -6 miktarı, trombojenisite indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ile, C23:0'nın C17:1, C18:2 cis, C21:0, C20:2, C20:4, C22:2, C20:5, C24:1, C22:6, PUFA/SFA oranı ve toplam ω -6 miktarı ile, C22:2'nin C17:1, C20:1, C23:0, C20:5 ve C22:6 ile, C20:5'in C17:1, C20:1, C23:0, C22:2 ve C22:6 ile, C24:1'in C17:1, C20:4, C23:0 ve C24:0 ile, C22:6 ile C18:2 cis, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, PUFA/SFA oranı, toplam ω -6 miktarı, trombojenisite indeksi ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ile pozitif korelasyon gösterirken; C16:0'nın C18:1 tr, C18:2 cis, C20:2, C20:4, C22:6, PUFA/SFA, toplam ω -6 ve hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran ile, C18:0'nın C23:0 ve C22:2 ile, C20:2'nin C16:0, C18:0, C18:1 cis, SFA/PUFA ve aterositenite indeksi ile, C20:4'ün C16:0, C18:0, C18:1 cis, SFA/PUFA oranı ve aterositenite indeksi ile, C22:6'nın C16:0, C18:0, SFA/PUFA oranı ve aterositenite indeksi ile negatif korelasyon gösterdiği tespit edildi (Ek-1).

Yağ asidi düzeylerinin obeziteyi öngörebilme gücünü değerlendirmek amacıyla gerçekleştirdiğimiz ROC analizinde kullanılan Youden indeksi (maksimum duyarlılık

ve özgüllük) ile hesaplanan kesme değerleri ve diğer veriler Çizelge 4.24 ve Çizelge 4.25'te gösterildi.

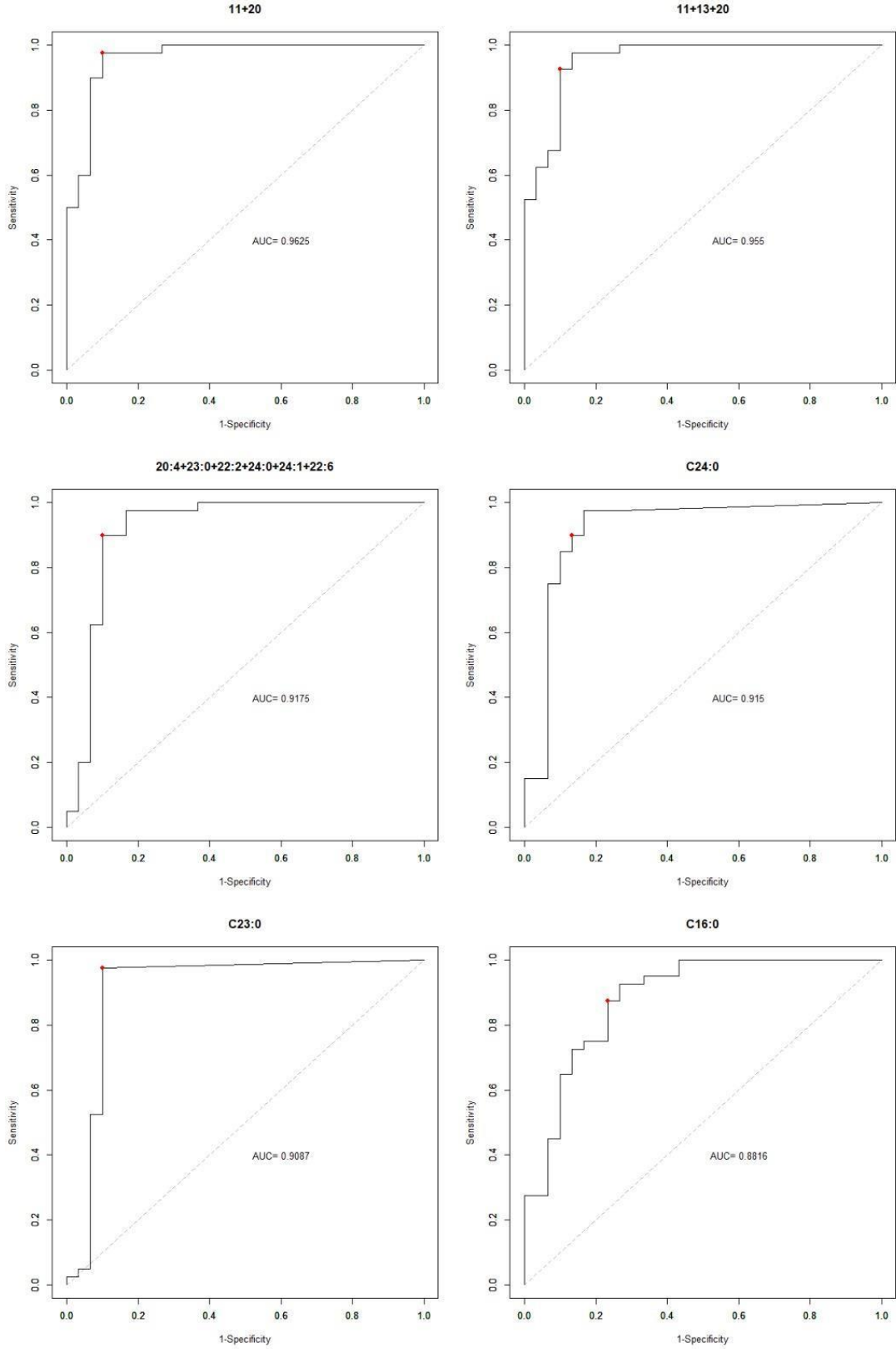
Çizelge 4.24. Eritrosit membranı yağ asitlerimizin ROC analizi ve Youden indeksi sonuçları

	Cut-off (Kesme) değeri	AUC (Eğri altındaki alan)	%95 CI (Güven aralığı)	Sensitivity (Duyarlılık)	Specificity (Özgüllük)
C11:0+C20:0	1.502	0.963	0.919 - 1.000	0.975	0.900
C11:0+C13:0+C20:0	1.880	0.955	0.907 - 1.000	0.925	0.900
C20:4+C23:0+C22:2+ C24:0+C24:1+C22:6	8.548	0.918	0.852 - 0.983	0.900	0.900
C24:0	2.531	0.915	0.848 - 0.982	0.900	0.867
C23:0	0.187	0.909	0.839 - 0.978	0.975	0.900
C16:0	34.522	0.882	0.803 - 0.961	0.875	0.767
C11:0+C13:0	0.218	0.875	0.794 - 0.956	0.800	0.933
C20:4	0.226	0.856	0.769 - 0.943	0.925	0.833
C11:0	0.218	0.847	0.757 - 0.937	0.725	0.967
C13:0+C20:0	1.025	0.834	0.741 - 0.928	0.800	0.767
C24:1	1.164	0.830	0.735 - 0.925	0.950	0.800
C20:2	0.387	0.823	0.726 - 0.919	0.850	0.833
C20:0	1.025	0.818	0.720 - 0.915	0.775	0.767
C21:0	0.205	0.807	0.706 - 0.907	0.775	0.867
AI	1.945	0.798	0.695 - 0.900	0.625	0.800
C22:2	0.062	0.791	0.687 - 0.895	0.625	0.967
C14:0	2.511	0.763	0.653 - 0.874	0.750	0.733
C20:1	0.424	0.763	0.653 - 0.873	0.675	0.867
C22:6	0.283	0.745	0.631 - 0.859	0.550	0.933
C18:3ω6	0.459	0.741	0.626 - 0.855	0.775	0.667
C16:0+C18:0	60.855	0.734	0.618 - 0.850	0.925	0.567
C22:0+C20:3ω6	2.325	0.721	0.603 - 0.839	0.825	0.600
C12:0	0.839	0.713	0.593 - 0.832	0.825	0.533
C20:3ω3	2.408	0.710	0.590 - 0.830	0.725	0.600
C20:5	0.005	0.701	0.580 - 0.822	0.450	0.967
Trans/Cis	0.159	0.685	0.561 - 0.809	0.750	0.667
C16:0/C18:0	1.395	0.682	0.558 - 0.806	0.700	0.600
C13:0	0.033	0.679	0.555 - 0.804	0.400	0.967
Toplam ω-6	5.160	0.672	0.546 - 0.797	0.775	0.567
C18:2 tr	0.599	0.667	0.541 - 0.793	0.675	0.567
TI	30.019	0.633	0.503 - 0.763	0.725	0.586

Eğri altındaki alan (AUC); 0,9-1: Mükemmel; 0,8-0,9: iyi, 0,7-0,8: orta, 0,6- 0,7: zayıf ve 0,5-0,6: başarısız olarak değerlendirilmiştir.

AUC alt sınır değeri 0.5'ten büyük olanlar istatistiki olarak anlamlı ($p<0.05$) kabul edilmiş ve veriler AUC değerleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır.

ROC analizi sonuçlarımıza göre eritrosit membranında C11:0+C20:0, C11:0+C13:0+C20:0, C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamları ile C24:0, C23:0 ve C16:0'm (AUC değerleri sırasıyla; 0.963, 0.955, 0.918, 0.915, 0.909, 0.882) obeziteyi yüksek öngörme gücüne sahip oldukları (>%87) tespit edildi (Çizelge 4.24, Şekil 4.17).



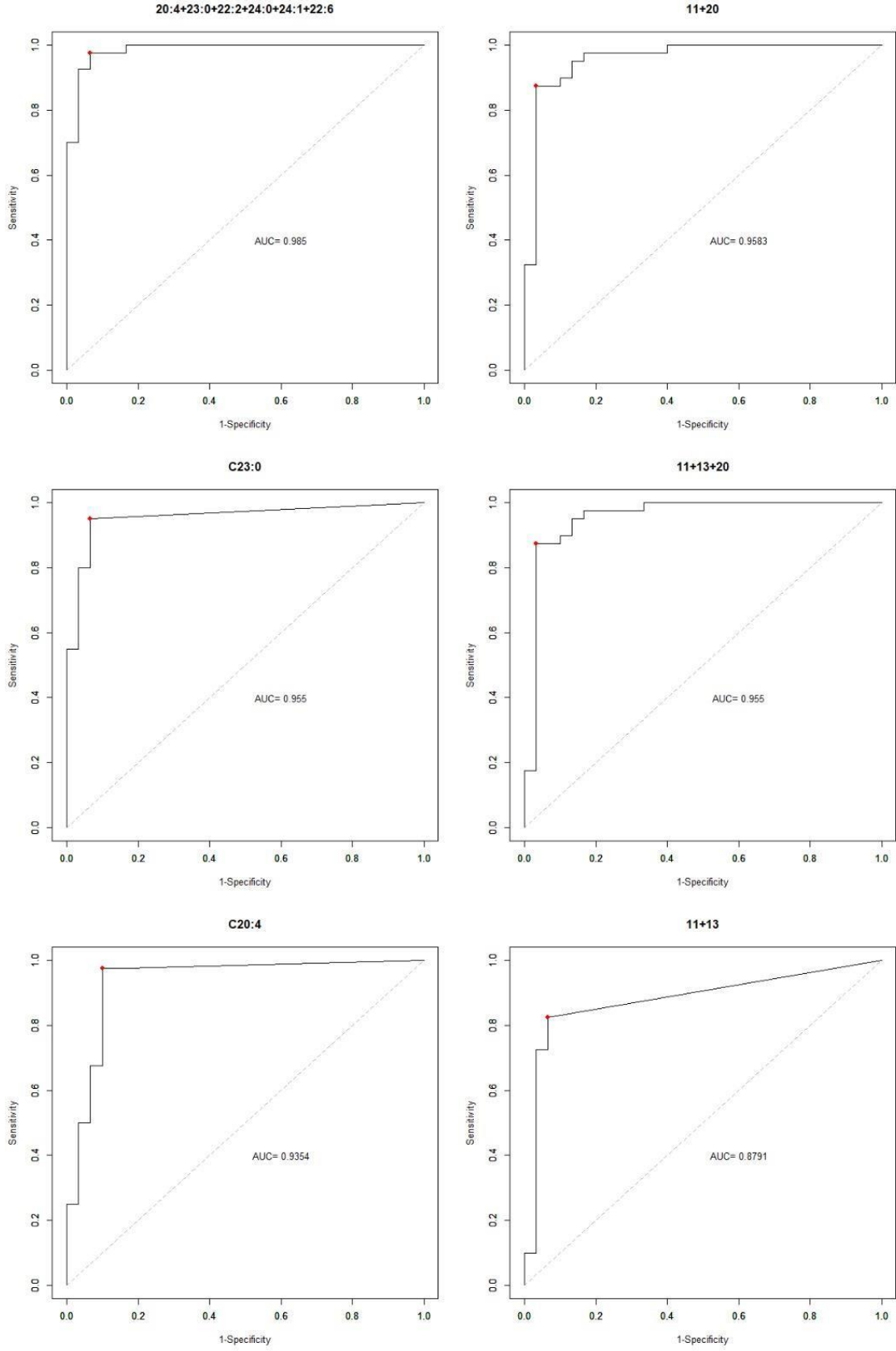
Şekil 4.17. Eritrosit membranı C11:0+C20:0 toplamının ROC eğrisi, C11:0+C13:0+C20:0, C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6, C24:0, C23:0 ve C16:0'a ait ROC eğrileri

Çizelge 4.25. Plazma yağ asitlerimizin ROC analizi ve Youden indeksi sonuçları

	Cut-off (kesme) değeri	AUC (Eğri altındaki alan)	%95 CI	Duyarlılık (Sensitivity)	Özgüllük (Specificity)
C20:4+C23:0+C22:2+	3.138	0.985	0.958 - 1.000	0.975	0.933
C24:0+C24:1+C22:6					
C11:0+C20:0	1.332	0.958	0.912 - 1.000	0.875	0.967
C23:0	0.271	0.955	0.907 - 1.000	0.950	0.933
C11:0+C13:0+C20:0	1.365	0.955	0.907 - 1.000	0.875	0.967
C20:4	0.234	0.935	0.877 - 0.993	0.975	0.900
C11:0+C13:0	0.052	0.879	0.799 - 0.959	0.825	0.933
C16:0	32.900	0.877	0.796 - 0.957	0.850	0.800
C11:0	0.158	0.871	0.788 - 0.953	0.800	0.933
C20:2	0.167	0.868	0.785 - 0.952	0.900	0.867
C24:0	1.333	0.868	0.784 - 0.951	0.850	0.800
C22:6	0.646	0.843	0.752 - 0.934	0.800	0.833
C22:2	0.067	0.837	0.744 - 0.929	0.800	0.833
C20:5	0.016	0.818	0.720 - 0.915	0.750	0.900
C13:0+C20:0	0.773	0.814	0.715 - 0.913	0.725	0.833
C24:1	0.574	0.813	0.713 - 0.912	0.900	0.700
C20:0	0.773	0.807	0.706 - 0.907	0.725	0.833
C18:2 cis	19.642	0.799	0.697 - 0.902	0.800	0.733
C16:0+C18:0	45.900	0.788	0.683 - 0.893	0.750	0.733
C21:0	0.129	0.773	0.664 - 0.881	0.750	0.867
FT4	0.810	0.758	0.646 - 0.869	0.658	0.759
AI	1.003	0.752	0.639 - 0.864	0.700	0.767
C20:3ω3	1.081	0.748	0.634 - 0.861	0.675	0.733
C20:1	0.193	0.735	0.619 - 0.851	0.775	0.700
C22:0+C20:3ω6	1.128	0.718	0.600 - 0.837	0.725	0.700
Trans/Cis	0.138	0.706	0.586 - 0.827	0.725	0.767
TSH	1.650	0.700	0.578 - 0.821	0.750	0.633
ω-3/ω-6	0.098	0.693	0.570 - 0.815	0.775	0.533
ω-6/ω-3	10.169	0.693	0.570 - 0.815	0.775	0.533
C13:0	0.004	0.691	0.569 - 0.814	0.425	0.967
C14:0	1.392	0.688	0.565 - 0.812	0.575	0.767
C16:1	1.615	0.679	0.555 - 0.804	0.575	0.700
İnsülin	10.685	0.667	0.541 - 0.793	0.625	0.833
C12:0	0.430	0.657	0.529 - 0.784	0.725	0.633
C10:0	0.136	0.655	0.527 - 0.783	0.600	0.800
Trigliserit	100.000	0.634	0.504 - 0.764	0.725	0.600

AUC alt sınır değeri 0.5'ten büyük olanlar istatistiki olarak anlamlı ($p < 0.05$) kabul edilmiş ve veriler AUC değerleri en yüksekten en düşüğe doğru sıralanmıştır.

ROC analizi sonuçlarımıza göre plazmada C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6, C11:0+C20:0, C11:0+C13:0+C20:0 ve C11:0+C13:0 toplamları ile C23:0 ve C20:4'nin (AUC değerleri sırasıyla; 0.985, 0.958, 0.955, 0.879, 0.955 ve 0.935) obeziteyi yüksek öngörme gücüne sahip oldukları (>%82) tespit edildi (Çizelge 4.25, Şekil 4.18).



Şekil 4.18. Plazma C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6, C11:0+C20:0, C23:0, C11:0+C13:0+C20:0, C24:0 ve C11:0+13:0'a ait ROC eğrileri

ROC analizimizin yanı sıra; çalışmamıza dahil ettiğimiz 40 hasta ve 30 kontrol grubu örneklerimizin eritrosit membranı ve plazma yağ asidi % oranları (Ek-5 ve Ek-6) Microsoft Excel programında tablo haline getirilerek, hasta ve kontrol grubunu birbirinden olabildiğince ayırmak amacıyla filtreleme işlemine tabi tutuldu. Çizelge 4.26'da, eritrosit membranı ve plazma yağ asidi % oranlarına uygulanan filtre değerleri ve sıraları gösterilmiştir. (Çizelge 4.26).

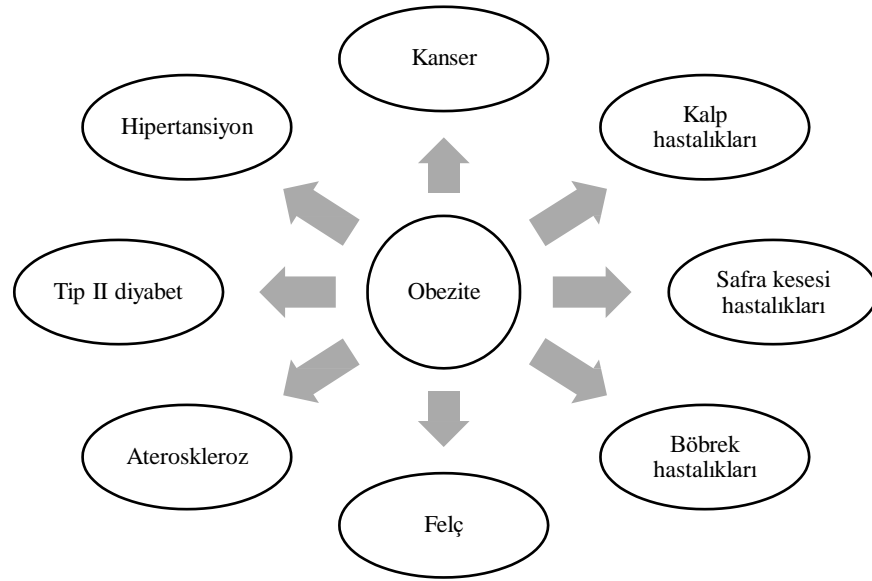
Çizelge 4.26. Hasta ve kontrol grubumuzun homojen ayrılmasında kullandığımız yağ asidi % oranları

İşlem sırası	1	2	3	4
Yağ asidi % oranı	C16:0	C18:3ω6	C24:0	C24:1
Eritrosit Membranı	< 38	< 2.8	> 1.7	> 0.8
İşlem sırası	1	2	3	
Yağ asidi % oranı	%C16:0	%C18:2 cis	%C20:4	
Plazma	< 38	< 25.4	> 0.3	

Çizelge 4.26'dan da görüleceği üzere: eritrosit membranında C16:0 38'den, C18:3ω6 2.8'den küçük, C24:0 1.7'den, C24:1 ise 0.8'den büyük olduğunda; plazmada C16:0 38'den, C18:2 cis 25.4'ten küçük, C20:4 ise 0.3'ten büyük olduğunda kontrol grubumuzun tamamı elimine edilmiş olup çalışmamıza dahil ettiğimiz 40 hastadan 39'unun homojen bir şekilde ayrıldığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, plazmada sadece sırasıyla C18:2 cis ve C20:4 filtreleri uygulandığında da aynı sonuçlara ulaşılmıştır.

4.2. Tartışma

Obezite: tüm dünyada önemli bir halk sağlığı sorunu olup çok faktörlü bir sağlık problemidir. DSÖ tarafından Haziran, 2021'de yayımlanan bir raporda, obezitenin 1975 yılından bugüne üç katına çıktığı, 2016 yılında dünya genelinde 18 yaş ve üzeri 1.9 milyar bireyin (%39) aşırı kilolu ve bunların da 650 milyonunun (%13) obez olduğu, 5-19 yaş arasındaki obez çocuk ve adölesanların sayısının 340 milyona, 2020 yılında ise 5 yaş ve altı obez çocukların sayısının 39 milyona ulaştığı belirtilmiştir (Dünya Sağlık Örgütü, 2021). Obeziteye bağlı morbiditeden sorumlu başlıca sağlık sorunları arasında; kardiyovasküler hastalıklar (Margolis vd., 2022), T2DM, alkolik olmayan karaciğer hastalığı ve kanser öne çıkmaktadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48. Obezitenin neden olduğu hastalıklar (Yöntem, 2018)

Obezitenin nedenleri arasında genetik, metabolik, davranışsal ve çevresel faktörler gibi farklı unsurlar yer almaktadır. Obezite prevalansındaki artış göz önüne alındığında; yeme-içme ve egzersiz alışkanlıklarında meydana gelen değişimler, çevresel ve davranışsal faktörlerin en önemli unsurlar olduğunu ortaya çıkarmaktadır. Gelişmekte olan ve gelişmiş ülkelerdeki toplumların, Batı diyeti olarak adlandırılan ve yüksek enerjili gıda alımı temelli bir beslenme düzenine geçtiği, bu diyet tarzı ile tüketilen yüksek miktarda yağ ve karbonhidratın (özellikle şeker) obezite gelişimine katkıda bulunduğu ifade edilmektedir (Amuna & Zotor, 2008; Rogero & Calder, 2018; Vandevijvere vd., 2015).

Lipidlerin hücrel faaliyetlerde sinyalleşme, membran yapısının korunması, miyelin kılıf oluşumu, sinir iletimi ve protein etkileşimleri gibi pek çok alanda önemli görevlere sahip oldukları bilinmektedir. Lipidomik, plazma ve serum gibi biyolojik sıvılardaki lipid ve lipid türevlerinin analizi olarak tanımlanmaktadır (Khan, 2016). Lipidomik analizler; kardiyovasküler hastalıklar, diyabet, metabolik sendrom, nörolojik bozukluklar ve kanser gibi çeşitli hastalıklarda kullanılmaktadır (K. Yang & Han, 2016).

Lipidlerin verimli bir protokol ile ekstrakte edilerek analiz edilmesi büyük önem taşımaktadır. Klasik bir metot olan Folch metodu (Folch vd., 1957), pek çok biyolojik

örnekten (kan, gözyaşı, idrar, tükürük, beyin, omurilik sıvısı, insan sütü, bronkoalveolar lavaj sıvısı, sperm gibi) lipidlerin ekstraksiyonu için kullanılmaktadır (Wong vd., 2019). Ayrıca, literatürde Alshehry, Blau, Lillington ve Matyash gibi araştırmacılar tarafından geliştirilen metotlar da bulunmaktadır (Alshehry vd., 2015; Blau vd., 2008; Lillington vd., 1981; Matyash vd., 2008). Biz çalışmamızda Blau ve arkadaşlarının metodunu kullanarak ekstraksiyon işlemini gerçekleştirdik. Bu ekstraksiyon metodu ise yukarıda bahsedilen çalışmalarda kullanılan metotlara benzerlik göstermesine rağmen; az sayıda kimyasal gerektirmesi, ekstraksiyonun kısa sürede tamamlanması, buna bağlı olarak hata payının daha düşük olması gibi çeşitli yönlerden avantaj sağlamaktadır. Bizim kullandığımız ekstraksiyon metodu başka araştırmacılar tarafından da tercih edilmiştir (Gunes vd., 2014, 2018; Sertoglu vd., 2014; Ulubay vd., 2017).

İnternal standart kullanımı (iç standart), kromatografik analizlerde bilinen bir bileşiğin belirli miktarda eklenerek tayinin verimliliğini artıran bir tekniktir. Analiz esnasında meydana gelebilecek bir kayıp iç standardı da aynı şekilde etkileyeceğinden, analitik ölçümde hataların azaltılması amaçlanmaktadır. İdeal bir internal standart; kromatogramda belirgin bir şekilde ayrılmalı, pik alanı ya da intensitesi tayin edilecek maddenin pikine yakın, analiz edilen madde ile benzer özellikte ve kimyasal olarak stabil olmalıdır (Hışıl, 1985). Bu durumda, yağ asitlerinin kromatografik analizi gerçekleştirilirken yine başka bir yağ asidinin internal standart olarak kullanılması söz konusu olacaktır. Yapmış olduğumuz literatür taramasında; bizim çalışmamıza benzer şekilde heptadekanoik asit kullanan araştırmacılar olduğu gibi (L. Huang vd., 2021; Ristić-Medić vd., 2022), pentadesenoik (Koga vd., 1995), heneikosanoik (Karlsson vd., 2006; Olsen vd., 2018) ve trikosanoik asidin (Shantha & Ackman, 1990) de iç standart olarak kullanıldığı çalışmalar mevcuttur. Buna ek olarak, biz çalışmamızda Supelco 37 Component FAME Mix'i ise dış standart olarak kullandık.

Yağ asidi analizinde sonuçlar konsantrasyon ya da % oran cinsinden elde edilebilmektedir. Dış standart olarak kullanılan FAME Mix'te her bir yağ asidinin konsantrasyonu bilinmektedir. Kromatografi cihazı FAME Mix ile kalibre edilirken oluşturulan kalibrasyon eğrisi, hem konsantrasyon (ppm) hem de % oran verilerini almaya imkan sağlamaktadır. Ancak, kan örneklerinden yağ asidi analizi gerçekleştirildiğinde konsantrasyon ya da % oran bazlı sonuçlardan hangisinin değerlendirilmeye alınması gerektiği tartışmalıdır. Bazı araştırmacılar; konsantrasyon

bazlı sonuçların beslenme, metabolik ve terapötik açılardan daha kolay yorumlanabilir olduğunu belirtirken (Schwertner & Mosser, 1993), bazıları ise % oranın yağ asidi verilerini ifade etmede daha iyi bir yol olduğunu iddia etmişlerdir (Ma vd., 1993). Biz çalışmamızda; eritrosit membranı ve plazma yağ asidi kompozisyonlarını daha tutarlı ifade edebilmek amacıyla bütün istatistiki analizlerimizde % oran verilerini kullandık.

Yüksek LDL-C ve düşük HDL-C düzeylerinin koroner kalp rahatsızlıklarında önemli rol oynadığı bilinmektedir. Hasta grubumuzun; serum total kolesterol, LDL-C ve trigliserit düzeyleri kontrol grubumuza göre yüksek, HDL-C düzeyleri ise düşük bulunmuş ancak istatistiki olarak bir anlamlılık tespit edilememiştir. Bazı araştırmacılar bizim bulgularımıza benzer şekilde istatistiki olarak anlamlılık bulamadıklarını belirtirken (Szczygielska vd., 2003), bazıları ise istatistiki açıdan anlamlı bir farklılık bulduklarını ifade etmişlerdir (Bhatti vd., 2001; Yöntem vd., 2021; Zoair vd., 2013).

Yapmış olduğumuz literatür taramasında obezitenin; tiroid fonksiyonları üzerine etkili olup, glukoz ve lipid metabolizmasının yanı sıra bazal metabolizma ve termojenezde aktif rol oynayıp vücut kompozisyonu arasında bir ilişkinin bulunduğu belirtilmektedir (Knudsen vd., 2005; Longhi & Radetti, 2013). Başka bir çalışmada ise tiroid disfonksiyonunun; lipid sentezi ile yıkımını etkilemesinin yanı sıra lipid metabolizmasında yer alan çeşitli enzimlerin fonksiyonunu da etkilediği iddia edilmektedir (Dong vd., 2023). Bizim çalışmamızda, hasta grubumuzda kontrol grubuna göre FT₄ düzeylerini düşük, TSH düzeylerini ise yüksek bulunup istatistiki olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bizim bulgularımızın literatür ile uyum içerisinde olduğu görülürken (Knudsen vd., 2005; Tagliaferri vd., 2001) bazı araştırmacılar ise obezitenin hipotiroidizm için risk faktörü olabileceğini iddia etmişlerdir (Reinehr, 2010).

İnsülin; pankreastaki Langerhans adacıklarından salgılanan, glukozun kandan iskelet kası, karaciğer ve dolaylı olarak adipöz dokuya geçişini uyararak, karbonhidrat, lipid ve protein metabolizmasını kontrol eden bir hormondur (Wondmkun, 2020). Obezitenin insülin sekresyonu ve klirensini etkilemesi sonucunda, metabolik sendrom ve T2DM gibi bozukluklar ortaya çıkabilmektedir (van Vliet vd., 2020; Wondmkun, 2020). Bizim çalışmamızda, hasta grubumuzun insülin düzeyleri kontrol grubuna göre istatistiki olarak yüksek bulunmuştur. Obezitenin artmış insülin sekresyonu ile karakterize olduğu belirtilmiş olup, bulgularımızın literatür ile uyum içerisinde olduğu

görülmektedir (Fryk vd., 2021; van Vliet vd., 2020; Wondmkun, 2020). Bazı araştırmacılar ise hiperinsülinemi ile obezite kaynaklı yüksek plazma serbest yağ asidi konsantrasyonları arasında bir ilişkinin bulunduğunu belirtmektedir (Fryk vd., 2021). C peptid; proinsülin molekülünde insülinin A zincirini B zincirine bağlayan bir polipeptit olup, kan düzeyi bireyin ne kadar insülin sentezlediğini gösteren bir parametre olarak metabolik hastalıkların teşhisinde kullanılabilir. Çalışmamıza dahil ettiğimiz deneklerimize ait örneklerin analizi sonucunda hasta grubumuzun C peptid düzeyleri kontrol grubuna göre yüksek bulunmasına rağmen istatistiki olarak bir anlamlılık tespit edilememiştir. Bizim bulgularımızın, Fryk ve arkadaşları tarafından gerçekleştirilen ve obez bireylerde C peptid düzeylerinin yüksek bulunduğu çalışmanın sonuçları ile uyum içerisinde olduğu görülmektedir (Fryk vd., 2021).

Literatürde; palmitik (C16:0), stearik (C18:0), oleik (C18:1 cis), linoleik (C18:2 cis) ve araşidonik (C20:4) asidin eritrosit membranındaki en yaygın yağ asitleri olduğu ifade edilmektedir (de Oliveira & Saldanha, 2010). Çalışmamıza dahil ettiğimiz obez bireylerin eritrosit membranlarında palmitik asit % oranı düşük, araşidonik asit % oranı ise istatistiki olarak önemli ölçüde yüksek bulunurken ($p < 0.001$), stearik, oleik ve linoleik asit % oranlarında ise anlamlı bir farklılık tespit edilememiştir. Ayrıca, pek çok yağ asidinin de hasta grubumuzda kontrol grubuna göre anlamlı düzeyde farklı olduğu tespit edilmiştir.

Hasta grubumuzun eritrosit membranı; kaprilik (C8:0), undekanoik (C11:0), tridekanoik (C13:0), linoleilaidik (C18:2 tr), araşidik (C20:0), γ -linolenik (C18:3 ω 6), eikosenoik (C20:1), heneikosanoik (C21:0), eikosadienoik (C20:2), araşidonik (C20:4), trikosanoik (C23:0), dokosadienoik (C22:2), eikosapentaenoik (C20:5), lignoserik (C24:0), nervonik (C24:1) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asit % oranları kontrol grubumuza göre yüksek bulunurken, laurik (C12:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0), behenik+dihomo- γ -linolenik (C22:0+C20:3 ω 6) ve eikosatrienoik (C20:3 ω 3) asit % oranları ise düşük bulunmuş, diğer yağ asidi parametrelerimizde ise istatistiki açıdan bir anlamlılık tespit edilememiştir.

Hasta grubumuzun eritrosit membranı araşidonik (C20:4), dokosadienoik (C22:2), eikosapentaenoik (C20:5), lignoserik (C24:0) ve nervonik (C24:1) asit % oranları kontrol grubumuza göre yüksek ve istatistiki açıdan anlamlı bulunmuştur ($p < 0.001$). Bizim bulgularımız bazı araştırmacıların bulguları ile uyumlu olduğu

görülürken (Matsumori vd., 2013) bazı araştırmacılar ise her iki grup arasında istatistiki olarak bir anlamlılık tespit edemediklerini (Burrows vd., 2011; Serafim vd., 2019) iddia etmişlerdir. Yine; bazı araştırmacılar ise bizim bulgularımızın tersine hasta grubunda istatistiki olarak düşük sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir. Ancak, bu farklılığın ilgili çalışmalara dahil edilen bireylerin yaş aralığı ya da beslenme profili gibi etmenlerden kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır (Cazzola vd., 2011; Gunes vd., 2014; Mustafa vd., 2017).

Miristik (C14:0) asit % oranı hasta grubumuzda düşük ve istatistiki olarak anlamlı bulunurken ($p < 0.001$), palmitoleik (C16:1) asit % oranı ise benzer şekilde düşük bulunmuş ancak istatistiki açıdan bir anlamlılık tespit edilememiştir. Obez adölesanlar üzerinde gerçekleştirilen bir çalışmanın sonuçlarının bizim bulgularımız ile uyum göstermediği, bunun sebebinin ise ilgili çalışmanın yaş ortalaması 12.36 ± 2.09 olan bireyler ile gerçekleştirilmesinden kaynaklandığı kanaatine varılmıştır (Gunes vd., 2014). Yapmış olduğumuz korelasyon analizine göre, hasta grubunda miristik asidin aterojenite indeksi ile pozitif, palmitoleik asidin ise trombojenite indeksi ile negatif korelasyon gösterdiği görülürken, kontrol grubumuzda ise ilgili parametrelerde herhangi bir anlamlılık tespit edilememiştir.

Hasta grubumuzun; kaprilik (C8:0), undekanoik (C11:0), tridekanoik (C13:0), linolelaidik (C18:2 tr), araşidik (C20:0), γ -linolenik (C18:3 ω 6), eikosenoik (C20:1), heneikosanoik (C21:0), eikosadienoik (C20:2), trikosanoik (C23:0) ve dokosaheksanoik (C22:6) asit % oranları yüksek bulunurken, laurik (C12:0), palmitik (C16:0), behenik+dihomo- γ -linolenik (C22:0+C20:3 ω 6) ve eikosatrienoik (C20:3 ω 3) asit % oranları ise düşük bulunmuş olup, yapmış olduğumuz literatür taraması sonucunda obez bireylerde bu yağ asitlerinin eritrosit membranı düzeyleri hakkında bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Kan dokusunun şekilsiz elemanı olarak adlandırılan ve hacimce %55'lik kısmını oluşturan plazmanın yapısında; inorganik maddeler, vitaminler, immüoglobülinler, albümin, fibrinojen, enzimler, hormonlar, sindirim sisteminden emilerek kana geçen aminoasitler, monosakkaritler ve yağ asitleri bulunur (Eşrefoğlu, 2016). Vücuttaki yağ asitleri, kaynağına göre endojen ve eksojen olmak üzere iki kısma ayrılır. Endojen yağ asitleri metabolik faaliyetler sonucu organizmada üretilirken, eksojen yağ asitleri ise beslenme yoluyla vücuda dışarıdan alınır. Diyetle alınan lipidlerin sindirimi ile yağ

asitleri, serbest kolesterol, 2 monoasilgliserol ve lizofosfolgliseritler meydana gelir. 4-12 C'lu yağ asitleri bağırsaktan emilerek portal ven aracılığıyla karaciğere taşınırken, daha uzun zincirli yağ asitleri ise şilomikronlar halinde paketlenerek eksositoz ile bağırsak mukozasından lenfatik sisteme, ductus thoracicus aracılığıyla karaciğere ve oradan da kan dolaşımına katılırlar. Şilomikronların yapısında; %89 trigliserit, %8 fosfolipid, %1 protein ve %2 kolesterol bulunduğu belirtilmiştir (Yöntem & Ünalı, 2018).

İnsan vücudunda depo edilen yağın kompozisyonunu %6 stearik, %25 palmitik, %45 oleik, %7 palmitoleik, %8 linoleik ve linolenik asitlerin oluşturduğu, kalan %2'lik kısımda ise 18 C'dan uzun zincirli yağ asitlerinin bulunduğu belirtilmiştir (Yöntem & Ünalı, 2018). Ayrıca, sağlıklı bireylerden gece boyu açlığı takiben alınan kan örnekleri incelenmiş ve dolaşımdaki tüm yağ asitlerinin yaklaşık %78'lik kısmının oleik, palmitik ve stearik asitlerden meydana geldiği ifade edilmiştir (Quehenberger vd., 2010).

Çalışmamızdan elde ettiğimiz bulgular değerlendirildiğinde, hasta grubumuzun plazma stearik (C18:0) asit düzeyleri düşük bulunmuş ancak istatistiki açıdan bir anlamlılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Gerçekleştirilen çalışmalarda obez bireylerde stearik asit düzeylerinin yüksek bulunduğu belirtilmiş olup, bulgularımızın literatür ile uyum içerisinde olmadığı görülmektedir (Boden, 2008; Kang vd., 2017; Khamlaoui vd., 2020). Yine hasta grubumuzun plazma oleik asit (C18:1 cis) % oranları kontrol grubuna göre yüksek ancak istatistiki olarak anlamsız bulunmuştur. Ancak; pek çok araştırmacı oleik asit düzeylerini hasta grubunda yüksek ve istatistiki olarak anlamlı bulduklarını belirtmişlerdir (Aristizabal vd., 2016; Fernández-Real vd., 2003; Gil-Campos vd., 2008; Kawashima vd., 2009; Sabin vd., 2007). Palmitik asit düzeylerinin ise hasta grubumuzda düşük ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu tespit edilirken, bizim bu bulgularımızın bazı araştırmacıların sonuçları ile uyum içerisinde olmadığı görülmüştür. Bunun nedeninin; bazı araştırmacıların çalışmalarını çocuklar üzerinde (yaş aralığı 9-11), bazılarının ise yetişkin obez bireyler olmasına rağmen T2DM ya da metabolik sendrom gibi hastalarda gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır (Gil-Campos vd., 2008; Kawashima vd., 2009; Rodríguez vd., 2004a; Sabin vd., 2007).

Analizlerimiz sonucunda; hasta grubumuzun plazma kaprilik (C8:0), kaprik (C10:0), undekanoik (C11:0), tridekanoik (C13:0), palmitoleik (C16:1), araşidik (C20:0), eikosanoik (C20:1), heneikosanoik (C21:0), eikosadienoik (C22:2), araşidonik

(C20:4), trikosanoik (C23:0), dokosadienoik (C22:2), eikosapentaenoik (C20:5), lignoserik (C24:0), nervonik (C24:1) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asit % oranları yüksek bulunurken; plazma laurik (C12:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0), linoleik (C18:2 cis) ve eikosatrienoik (C20:3 ω 3) asit % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı olduğu, diğer yağ asidi parametrelerimiz arasında ise istatistiki açıdan bir anlamlılık tespit edilemediği görülmüştür.

Çalışmamızda; undekanoik (C11:0), tridekanoik (C13:0), araşidik (C20:0), eikosenoik (C20:1), heneikosanoik (C21:0), eikosadienoik (C20:2), araşidonik (C20:4), trikosanoik (C23:0), dokosadienoik (C22:2), eikosapentaenoik (C20:5), lignoserik (C24:0), nervonik (C24:1) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asit düzeyleri yüksek bulunmuştur. Yapmış olduğumuz literatür taraması sonucunda; bulgularımızın birçok çalışma ile uyum içinde olduğu görülürken (Castillo vd., 2020; Choi vd., 2020; Hanamatsu vd., 2014; Haus vd., 2009; Kang vd., 2017; Karlsson vd., 2006; Kawashima vd., 2009; Khamlaoui vd., 2020; Rodríguez vd., 2004a; Y. Wang vd., 2016; Yerlikaya vd., 2011), bazı araştırmacılar istatistiki olarak bir anlamlılık tespit edemediklerini (Klein-Platat vd., 2005; Rodriguez-Perez vd., 2017; Yerlikaya vd., 2011), bazıları ise bizim bulgularımızın tersine düşük sonuçlar elde ettiklerini belirtmişlerdir (Fernández-Real vd., 2003; Klein-Platat vd., 2005; Micallef vd., 2009; Papamichael vd., 2021; Pickens vd., 2015; Yerlikaya vd., 2011). Bu farklılığın nedeninin; çalışmalara dahil edilen bireylerin yaş, hastalık ve beslenme profili gibi faktörlerden kaynaklanabileceği kanaatine varılmıştır. Ancak; bizim konumuzla pek ilişkili olmayan ve prostat kanserli hastalarda yapılan bir çalışmada, eikosenoik (C20:1) asit düzeylerinin bizim bulgularımızla uyum içerisinde olduğu görülmüştür (Perez-Cornago vd., 2020).

Hasta grubumuzda; kaprik (C10:0) ve palmitoleik (C16:1) asit % oranları yüksek bulunup, bizim bulgularımızın birçok çalışmanın sonuçları ile uyum içerisinde olduğu (Burrows vd., 2011; Decsi vd., 2000; Gong vd., 2011; Hua vd., 2021; Jauregibeitia vd., 2020; Kaikkonen vd., 2021; Kawashima vd., 2009; Okada vd., 2005; Ramos vd., 2020) görülürken, bazı çalışmalarda ise istatistiki açıdan bir farklılık tespit edilemediği belirtilmiştir (Fernández-Real vd., 2003; Karlsson vd., 2006; J. Y. Kim vd., 2010; Yerlikaya, 2010). Ayrıca; kanserli hastalarda orta zincirli yağ asidi düzeylerinin incelendiği bir çalışmada, kaprik asit düzeylerinin bizim bulgularımıza benzer şekilde yüksek bulunduğu iddia edilmektedir (Roopashree vd., 2022).

Kaprilik asit (C8:0) düzeyleri de kontrol grubumuza göre yüksek bulunmuş olup, yapmış olduğumuz literatür taraması sonucunda bu yağ asitlerinin obez bireylerdeki düzeyleri hakkında bir çalışmaya rastlanılmamıştır.

Çalışmamızda; laurik (C12:0), miristik (C14:0), palmitik (C16:0), linoleik (C18:2 cis) ve eikosatrienoik (C20:3 ω 3) asit % oranları ise düşük ve istatistiki açıdan anlamlı bulunmuş, ancak bizim bulgularımız ile bazı araştırmacıların sonuçlarının uyumlu olmadığı tespit edilmiştir (Fernández-Real vd., 2003; Gil-Campos vd., 2008; Hua vd., 2021; Kang vd., 2017; Khamlaoui vd., 2020; Rodríguez vd., 2004b; Sabin vd., 2007; Tsurutani vd., 2018; Yerlikaya, 2010). Bu farklılıkların; ilgili çalışmaların çocukluk, ergenlik, T2DM ve metabolik sendrom gibi hastalıklara sahip bireyler üzerinde gerçekleştirilmiş olmasından kaynaklanabileceği kanaatine varıldı.

Yağ asitlerinin birbirlerine oranlarının, başta kardiyovasküler bozukluklar olmak üzere birçok hastalık hakkında bilgi vermesi açısından önemli olduğu, oleik asit/stearik asit oranının ise insülin direncinin tahmininde potansiyel bir biyomarkör olarak kullanılabileceği iddia edilmektedir (Moriyama vd., 2021). Çalışmamıza dahil ettiğimiz deneklerimizin eritrosit membranı ve plazma oleik asit/stearik asit oranları istatistiki olarak değerlendirilmiş, ancak bir anlamlılık tespit edilememiştir ($p>0.05$). Yapmış olduğumuz literatür taramasında; bir çalışmada UFA/SFA ve $\sum\omega-6/\sum\omega-3$ oranlarının kontrol grubuna göre düşük bulunduğu belirtilmiştir (Diaf vd., 2015). Bizim plazma yağ asidi bulgularımızın bu sonuçlar ile uyum içerisinde olduğu, aynı zamanda $\sum\omega-6/\sum\omega-3$ oranının iki grup arasında istatistiki olarak anlamlı düzeyde farklı bulunduğu tespit edilmiştir. Ancak; eritrosit membranında hasta grubumuzun değerleri kontrol grubumuza göre yüksek ve istatistiki açıdan anlamsız bulunmuş olup, literatürde bu konu hakkında herhangi bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bazı araştırmacılar ateroskleroz indeksi ile obezite arasında pozitif korelasyon olduğunu iddia etmişlerdir (Suara vd., 2020). Bizim yapmış olduğumuz çalışmada ise ateroskleroz indeksi değerlerimizin ROC analizi sonuçları ile bu çalışmanın sonuçlarının uyum içerisinde olduğu görülmektedir.

Yapmış olduğumuz literatür taramasında, pentadekanoik asidin (C15:0) T2DM, kardiyovasküler hastalık ve kronik inflamasyon gibi pek çok hastalığın gelişme riskini azalttığı (Abdoul-Aziz vd., 2021; Dąbrowski & Konopka, 2022; L. Huang vd., 2019; Imamura vd., 2018; Trieu vd., 2021) ve kilo kontrolünde yardımcı olabileceği (H. Wang

vd., 2011) iddia edilmektedir. Ancak; bizim çalışmamızda hasta grubumuzda pentadekanoik asit % oranlarında istatistiki bir anlamlılık tespit edilememiştir.

Hasta grubumuzda palmitoleik (C16:1) asit düzeylerimiz yüksek bulunmuş ancak aradaki farklılığın istatistiki açıdan anlamlı olmadığı tespit edilmiştir ($p>0.05$). Yapmış olduğumuz literatür taramasında palmitoleik asit düzeylerinin; obezite, T2DM, metabolik sendrom, non-alkolik yağlı karaciğer hastalığı ve kardiyovasküler hastalıklar gibi bozukluklarda sağlıklı bireylere oranla daha fazla tespit edildiği iddia edilmektedir (Bodur & Uçar, 2020). Bizim çalışmamızda; palmitoleik asit % oranları ile trombojenisite indeksi arasında negatif korelasyon tespit edilmiş olup, bulgularımız Luan ve arkadaşlarının sonuçları ile uyum içerisindedir (Luan vd., 2018).

PCA analizi sonucu oluşturduğumuz modellerimizde demografik ve biyokimyasal parametrelerden VKİ, LDL-C, HDL-C ve total kolesterol düzeylerinin öne çıkan parametreler olduğu görülmektedir (Ek-2). Deneklerimize ait VKİ değerlerinin, hem PCA modellerimizde hem de istatistiki açıdan ($p<0.001$) önemli bulunması, gruplarımız arasında VKİ bakımından anlamlı bir farklılık olduğunu göstermektedir. LDL-C, HDL-C ve total kolesterol düzeylerimizde ise bir anlamlılık tespit edilememiş (sırasıyla $p=0.603$, $p=0.081$ ve $p=0.378$) olsa bile, demografik gruplarımıza ait PCA modellerimizin hemen hepsinde öne çıktıkları görülmektedir.

Palmitik asit (C16:0); organizmada en fazla miktarda bulunan yağ asidi olup (Carta vd., 2017), hem eritrosit membranı hem de plazma verilerimizden oluşturduğumuz modellerde, araşidonik (C20:4) ve lignoserik (C24:0) asitler de birçok grubumuza ait modellerde öne çıkan yağ asitleri oldukları tespit edilmiştir (Çizelge 4.19).

ROC analizi, özellikle tıp alanında bir tanının konulabilmesi için gerekli olan kesme değerinin hesaplanmasında kullanılmaktadır. Cut-off (kesme) değeri, testteki pozitif ve negatif olguların birbirinden ayrılması sonucunda hasta ve sağlıklı bireyler arasında uygun bir sınır değeri sunması açısından önemlidir (Pekgör & Karakoca, 2024). Gerçekleştirdiğimiz ROC analizi sonucunda elde edilen cut-off ve AUC değerleri ile ROC eğrileri değerlendirildiğinde; C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamının hem eritrosit membranı hem de plazmada, hasta ve kontrol gruplarımızı yüksek oranda ayırma gücüne sahip olduğu tespit edilmiştir. Ancak; bu yağ

asitlerinin tamamı uzun zincirli oldukları için kromatografik olarak tespit edilmeleri her zaman mümkün olamamaktadır. Bu durumda; daha yüksek oranda tespit ettiğimiz yağ asitlerinin de kullanıldığı ve Excel’de gerçekleştirilen filtreleme işleminin de obezitenin tanımlanmasında yardımcı olabileceği kanaatine varılmıştır.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Çalışmamız; belirli bir bölgede yaşayan, benzer beslenme profiline sahip 40 hasta ve 30 kontrol olmak üzere 70 gönüllünün katılımı ile gerçekleştirilmiştir. Temel istatistiki analiz ve PCA sonuçlarımız birlikte değerlendirildiğinde (Çizelge 4.20); palmitik (C16:0), araşidonik (C20:4) ve lignoserik (C24:0) asidin hem eritrosit membranında hem de plazmada, nervonik (C24:1) asidin ise eritrosit membranında oldukça önemli buldukları görüldü. Bu yağ asitlerinin obezite için önemli karakteristik özellikte olabileceği ve obezite ile ilişkili hastalıkların tanısında da yardımcı olarak değerlendirilebileceği düşünüldü.

Yağ asitlerinin hasta ve kontrol grubu arasında % oran olarak değişimi incelendiğinde, eritrosit membranı ve plazma palmitik (C16:0) asit değerlerinin hasta grubumuzda daha düşük olduğu görülmektedir. Organizmada en fazla miktarda bulunan yağ asitlerinden biri olan palmitik asit % oranının hastalarda daha düşük olmasının nedeninin, obezite ile birlikte dolaşımdaki diğer yağ asidi miktarındaki artış olduğu düşünülmektedir. Aterojenik etkileri göz önüne alındığında, laurik (C12:0) ve miristik (C14:0) asitlerle birlikte palmitik asit düzeyleri obezitenin değerlendirilmesinde önemli bir kriter olarak kabul edilebilir. Ancak, araşidonik (C20:4) ve lignoserik (C24:0) asidin % oran olarak hasta grubunda eritrosit membranında ve plazmada oldukça yüksek bulunduğu ve bu artışın obez bireylerdeki yağ asidi kompozisyonu açısından önemli olduğu kanaatine varılmıştır. Yine Çizelge 4.21'de belirtildiği üzere, analizini gerçekleştirdiğimiz 34 yağ asidinden; eritrosit membranında (C8:0, C11:0, C13:0, C18:2 tr, C20:0, C18:3ω6, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6) ve plazmada (C8:0, C10:0, C11:0, C13:0, C16:1, C20:0, C20:1, C21:0, C20:2, C20:4, C23:0, C22:2, C20:5, C24:0, C24:1 ve C22:6) 16'şar yağ asidinin hasta grubunda yüksek bulunması, obez bireylerde serbest yağ asidi miktarlarının önemli ölçüde arttığına bir göstergesi olarak kabul edilebilir.

Aterojenite indeksi ile yağ asitlerinin korelasyonları değerlendirildiğinde; eritrosit membranında miristik (C14:0), pentadekanoik (C15:0), palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asit ile aterojenite indeksi arasında istatistiki olarak pozitif korelasyon bulunduğu görülmektedir. Bu SFA'ların, fiziksel özellikleri nedeniyle membran

akışkanlığını etkileyerek obeziteye bağlı hastalıklarda önemli rol oynayabilecekleri kanaatine varıldı. Ayrıca, tereyağı tüketiminin biyomarkörü olan pentadekanoik asidin (C15:0) anlamlı bulunması, aşırı tereyağı tüketimi ve obezite arasındaki muhtemel bağlantıyı da ortaya çıkarmaktadır.

Trombojenisite indeksi ile eritrosit membranı palmitoleik (C16:1) ve oleik (C18:1 cis) asit % oranları arasında negatif bir korelasyon tespit edilmiştir. Palmitoleik asit düzeylerinin obez bireylerde sağlıklı kontrollere göre daha yüksek olmakla birlikte, trombojenisite indeksi değerlerimiz ile negatif korelasyon göstermesi, obezite ve kardiyovasküler hastalıklar açısından olumlu etkilerinin olabileceğini düşündürmektedir. Hasta grubumuzun oleik asit % oranı kontrol grubumuza göre eritrosit membranında düşük, plazmada ise yüksek bulunmuş ancak istatistiki açıdan bir anlamlılık tespit edilememiştir. Yine; oleik asit düzeylerinin trombojenisite indeksi ile negatif ilişkili bulunması, Akdeniz diyeti gibi, bu yağ asidinin tüketiminin ön planda olduğu beslenme alışkanlıklarını tercih etmenin faydalı olabileceğini düşündürdü.

Hipokolesterolemik/Hiperkolesterolemik oran değerlerimizin; oleik (C18:1 cis), linoleik (C18:2 cis) ve araşidonik (C20:4) asit % oranları ile pozitif, pentadesenoik (C15:1), palmitik (C16:0), elaidik (C18:1 tr), linolelaidik (C18:2 tr) ve araşidik (C20:0) asit ile negatif bir korelasyon gösterdiği görüldü. Obez bireylerde serum lipid profili göz önüne alındığında; SFA ve trans izomerisindeki yağ asitlerinin olumsuz, MUFA ve PUFA'ların ise tersine hipokolesterolemik etki göstererek olumlu etkilerinin olabileceği kanaatine varıldı.

Çalışmamıza dahil ettiğimiz 40 hasta ve 30 kontrol grubu deneklerimizden elde ettiğimiz verilerin ROC analizi sonuçlarına (cut-off) göre; C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamı eritrosit membranında 8.548'den, plazmada ise 3.138'den yüksek olan bireylerin hasta grubunda yer aldığı görüldü. Excel'de uyguladığımız filtreleme işlemine göre ise eritrosit membranında sırasıyla C16:0 38'den, C18:3ω6 2.8'den küçük, C24:0 1.7'den, C24:1 0.8'den büyük olduğunda; plazmada ise sırasıyla C16:0 38'den, C18:2 cis 25.4'ten küçük, C20:4 0.3'ten büyük olduğunda kontrol grubumuzun tamamının elendiği, hasta grubumuzdaki 40 kişiden 39'unun homojen bir şekilde izole edildiği görüldü. Çalışmamızda kullandığımız aterojenite ve trombojenisite indeksleri ile hipokolesterolemik/hiperkolesterolemik oran gibi formülasyonlar, yağ asidi

kompozisyonunun kardiyovasküler hastalıklar açısından riskini değerlendirmede tercih edilen hesaplamalardır. Ancak; yapmış olduğumuz literatür taramasında, bu indeksler ya da vücut kitle indeksi gibi obezite ve obeziteyle ilişkili hastalıkların tahmininde kullanılabilecek bir yağ asidi indeksine rastlayamadık. Bu nedenle; hem ROC analizinden elde ettiğimiz cut-off değerlerinin hem de Excel üzerinde uyguladığımız sıralı filtreleme işleminin, bir bireye konulacak obezite ya da obezite ile ilişkili hastalıkların tanısında yardımcı biyomarkörler olarak değerlendirilebileceği kanaatine varıldı.

5.2. Öneriler

Çalışmamızdan elde ettiğimiz sonuçlara göre;

- Yağ asidi düzeylerinin bazı hastalıkların tanısında (obezite, kanser, kardiyovasküler hastalıklar) markör olarak kullanılabileceği,
- ROC analizi sonuçlarımıza göre C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamının eritrosit membranında 8.548'den, plazmada ise 3.138'den yüksek bulunmasının; ayrıca Excel'de yaptığımız filtreleme işlemine göre eritrosit membranında C16:0'ın 38'den ve C18:3ω6'nın 2.8'den küçük, C24:0'ın 1.7'den ve C24:1'in ise 0.8'den büyük olmasının, plazmada ise C16:0'ın 38'den, C18:2 cis'in 25.4'ten küçük ve C20:4'ün 0.3'ten büyük olmasının, ilgili bireyin obez olduğunun kesin göstergesi olarak değerlendirilebileceği,
- Obez olmayan bir kişinin yağ asidi kompozisyonu değerlendirildiğinde, C20:4+C23:0+C22:2+C24:0+C24:1+C22:6 toplamının elde ettiğimiz cut-off değerlerinin üstünde olması ya da uyguladığımız filtreleme işlemlerindeki aralıklarda kalması halinde ilgili bireyin obeziteye yatkın olduğunun göstergesi olarak değerlendirilebileceği,
- Obeziteyle artış gösteren bazı yağ asitlerinin aynı zamanda çeşitli kanser türlerinde de artmasının dikkate değer olduğu (C20:1 - prostat kanseri, C10:0 - meme kanseri),

Bunun yanı sıra;

- Çocukluk çağındaki obezitenin yetişkinlik dönemi üzerinde önemli etkileri bulunması nedeniyle; çocuklar, adölesanlar ve yetişkinler hakkında hem birbirinden bağımsız hem de bütünleşik çalışmaların yapılmasının faydalı olacağı,
- Farklı hasta gruplarında yağ asidi düzeylerinin çalışılmasıyla, hastalıkların tanı ve tedavilerinde yararlı olabileceği,
- Beslenme şekli (Akdeniz diyeti, Batı diyeti, besinlerdeki yağ çeşit ve miktarı), alışkanlıklar (alkol, sigara) ve yağ asidi kompozisyonu arasında bir ilişki oluşturabilmek amacıyla, deney hayvanlarında model gruplar oluşturularak farklı bir çalışma yapılmasının yararlı olacağı,
- Daha büyük bir popülasyonda; VKİ, yaş, cinsiyet, beslenme alışkanlıkları, yaşam şekli, genetik faktörler gibi farklılıkların göz önüne alınarak yapılmasının uygun olacağı kanaatine varıldı.

6. KAYNAKLAR

- Abbey, M., ve Nestel, P. J., 1994, Plasma cholesteryl ester transfer protein activity is increased when trans-elaidic acid is substituted for cis-oleic acid in the diet, *Atherosclerosis*, 106(1), 99–107. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9150\(94\)90086-8](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0021-9150(94)90086-8)
- Abbott, K., Burrows, T. L., Acharya, S., Thota, R. N., ve Garg, M. L., 2020, Dietary supplementation with docosahexaenoic acid rich fish oil increases circulating levels of testosterone in overweight and obese men, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 163, 102204. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2020.102204>
- Abdoul-Aziz, S. K., Zhang, Y., ve Wang, J., 2021, Milk Odd and Branched Chain Fatty Acids in Dairy Cows: A Review on Dietary Factors and Its Consequences on Human Health, İçinde *Animals* (C. 11, Sayı 11). <https://doi.org/10.3390/ani11113210>
- Agarwal, S., Arya, D., ve Khan, S., 2018, Comparative fatty acid and trace elemental analysis identified the best raw material of jojoba (*Simmondsia chinensis*) for commercial applications, *Annals of Agricultural Sciences*, 63(1), 37–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aoas.2018.04.003>
- Akkaya, M. R., 2018, Prediction of fatty acid composition of sunflower seeds by near-infrared reflectance spectroscopy., *Journal of Food Science and Technology*, 55(6), 2318–2325. <https://doi.org/10.1007/s13197-018-3150-x>
- Alonso, L., Fontecha, J., Lozada, L., Fraga, M. J., ve Juárez, M., 1999, Fatty Acid Composition of Caprine Milk: Major, Branched-Chain, and Trans Fatty Acids, *Journal of Dairy Science*, 82(5), 878–884. [https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(99\)75306-3](https://doi.org/https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(99)75306-3)
- Alshehry, Z. H., Barlow, C. K., Weir, J. M., Zhou, Y., McConville, M. J., ve Meikle, P. J., 2015, An Efficient Single Phase Method for the Extraction of Plasma Lipids., *Metabolites*, 5(2), 389–403. <https://doi.org/10.3390/metabo5020389>
- Altinoz, M. A., Ozpinar, A., Ozpinar, A., ve Hacker, E., 2020, Erucic acid, a nutritional PPAR δ -ligand may influence Huntington's disease pathogenesis, *Metabolic Brain Disease*, 35(1), 1–9. <https://doi.org/10.1007/s11011-019-00500-6>
- Altinoz, M. A., Ozpinar, A., ve Seyfried, T. N., 2020, Caprylic (Octanoic) Acid as a Potential Fatty Acid Chemotherapeutic for Glioblastoma, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 159, 102142. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plefa.2020.102142>
- Amuna, P., ve Zotor, F. B., 2008, Epidemiological and nutrition transition in developing countries: impact on human health and development., *The Proceedings of the Nutrition Society*, 67(1), 82–90. <https://doi.org/10.1017/S0029665108006058>
- Anneken, D. J., Both, S., Christoph, R., Fieg, G., Steinberner, U., ve Westfechtel, A., 2006, Fatty Acids, İçinde *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/14356007.a10_245.pub2

- Antimanon, S., Anantayanon, J., Wannawilai, S., Khongto, B., ve Laoteng, K., 2020, Physiological Traits of Dihomo- γ -Linolenic Acid Production of the Engineered *Aspergillus oryzae* by Comparing Mathematical Models , İçinde *Frontiers in Microbiology* (C. 11).
<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2020.546230>
- Aras, Ş., Üstünsoy, S., ve Armutçu, F., 2015, Indices of central and peripheral obesity; anthropometric measurements and laboratory parameters of metabolic syndrome and thyroid function, *Balkan medical journal*, 32(4), 414.
- Ardisson Korat, A. V, Chiu, Y.-H., Bertrand, K. A., Zhang, S., Epstein, M. M., Rosner, B. A., Chiuve, S., Campos, H., Giovannucci, E. L., Chavarro, J. E., ve Birmann, B. M., 2020, Red blood cell membrane trans fatty acid levels and risk of non-Hodgkin lymphoma: a prospective nested case-control study., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 112(6), 1576–1583. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa251>
- Aristizabal, J. C., Barona, J., Gonzalez-Zapata, L. I., Deossa, G. C., ve Estrada, A., 2016, Fatty Acid Content of Plasma Triglycerides May Contribute to the Heterogeneity in the Relationship Between Abdominal Obesity and the Metabolic Syndrome, *Metabolic Syndrome and Related Disorders*, 14(6), 311–317.
<https://doi.org/10.1089/met.2015.0168>
- Ashwell, M., Gunn, P., ve Gibson, S., 2012, Waist-to-height ratio is a better screening tool than waist circumference and BMI for adult cardiometabolic risk factors: systematic review and meta-analysis, *Obesity Reviews*, 13(3), 275–286.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1111/j.1467-789X.2011.00952.x>
- Atasoy, A., ve Türkoğlu, H., 2010, Şanlıurfa’da üretilen ve satışı sunulan sadeyağların (Urfa yağı) serbest yağ asitleri bileşiminin belirlenmesi üzerine bir araştırma, *Harran Tarım ve Gıda Bilimleri Dergisi*, 14(2), 9–12.
- Attia, Y. A., Al-Harhi, M. A., Korish, M. A., ve Shiboob, M. M., 2017, Fatty Acid and Cholesterol Profiles, Hypocholesterolemic, Atherogenic, and Thrombogenic Indices of Broiler Meat in the Retail Market, *Lipids in Health and Disease*, 16(1).
<https://doi.org/10.1186/s12944-017-0423-8>
- Azemi, N. A., Azemi, A. K., Abu-Bakar, L., Vigneswari, S., Muhammad, T. S. T., ve Ismail, N. W., 2022, Effect of Linoleic Acid on Cholesterol Levels in a High-Fat Diet-Induced Hypercholesterolemia Rat Model, *Metabolites*, 13(1), 53.
<https://doi.org/10.3390/metabo13010053>
- Baker, A. R., Da Silva, N. F., Quinn, D. W., Harte, A. L., Pagano, D., Bonser, R. S., Kumar, S., ve McTernan, P. G., 2006, Human epicardial adipose tissue expresses a pathogenic profile of adipocytokines in patients with cardiovascular disease, *Cardiovascular diabetology*, 5(1), 1–7.
- Baker, E. J., Miles, E. A., ve Calder, P. C., 2021, A review of the functional effects of pine nut oil, pinolenic acid and its derivative eicosatrienoic acid and their potential health benefits, *Progress in Lipid Research*, 82, 101097.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plipres.2021.101097>
- Barthet, V. J., 2016, Canola: Overview, *Reference Module in Food Science*.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.00029-9>

- Bastien, M., Poirier, P., Lemieux, I., ve Després, J.-P., 2014, Overview of Epidemiology and Contribution of Obesity to Cardiovascular Disease, *Progress in Cardiovascular Diseases*, 56(4), 369–381. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.pcad.2013.10.016>
- Beare-Rogers, J. L., Dieffenbacher, A., ve Holm, J. V., 2001, Lexicon of lipid nutrition (IUPAC Technical Report), *Pure and Applied Chemistry*, 73(4), 685–744. <https://doi.org/doi:10.1351/pac200173040685>
- Bellows, C. F., Zhang, Y., Chen, J., Frazier, M. L., ve Kolonin, M. G., 2011, Circulation of Progenitor Cells in Obese and Lean Colorectal Cancer Patients, *Cancer Epidemiology Biomarkers & Prevention*. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.epi-11-0556>
- Belousov, M. V, ve Slizhov, Y. G., 1995, Rhododendron mucronulatum A N D Rh . sichotense, *Chemistry of Natural Compounds*, 30(6), 771512.
- Bennasar-Veny, M., Lopez-Gonzalez, A. A., Tauler, P., Cespedes, M. L., Vicente-Herrero, T., Yañez, A., Tomas-Salva, M., ve Aguilo, A., 2013, Body adiposity index and cardiovascular health risk factors in Caucasians: a comparison with the body mass index and others, *PloS One*, 8(5), e63999–e63999. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063999>
- Bhatti, M. S., Akbri, M. Z., ve Shakoor, M., 2001, Lipid profile in obesity., *Journal of Ayub Medical College, Abbottabad : JAMC*, 13(1), 31–33.
- Bi, X., Yeo, P. L. Q., Loo, Y. T., ve Henry, C. J., 2019, Associations between circulating fatty acid levels and metabolic risk factors, *Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism*, 15, 65–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jnim.2019.02.002>
- Bladier, D., Gattegno, L., Fabia, F., Perret, G., ve Cornillot, P., 1980, Individual variations of the seven carbohydrate components of human erythrocyte membrane during aging in vivo, *Carbohydrate Research*, 83(2), 371–376. [https://doi.org/10.1016/S0008-6215\(00\)84549-8](https://doi.org/10.1016/S0008-6215(00)84549-8)
- Blankson, H., Stakkestad, J. A., Fagertun, H., Thom, E., Wadstein, J., ve Gudmundsen, O., 2000, Conjugated linoleic acid reduces body fat mass in overweight and obese humans., *The Journal of Nutrition*, 130(12), 2943–2948. <https://doi.org/10.1093/jn/130.12.2943>
- Blau, N., Duran, M., ve Gibson, K. M., 2008, *Laboratory guide to the methods in biochemical genetics*, Springer.
- Boden, G., 2008, Obesity and free fatty acids, *Endocrinology and metabolism clinics of North America*, 37(3), 635–646.
- Bodur, M., ve Uçar, A., 2020, Palmitoleik Asidin Bazı Kronik Hastalıklardaki Rolü: Kısa Derleme, *Düzce Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 11(1), 103–107. <https://doi.org/10.33631/duzcesbed.685363>

- Bondoc, O., ve Ramos, A. R., 2021, Fatty Acid Composition and Nutritional Indices/Ratios of Colostrum and Milk From Murrah and “Murrah × Carabao” Crossbred Buffaloes, *The Philippine Journal of Science*, 151(1). <https://doi.org/10.56899/151.01.10>
- Bouzgarrou, O., Mzougui, N. El, ve Sadok, S., 2015, Smoking and Polyphenols’ Addition to Improve Freshwater Mullet (<i>Mugil Cephalus</I>) Fillets’ Quality Attributes During Refrigerated Storage, *International Journal of Food Science & Technology*, 51(1), 268–277. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12955>
- Breznik, J. A., Naidoo, A., Foley, K. P., Schulz, C., Lau, T. C., Loukov, D., Sloboda, D. M., Bowdish, D. M. E., ve Schertzer, J. D., 2018, TNF, but not hyperinsulinemia or hyperglycemia, is a key driver of obesity-induced monocytosis revealing that inflammatory monocytes correlate with insulin in obese male mice, *Physiological Reports*, 6(23), e13937. <https://doi.org/10.14814/phy2.13937>
- Briggs, M. A., Petersen, K. S., ve Kris-Etherton, P. M., 2017, Saturated Fatty Acids and Cardiovascular Disease: Replacements for Saturated Fat to Reduce Cardiovascular Risk, İçinde *Healthcare* (C. 5, Sayı 2). <https://doi.org/10.3390/healthcare5020029>
- Browning, L. M., Krebs, J. D., Moore, C. S., Mishra, G. D., O’Connell, M. A., ve Jebb, S. A., 2007, The impact of long chain n-3 polyunsaturated fatty acid supplementation on inflammation, insulin sensitivity and CVD risk in a group of overweight women with an inflammatory phenotype., *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 9(1), 70–80. <https://doi.org/10.1111/j.1463-1326.2006.00576.x>
- Buchanan, M. D., Stenerson, K. K., ve Sidisky, L. M., 2011, *SLB-IL111 for Fatty Acid Methyl Ester (FAME) Applications*, Bellefonte, PA, US. <https://www.sigmaaldrich.com/deepweb/assets/sigmaaldrich/marketing/global/documents/189/128/t411139.pdf>
- Bunay, J., Gallardo, L.-M., Torres-Fuentes, J. L., Aguirre-Arias, M. V., Orellana, R., Sepúlveda, N., ve Moreno, R. D., 2021, A decrease of docosahexaenoic acid in testes of mice fed a high-fat diet is associated with impaired sperm acrosome reaction and fertility., *Asian Journal of Andrology*, 23(3), 306–313. https://doi.org/10.4103/aja.aja_76_20
- Burdge, G. C., 2022, α -linolenic acid interconversion is sufficient as a source of longer chain ω -3 polyunsaturated fatty acids in humans: An opinion, *Lipids*, 57(6), 267–287. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/lipd.12355>
- Burdock, G. A., ve Carabin, I. G., 2007, Safety assessment of myristic acid as a food ingredient, *Food and Chemical Toxicology*, 45(4), 517–529. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fct.2006.10.009>
- Burrows, T., Collins, C. E., ve Garg, M. L., 2011, Omega-3 index, obesity and insulin resistance in children., *International Journal of Pediatric Obesity: IJPO: An Official Journal of the International Association for the Study of Obesity*, 6(2–2), e532-9. <https://doi.org/10.3109/17477166.2010.549489>
- Çakmakçı, S., ve Tahmas-Kahyaoğlu, D., 2012, Yağ asitlerinin sağlık ve beslenme üzerine etkilerine genel bir bakış, *Akademik Gıda*, 10(1), 103–113.

- Calder, P. C., 2015, Functional Roles of Fatty Acids and Their Effects on Human Health., *JPEN. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition*, 39(1 Suppl), 18S-32S. <https://doi.org/10.1177/0148607115595980>
- Calle, E. E., Rodriguez, C., Walker-Thurmond, K., ve Thun, M. J., 2003, Overweight, obesity, and mortality from cancer in a prospectively studied cohort of US adults, *New England Journal of Medicine*, 348(17), 1625–1638.
- Calle, E. E., ve Thun, M. J., 2004, Obesity and cancer, *Oncogene*, 23(38), 6365–6378.
- Canbolat, E., 2016, Araşidonik asit metabolitlerinin oluşum mekanizması ve bazı hastalıklardaki rolü, *Electronic Journal of Vocational Colleges*, 5(6), 20–29.
- Caron-Jobin, M., Mauvoisin, D., Michaud, A., Veilleux, A., Noël, S., Fortier, M. P., Julien, P., Tchernof, A., ve Mounier, C., 2012, Stearic acid content of abdominal adipose tissues in obese women., *Nutrition & Diabetes*, 2(1), e23. <https://doi.org/10.1038/nutd.2011.19>
- Carta, G., Murru, E., Banni, S., ve Manca, C., 2017, Palmitic Acid: Physiological Role, Metabolism and Nutritional Implications, *Frontiers in Physiology*, 8, 902. <https://doi.org/10.3389/fphys.2017.00902>
- Carta, G., Murru, E., Lisai, S., Sirigu, A., Piras, A., Collu, M., Batetta, B., Gambelli, L., ve Banni, S., 2015, Dietary triacylglycerols with palmitic acid in the sn-2 position modulate levels of N-acyl ethanolamides in rat tissues., *PloS One*, 10(3), e0120424. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120424>
- Castillo, E. C., Elizondo-Montemayor, L., Hernández-Brenes, C., Rodríguez-Sánchez, D. G., Silva-Platas, C., Marín-Obispo, L. M., Rodríguez-Gutierrez, N. A., Treviño, V., ve García-Rivas, G., 2020, Integrative Analysis of Lipid Profiles in Plasma Allows Cardiometabolic Risk Factor Clustering in Children with Metabolically Unhealthy Obesity, *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020, 1–15. <https://doi.org/10.1155/2020/2935278>
- Cater, N. B., ve Denke, M. A., 2001, Behenic acid is a cholesterol-raising saturated fatty acid in humans, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 73(1), 41–44. <https://doi.org/10.1093/ajcn/73.1.41>
- Cazzola, R., Rondanelli, M., Russo-Volpe, S., Ferrari, E., ve Cestaro, B., 2004, Decreased Membrane Fluidity and Altered Susceptibility to Peroxidation and Lipid Composition in Overweight and Obese Female Erythrocytes, *The Journal of Lipid Research*. <https://doi.org/10.1194/jlr.m300509-jlr200>
- Cazzola, R., Rondanelli, M., Trotti, R., ve Cestaro, B., 2011, Effects of weight loss on erythrocyte membrane composition and fluidity in overweight and moderately obese women., *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 22(4), 388–392. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2010.03.007>
- Chacón-Fernández, M. G., Hernández-Medel, M. R., Bernal-González, M., Durán-Domínguez-de-Bazúa, M. C., ve Solís-Fuentes, J. A., 2019, Composition, properties, stability and thermal behavior of tamarind (*Tamarindus indica*) seed oil, *Grasas y Aceites*, 70(4), e333–e333.

- Chajès, V., Biessy, C., Ferrari, P., Romieu, I., Freisling, H., Huybrechts, I., Scalbert, A., Bueno de Mesquita, B., Romaguera, D., Gunter, M. J., Vineis, P., Hansen, C. P., Jakobsen, M. U., Clavel-Chapelon, F., Fagherazzi, G., Boutron-Ruault, M.-C., Katzke, V., Neamat-Allah, J., Boeing, H., ... Slimani, N., 2015, Plasma elaidic acid level as biomarker of industrial trans fatty acids and risk of weight change: report from the EPIC study., *PloS One*, 10(2), e0118206. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118206>
- Chen, J., ve Liu, H., 2020, Nutritional Indices for Assessing Fatty Acids: A Mini-Review, *International Journal of Molecular Sciences*, 21(16), 5695. <https://doi.org/10.3390/ijms21165695>
- Chen, Y., Qiu, X., ve Yang, J., 2021, Comparing the In Vitro Antitumor, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities between Two New Very Long Chain Polyunsaturated Fatty Acids, Docosadienoic Acid (DDA) and Docosatrienoic Acid (DTA), and Docosahexaenoic Acid (DHA)., *Nutrition and Cancer*, 73(9), 1697–1707. <https://doi.org/10.1080/01635581.2020.1804949>
- Cheng, Q., 2006, *Spatial and Spatially Weighted Principal Component Analysis for Images Processing*. <https://doi.org/10.1109/igarss.2006.250>
- Choi, Y., Kim, M., Kim, S. J., Yoo, H.-J., Kim, S.-H., ve Park, H.-S., 2020, Metabolic shift favoring C18:0 ceramide accumulation in obese asthma, *Allergy*, 75(11), 2858–2866. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/all.14366>
- Chow, C. K., 2007, *Fatty acids in foods and their health implications*, CRC press.
- Çömlekçioğlu, N., ve Kutlu, M., 2018, Yaprak lahanası (Brassica oleracea L. var. acephala) Yapraklarının Fitokimyasal İçeriği ve Antioksidan Aktivitenin Mevsimsel Değişimi, *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 55(2), 119–127.
- Coon, A. M., Setzen, G., ve Musah, R. A., 2023, Mass Spectrometric Interrogation of Earwax: Toward the Detection of Ménière's Disease, *Acs Omega*. <https://doi.org/10.1021/acsomega.3c01943>
- Corzo-Ríos, L. J., Sánchez-Chino, X. M., Martín Del Campo, S. T., Jiménez-Martínez, C., Garduño Siciliano, L., ve Martínez Herrera, J., 2022, Biological and toxicological evaluation of edible *Jatropha curcas* L. oil, *Food Science and Technology*, 42. <https://doi.org/10.1590/fst.66722>
- da Costa Hime, L. de F. C., Carvalho Lopes, C. M., Roa, C. L., Zuchelo, L. T. S., Baracat, E. C., de Andrade, J., ve Soares, J. M. J., 2021, Is there a beneficial effect of gamma-linolenic acid supplementation on body fat in postmenopausal hypertensive women? A prospective randomized double-blind placebo-controlled trial., *Menopause (New York, N.Y.)*, 28(6), 699–705. <https://doi.org/10.1097/GME.0000000000001740>
- Da Silva, M. S., Julien, P., Pérusse, L., Vohl, M.-C., ve Rudkowska, I., 2015, Natural Rumen-Derived trans Fatty Acids Are Associated with Metabolic Markers of Cardiac Health., *Lipids*, 50(9), 873–882. <https://doi.org/10.1007/s11745-015-4055-3>

- Dąbrowski, G., ve Konopka, I., 2022, Update on food sources and biological activity of odd-chain, branched and cyclic fatty acids — A review, *Trends in Food Science & Technology*, 119, 514–529. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.12.019>
- Dashti, N., Feng, Q., Freeman, M. R., Gandhi, M., ve Franklin, F. A., 2002, Trans polyunsaturated fatty acids have more adverse effects than saturated fatty acids on the concentration and composition of lipoproteins secreted by human hepatoma HepG2 cells., *The Journal of Nutrition*, 132(9), 2651–2659. <https://doi.org/10.1093/jn/132.9.2651>
- Dayrit, F. M., 2015, The Properties of Lauric Acid and Their Significance in Coconut Oil, *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 92(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s11746-014-2562-7>
- de Oliveira, S., ve Saldanha, C., 2010, An overview about erythrocyte membrane, *Clinical Hemorheology and Microcirculation*, 44(1), 63–74. <https://doi.org/10.3233/CH-2010-1253>
- Decsi, T., Csabi, G., Török, K., Erhardt, É., Minda, H., Burus, I., Molnár, S., ve Molnár, D., 2000, Polyunsaturated fatty acids in plasma lipids of obese children with and without metabolic cardiovascular syndrome, *Lipids*, 35(11), 1179–1184. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11745-000-0634-7>
- DeLany, J. P., Windhauser, M. M., Champagne, C. M., ve Bray, G. A., 2000, Differential oxidation of individual dietary fatty acids in humans, *The American journal of clinical nutrition*, 72(4), 905–911.
- den Hartigh, L. J., 2019, Conjugated Linoleic Acid Effects on Cancer, Obesity, and Atherosclerosis: A Review of Pre-Clinical and Human Trials with Current Perspectives., *Nutrients*, 11(2). <https://doi.org/10.3390/nu11020370>
- Diaf, M., Khaled, M. B., ve Sellam, F., 2015, Correlation between dietary fat intake and atherogenic indices in normal, overweight and obese adults with or without type 2 diabetes, *Romanian Journal of Diabetes Nutrition and Metabolic Diseases*, 22(4), 347–360.
- Dinh, T. T. N., To, K. V., ve Schilling, M. W., 2021, Fatty acid composition of meat animals as flavor precursors, *Meat and Muscle Biology*, 5(1).
- DiSilvestro, R. A., Olivo Marston, S., Zimmerman, A., Joseph, E., ve Boeh McCarty, C., 2021, Borage oil intake by overweight young adults: no effect on metabolic rate; beneficial effects on plasma triglyceride and HDL cholesterol readings., *Food & Function*, 12(19), 8882–8886. <https://doi.org/10.1039/d1fo01887f>
- Dong, H., Zhou, W., Yan, X., Zhao, H., Zhao, H., Jiao, Y., Sun, G., Li, Y., ve Zhang, Z., 2023, Serum Lipidomic Analysis Reveals Biomarkers and Metabolic Pathways of Thyroid Dysfunction, *ACS Omega*. <https://doi.org/10.1021/acsomega.2c08048>
- Dontas, A. S., Zerefos, N. S., Panagiotakos, D. B., ve Valis, D. A., 2007, Mediterranean diet and prevention of coronary heart disease in the elderly, *Clinical Interventions in Aging*, 2(1), 109–115. <https://doi.org/10.2147/ciia.2007.2.1.109>

- Dranca, F., Ursachi, F., ve Oroian, M., 2020, Bee Bread: Physicochemical Characterization and Phenolic Content Extraction Optimization, İçinde *Foods* (C. 9, Sayı 10). <https://doi.org/10.3390/foods9101358>
- Dünya Sağlık Örgütü, 2021, *Obesity and overweight*. <https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>
- Ellsworth, L., Perng, W., Harman, E., Das, A., Pennathur, S., ve Gregg, B., 2020, Impact of maternal overweight and obesity on milk composition and infant growth, *Maternal & Child Nutrition*, 16(3), e12979. <https://doi.org/10.1111/mcn.12979>
- Elmadfa, I., ve Kornsteiner, M., 2009, Dietary Fat Intake – A Global Perspective, *Annals of Nutrition and Metabolism*, 54(suppl 1(Suppl. 1)), 8–14. <https://doi.org/10.1159/000220822>
- Enke, U., Jaudszus, A., Schleussner, E., Seyfarth, L., Jahreis, G., ve Kuhnt, K., 2011, Fatty acid distribution of cord and maternal blood in human pregnancy: special focus on individual trans fatty acids and conjugated linoleic acids., *Lipids in Health and Disease*, 10, 247. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-10-247>
- Esen, İ., ve Ökdemir, D., 2018, Çocukluk çağı obezitesi: tanım, etiyoloji ve klinik değerlendirme, *Fırat Tıp Dergisi*, 23, 92–99.
- Eşrefoğlu, M., 2016, *Genel Histoloji* (2. baskı), İstanbul Medikal Yayıncılık Bilimsel Eserler Dizisi.
- Fan, R., Kim, J., You, M., Giraud, D., Toney, A. M., Shin, S.-H., Kim, S.-Y., Borkowski, K., Newman, J. W., ve Chung, S., 2020, α -Linolenic acid-enriched butter attenuated high fat diet-induced insulin resistance and inflammation by promoting bioconversion of n-3 PUFA and subsequent oxylipin formation., *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 76, 108285. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108285>
- Fan, Y.-Y., ve Chapkin, R. S., 1998, Importance of Dietary γ -Linolenic Acid in Human Health and Nutrition, *The Journal of Nutrition*, 128(9), 1411–1414. <https://doi.org/10.1093/jn/128.9.1411>
- Fernández-Real, J.-M., Broch, M., Vendrell, J., ve Ricart, W., 2003, Insulin Resistance, Inflammation, and Serum Fatty Acid Composition, *Diabetes Care*, 26(5), 1362–1368. <https://doi.org/10.2337/diacare.26.5.1362>
- Folch, J., Lees, M., ve Sloane Stanley, G. H., 1957, A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues., *The Journal of Biological Chemistry*, 226(1), 497–509.
- Forouhi, N. G., Koulman, A., Sharp, S. J., Imamura, F., Kröger, J., Schulze, M. B., Crowe, F. L., Huerta, J. M., Guevara, M., Beulens, J. W. J., van Woudenberg, G. J., Wang, L., Summerhill, K., Griffin, J. L., Feskens, E. J. M., Amiano, P., Boeing, H., Clavel-Chapelon, F., Dartois, L., ... Wareham, N. J., 2014, Differences in the prospective association between individual plasma phospholipid saturated fatty acids and incident type 2 diabetes: the EPIC-InterAct case-cohort study., *The Lancet. Diabetes & Endocrinology*, 2(10), 810–818.

[https://doi.org/10.1016/S2213-8587\(14\)70146-9](https://doi.org/10.1016/S2213-8587(14)70146-9)

- Fryk, E., Olausson, J., Mossberg, K., Strindberg, L., Schmelz, M., Brogren, H., Gan, L.-M., Piazza, S., Provenzani, A., Becattini, B., Lind, L., Solinas, G., ve Jansson, P.-A., 2021, Hyperinsulinemia and insulin resistance in the obese may develop as part of a homeostatic response to elevated free fatty acids: A mechanistic case-control and a population-based cohort study, *eBioMedicine*, 65. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2021.103264>
- Garaffo, M., Robert, V., Nengas, Y., Lembo, E., Rando, R., Maisano, R., Dugo, G., ve Giuffrida, D., 2011, Fatty Acids Profile, Atherogenic (IA) and Thrombogenic (IT) Health Lipid Indices, of Raw Roe of Blue Fin Tuna (<i>Thunnus</i> <i>I</i> <i>thynnus</i> <i>I</i> L.) and Their Salted Product “Bottarga”, *Food and Nutrition Sciences*, 02(07), 736–743. <https://doi.org/10.4236/fns.2011.27101>
- Garaulet, M., Pérez-Llamas, F., Pérez-Ayala, M., Martínez, P., de Medina, F. S., Tebar, F. J., ve Zamora, S., 2001, Site-specific differences in the fatty acid composition of abdominal adipose tissue in an obese population from a Mediterranean area: relation with dietary fatty acids, plasma lipid profile, serum insulin, and central obesity, *The American journal of clinical nutrition*, 74(5), 585–591.
- Gaullier, J.-M., Halse, J., Høye, K., Kristiansen, K., Fagertun, H., Vik, H., ve Gudmundsen, O., 2004, Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y reduces body fat mass in healthy overweight humans., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(6), 1118–1125. <https://doi.org/10.1093/ajcn/79.6.1118>
- Gaullier, J.-M., Halse, J., Høye, K., Kristiansen, K., Fagertun, H., Vik, H., ve Gudmundsen, O., 2005, Supplementation with conjugated linoleic acid for 24 months is well tolerated by and reduces body fat mass in healthy, overweight humans., *The Journal of Nutrition*, 135(4), 778–784. <https://doi.org/10.1093/jn/135.4.778>
- Ghosh, A., 2006, Anthropometric, metabolic and dietary fatty acids profiles in lean and obese diabetic Asian Indian subjects., *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 15(2), 189–195.
- Giardina, S., Sala-Vila, A., Hernández-Alonso, P., Calvo, C., Salas-Salvadó, J., ve Bulló, M., 2018, Carbohydrate quality and quantity affects the composition of the red blood cell fatty acid membrane in overweight and obese individuals., *Clinical Nutrition (Edinburgh, Scotland)*, 37(2), 481–487. <https://doi.org/10.1016/j.clnu.2017.02.006>
- Gil-Campos, M., del Carmen Ramírez-Tortosa, M., Larqué, E., Linde, J., Aguilera, C. M., Cañete, R., ve Gil, A., 2008, Metabolic Syndrome Affects Fatty Acid Composition of Plasma Lipids in Obese Prepubertal Children, *Lipids*, 43(8), 723–732. <https://doi.org/10.1007/s11745-008-3203-4>
- Gimenez da Silva-Santi, L., Masetto Antunes, M., Mori, M. A., Biesdorf de Almeida-Souza, C., Vergílio Visentainer, J., Carbonera, F., Rabello Crisma, A., Nunes

- Masi, L., Massao Hirabara, S., Curi, R., ve Barbosa Bazotte, R., 2018, Brain Fatty Acid Composition and Inflammation in Mice Fed with High-Carbohydrate Diet or High-Fat Diet., *Nutrients*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/nu10091277>
- Gong, J., Campos, H., McGarvey, S., Wu, Z., Goldberg, R., ve Baylin, A., 2011, Adipose tissue palmitoleic acid and obesity in humans: does it behave as a lipokine?, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 93(1), 186–191. <https://doi.org/10.3945/ajcn.110.006502>
- Greenhouse, S. W., Cornfield, J., ve Homburger, F., 1950, The Youden Index: Letters to the Editor, *Cancer*, 3(6), 1097–1100. [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(1950\)3:6<1097::aid-cnrcr2820030620>3.0.co;2-e](https://doi.org/10.1002/1097-0142(1950)3:6<1097::aid-cnrcr2820030620>3.0.co;2-e)
- Güneş, Ö., 2013, *Obez ergenlerde eritrosit membranı yağ asidi düzeylerinin beslenme ve insülin direnci ile ilişkisinin araştırılması*, T.C. Genelkurmay Başkanlığı Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesi.
- Gunes, O., Soyulu, M., Inanc, N., Tascilar, E., Sertoglu, E., Tas, A., Serdar, M. A., ve Ozcan, O., 2018, Relationship between red blood cell membrane fatty acid composition and dietary fatty acids level in obese adolescents with/without metabolic syndrome, *PROGRESS IN NUTRITION*, 20(4), 648–658. <https://doi.org/10.23751/pn.v20i4.6039> WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)
- Gunes, O., Tascilar, E., Sertoglu, E., Tas, A., Serdar, M. A., Kaya, G., Kayadibi, H., ve Ozcan, O., 2014, Associations between erythrocyte membrane fatty acid compositions and insulin resistance in obese adolescents, *Chemistry and Physics of Lipids*, 184, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.chemphyslip.2014.09.006>
- Gunnarsdottir, I., Tomasson, H., Kiely, M., Martinéz, J. A., Bandarra, N. M., Morais, M. G., ve Thorsdottir, I., 2008, Inclusion of fish or fish oil in weight-loss diets for young adults: effects on blood lipids., *International Journal of Obesity (2005)*, 32(7), 1105–1112. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.64>
- Gürçan, Ü., 2001, *Yağ rafınasyonunda oluşan trans yağ asitlerinin incelenmesi*, Selçuk Üniversitesi.
- Haç-Wydro, K., ve Wydro, P., 2007, The influence of fatty acids on model cholesterol/phospholipid membranes, *Chemistry and physics of lipids*, 150(1), 66–81.
- Hadj Ahmed, S., Kharroubi, W., Kaoubaa, N., Zarrouk, A., Batbout, F., Gamra, H., Najjar, M. F., Lizard, G., Hininger-Favier, I., ve Hammami, M., 2018, Correlation of trans fatty acids with the severity of coronary artery disease lesions., *Lipids in Health and Disease*, 17(1), 52. <https://doi.org/10.1186/s12944-018-0699-3>
- Hakola, L., Takkinen, H.-M., Niinistö, S., Ahonen, S., Erlund, I., Rautanen, J., Veijola, R., Ilonen, J., Toppari, J., Knip, M., Virtanen, S. M., ve Lehtinen-Jacks, S., 2017, Maternal fatty acid intake during pregnancy and the development of childhood overweight: a birth cohort study, *Pediatric Obesity*, 12(S1), 26–37. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ijpo.12170>

- Hamden, K., Keskes, H., Elgomdi, O., Feki, A., ve Alouche, N., 2017, Modulatory Effect of an Isolated Triglyceride from Fenugreek Seed Oil on of α -Amylase, Lipase and ACE Activities, Liver-Kidney Functions and Metabolic Disorders of Diabetic Rats, *Journal of Oleo Science*, 66(6), 633–645. <https://doi.org/10.5650/jos.ess16254>
- Hanamatsu, H., Ohnishi, S., Sakai, S., Yuyama, K., Mitsutake, S., Takeda, H., Hashino, S., ve Igarashi, Y., 2014, Altered levels of serum sphingomyelin and ceramide containing distinct acyl chains in young obese adults., *Nutrition & Diabetes*, 4(10), e141. <https://doi.org/10.1038/nutd.2014.38>
- Hashem, F. A., ve Saleh, M. M., 1999, Antimicrobial components of some cruciferae plants (*Diplotaxis harra* Forsk. and *Erucaria microcarpa* Boiss.), *Phytotherapy Research*, 13(4), 329–332. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1099-1573\(199906\)13:4<329::AID-PTR458>3.0.CO;2-U](https://doi.org/10.1002/(SICI)1099-1573(199906)13:4<329::AID-PTR458>3.0.CO;2-U)
- Hashempour-Baltork, F., Torbati, M., Azadmard-Damirchi, S., ve Savage, G. P., 2018, Chemical, Rheological and Nutritional Characteristics of Sesame and Olive Oils Blended With Linseed Oil, *Advanced Pharmaceutical Bulletin*, 8(1), 107–113. <https://doi.org/10.15171/apb.2018.013>
- Haus, J. M., Kashyap, S. R., Kasumov, T., Zhang, R., Kelly, K. R., Defronzo, R. A., ve Kirwan, J. P., 2009, Plasma ceramides are elevated in obese subjects with type 2 diabetes and correlate with the severity of insulin resistance., *Diabetes*, 58(2), 337–343. <https://doi.org/10.2337/db08-1228>
- Hayes, C. E., ve Ntambi, J. M., 2020, Multiple Sclerosis: Lipids, Lymphocytes, and Vitamin D., *Immunometabolism*, 2(3). <https://doi.org/10.20900/immunometab20200019>
- Haynes, V. R., Michael, N. J., van den Top, M., Zhao, F.-Y., Brown, R. D., De Souza, D., Dodd, G. T., Spanswick, D., ve Watt, M. J., 2020, A Neural basis for Octanoic acid regulation of energy balance., *Molecular Metabolism*, 34, 54–71. <https://doi.org/10.1016/j.molmet.2020.01.002>
- Hempelmann, E., 1984, GO Characterization of membrane proteins by polychromatic silver staining, *Hoppe Seyler's Z Physiol Chem*, 241–242.
- Hillis, S. L., ve Metz, C. E., 2012, An Analytic Expression for the Binormal Partial Area Under the ROC Curve, *Academic Radiology*, 19(12), 1491–1498. <https://doi.org/10.1016/j.acra.2012.09.009>
- Hışıl, Y., 1985, Kromatografide İç Standart Tekniği, *Gıda*, 10(2), 105–110.
- Horrocks, L. A., ve Yeo, Y. K., 1999, Health benefits of docosahexaenoic acid (DHA)., *Pharmacological Research*, 40(3), 211–225. <https://doi.org/10.1006/phrs.1999.0495>
- Horvat, R. J., 1978, Identification of some new minor acids from chicken skin lipids., *Poultry Science*, 57(3), 827–828. <https://doi.org/10.3382/ps.0570827>
- Hoteit, M., Zoghbi, E., Rady, A., Shankiti, I., Ibrahim, C., ve Al-Jawaldeh, A., 2021,

- Non-Conjugated-Industrially-Produced-Trans Fatty in Lebanese Foods: The Case of Elaidic and Linolelaidic Acids., *Nutrients*, 13(10). <https://doi.org/10.3390/nu13103664>
- Houten, S. M., ve Wanders, R. J. A., 2010, A General Introduction to the Biochemistry of Mitochondrial Fatty Acid B-oxidation, *Journal of Inherited Metabolic Disease*. <https://doi.org/10.1007/s10545-010-9061-2>
- Hua, M.-C., Su, H.-M., Lai, M.-W., Yao, T.-C., Tsai, M.-H., Liao, S.-L., Lai, S.-H., ve Huang, J.-L., 2021, Palmitoleic and Dihomo- γ -Linolenic Acids Are Positively Associated With Abdominal Obesity and Increased Metabolic Risk in Children, *Frontiers in Pediatrics*, 9, 628496. <https://doi.org/10.3389/fped.2021.628496>
- Huang, H., Kasumov, T., Gatmaitan, P., Heneghan, H. M., Kashyap, S. R., Schauer, P. R., Brethauer, S. A., ve Kirwan, J. P., 2011, Gastric bypass surgery reduces plasma ceramide subspecies and improves insulin sensitivity in severely obese patients., *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(11), 2235–2240. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.107>
- Huang, L., Li, M., ve Huang, G., 2021, Quantifiable method of polyunsaturated fatty acids in human plasma by optimized gas chromatography, *Wei sheng yan jiu = Journal of hygiene research*, 50(6), 981–985. <https://doi.org/10.19813/j.cnki.weishengyanjiu.2021.06.018>
- Huang, L., Lin, J. S., Aris, I. M., Yang, G., Chen, W. Q., ve Li, L. J., 2019, Circulating saturated fatty acids and incident type 2 diabetes: A systematic review and meta-analysis, İçinde *Nutrients* (C. 11, Sayı 5). <https://doi.org/10.3390/nu11050998>
- Huang, Y.-S., Huang, W.-C., Li, C.-W., ve Chuang, L.-T., 2011, Eicosadienoic acid differentially modulates production of pro-inflammatory modulators in murine macrophages., *Molecular and Cellular Biochemistry*, 358(1–2), 85–94. <https://doi.org/10.1007/s11010-011-0924-0>
- Hulbert, A. J., Kelly, M. A., ve Abbott, S. K., 2014, Polyunsaturated fats, membrane lipids and animal longevity., *Journal of Comparative Physiology. B, Biochemical, Systemic, and Environmental Physiology*, 184(2), 149–166. <https://doi.org/10.1007/s00360-013-0786-8>
- Iacobellis, G., ve Sharma, A. M., 2007, Epicardial adipose tissue as new cardio-metabolic risk marker and potential therapeutic target in the metabolic syndrome, *Current pharmaceutical design*, 13(21), 2180–2184.
- Igenbayev, A., Okuskhanova, E., Nurgazezova, A., Ya, R., Kassymov, S., Nurymkhan, G., Tazeddinova, D., Mironova, I., ve Rebezov, M., 2019, Fatty acid composition of female turkey muscles in Kazakhstan, *Journal of World's Poultry Research*, 9(2), 78–81.
- Iguchi, K., Okumura, N., Usui, S., Sajiki, H., Hirota, K., ve Hirano, K., 2001, Myristoleic acid, a cytotoxic component in the extract from *Serenoa repens*, induces apoptosis and necrosis in human prostatic LNCaP cells., *The Prostate*, 47(1), 59–65. <https://doi.org/10.1002/pros.1047>

- Ilmiawati, C., Fajar, F., Rofinda, Z. D., ve Reza, M., 2020, Green Coffee Extract Modifies Body Weight, Serum Lipids and TNF- α in High-Fat Diet-Induced Obese Rats, *BMC Research Notes*. <https://doi.org/10.1186/s13104-020-05052-y>
- Imamura, F., Fretts, A., Marklund, M., Ardisson Korat, A. V., Yang, W. S., Lankinen, M., Qureshi, W., Helmer, C., Chen, T. A., Wong, K., Bassett, J. K., Murphy, R., Tintle, N., Yu, C. I., Brouwer, I. A., Chien, K.-L. L., Frazier-Wood, A. C., del Gobbo, L. C., Djoussé, L., ... Mozaffarian, D., 2018, Fatty acid biomarkers of dairy fat consumption and incidence of type 2 diabetes: A pooled analysis of prospective cohort studies, *PLoS Medicine*, 15(10), 22. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002670>
- International Agency for Research on Cancer, 2002, Weight control and physical activity, İçinde *Weight control and physical activity*.
- Ivanović, S., Pavlović, M., Pavlović, I., Tasić, A., Janjić, J. M., ve Baltić, M. Ž., 2020, Influence of Breed on Selected Quality Parameters of Fresh Goat Meat, *Archives Animal Breeding*, 63(2), 219–229. <https://doi.org/10.5194/aab-63-219-2020>
- Jambor de Sousa, U. L., Arnold, M., Langhans, W., Geary, N., ve Leonhardt, M., 2006, Caprylic acid infusion acts in the liver to decrease food intake in rats., *Physiology & Behavior*, 87(2), 388–395. <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2005.11.004>
- Jauregibeitia, I., Portune, K., Rica, I., Tueros, I., Velasco, O., Grau, G., Trebolazabala, N., Castaño, L., Larocca, A. V., Ferreri, C., ve Arranz, S., 2020, Fatty Acid Profile of Mature Red Blood Cell Membranes and Dietary Intake as a New Approach to Characterize Children with Overweight and Obesity., *Nutrients*, 12(11). <https://doi.org/10.3390/nu12113446>
- Jensen, M. D., 2006, Is visceral fat involved in the pathogenesis of the metabolic syndrome? Human model, *Obesity*, 14(S2), 20S-24S.
- Jin, X.-J., Kim, E. J., Oh, I. K., Kim, Y. K., Park, C.-H., ve Chung, J. H., 2010, Prevention of UV-induced skin damages by 11,14,17-eicosatrienoic acid in hairless mice in vivo., *Journal of Korean Medical Science*, 25(6), 930–937. <https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.6.930>
- Jo, J., Gavrilova, O., Pack, S., Jou, W., Mullen, S., Sumner, A. E., Cushman, S. W., ve Periwé, V., 2009, Hypertrophy and/or hyperplasia: dynamics of adipose tissue growth, *PLoS computational biology*, 5(3), e1000324.
- Joseph, S. V., Jacques, H., Plourde, M., Mitchell, P. L., McLeod, R. S., ve Jones, P. J. H., 2011, Conjugated linoleic acid supplementation for 8 weeks does not affect body composition, lipid profile, or safety biomarkers in overweight, hyperlipidemic men., *The Journal of Nutrition*, 141(7), 1286–1291. <https://doi.org/10.3945/jn.110.135087>
- Jung, K., Reszka, R., Kamlage, B., Bethan, B., Stephan, C., Lein, M., ve Kristiansen, G., 2013, Tissue metabolite profiling identifies differentiating and prognostic biomarkers for prostate carcinoma., *International Journal of Cancer*, 133(12), 2914–2924. <https://doi.org/10.1002/ijc.28303>

- Kahraman, S. D., ve Küplülü, Ö., 2011, Trans yağ asitleri, *Veteriner Hekimler Derneği Dergisi*, 82(2), 15–24.
- Kaikkonen, J. E., Jula, A., Viikari, J. S. A., Juonala, M., Hutri-Kähönen, N., Kähönen, M., Lehtimäki, T., ve Raitakari, O. T., 2021, Associations of Serum Fatty Acid Proportions with Obesity, Insulin Resistance, Blood Pressure, and Fatty Liver: The Cardiovascular Risk in Young Finns Study, *The Journal of Nutrition*, 151(4), 970–978. <https://doi.org/10.1093/jn/nxaa409>
- Kang, M., Lee, A., Yoo, H. J., Kim, M., Kim, M., Shin, D. Y., ve Lee, J. H., 2017, Association between increased visceral fat area and alterations in plasma fatty acid profile in overweight subjects: a cross-sectional study, *Lipids in Health and Disease*, 16(1), 248. <https://doi.org/10.1186/s12944-017-0642-z>
- Kaplan, H. M., ve Doran, F., 2016, Sigara dumanının neden olduğu akciğer inflamasyonuna karşı alfa-linolenik asitin koruyucu rolü, *Mustafa Kemal Üniversitesi Tıp Dergisi*, 7(28), 31–36. <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/270832>
- Kapoor, R., ve Huang, Y.-S., 2006, Gamma linolenic acid: an antiinflammatory omega-6 fatty acid., *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 7(6), 531–534. <https://doi.org/10.2174/138920106779116874>
- Kara, H., Gürcan, Ü., ve Topkafa, M., 2007, Comparison of the Amount of Trans Fatty Acid Formed During the Refinery Process of Sunflower Oil, *1st International Türkiye-Pakistan Chemistry Days, Book of Abstracts*,.
- Karaca, E., ve Aytaç, S., 2007, Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *Anadolu Tarım Bilimleri Dergisi*, 22(1), 123–131.
- Karlsson, M., Mårild, S., Brandberg, J., Lönn, L., Friberg, P., ve Strandvik, B., 2006, Serum Phospholipid Fatty Acids, Adipose Tissue, and Metabolic Markers in Obese Adolescents, *Obesity*, 14(11), 1931–1939. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/oby.2006.225>
- Kastrin, A., ve Peterlin, B., 2010, Rasch-Based High-Dimensionality Data Reduction and Class Prediction With Applications to Microarray Gene Expression Data, *Expert Systems With Applications*, 37(7), 5178–5185. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2009.12.074>
- Kaur, N., Chugh, V., ve Gupta, A. K., 2014, Essential fatty acids as functional components of foods- a review., *Journal of Food Science and Technology*, 51(10), 2289–2303. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0677-0>
- Kawashima, A., Sugawara, S., Okita, M., Akahane, T., Fukui, K., Hashiuchi, M., Kataoka, C., ve Tsukamoto, I., 2009, Plasma Fatty Acid Composition, Estimated Desaturase Activities, and Intakes of Energy and Nutrient in Japanese Men with Abdominal Obesity or Metabolic Syndrome, *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 55(5), 400–406. <https://doi.org/10.3177/jnsv.55.400>
- Keppley, L. J. W., Walker, S. J., Gademsey, A. N., Smith, J. P., Keller, S. R., Kester, M., ve Fox, T. E., 2020, Nervonic acid limits weight gain in a mouse model of

- diet-induced obesity., *FASEB Journal : Official Publication of the Federation of American Societies for Experimental Biology*, 34(11), 15314–15326. <https://doi.org/10.1096/fj.202000525R>
- Khalili Tilami, S., ve Kouřimská, L., 2022, Assessment of the Nutritional Quality of Plant Lipids Using Atherogenicity and Thrombogenicity Indices., *Nutrients*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/nu14183795>
- Khamlaoui, W., Mehri, S., Hammami, S., Hammouda, S., Chraief, I., Elosua, R., ve Hammami, M., 2020, Association Between Genetic Variants in FADS1-FADS2 and ELOVL2 and Obesity, Lipid Traits, and Fatty Acids in Tunisian Population, *Clinical and Applied Thrombosis/Hemostasis*, 26, 107602962091528. <https://doi.org/10.1177/1076029620915286>
- Khan, T. K., 2016, *Chapter 6 - Peripheral Fluid-Based Biomarkers of Alzheimer's Disease* (T. K. B. T.-B. in A. D. Khan (ed.); ss. 183–218), Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804832-0.00006-7>
- Kim, E. J., Kim, M.-K., Jin, X.-J., Oh, J.-H., Kim, J. E., ve Chung, J. H., 2010, Skin aging and photoaging alter fatty acids composition, including 11,14,17-eicosatrienoic acid, in the epidermis of human skin., *Journal of Korean Medical Science*, 25(6), 980–983. <https://doi.org/10.3346/jkms.2010.25.6.980>
- Kim, J. Y., Park, J. Y., Kim, O. Y., Ham, B. M., Kim, H.-J., Kwon, D. Y., Jang, Y., ve Lee, J. H., 2010, Metabolic Profiling of Plasma in Overweight/Obese and Lean Men using Ultra Performance Liquid Chromatography and Q-TOF Mass Spectrometry (UPLC–Q-TOF MS), *Journal of Proteome Research*, 9(9), 4368–4375. <https://doi.org/10.1021/pr100101p>
- Kim, S.-W., Jhon, M., Kim, J.-M., Smesny, S., Rice, S., Berk, M., Klier, C. M., McGorry, P. D., Schäfer, M. R., ve Amminger, G. P., 2016, Relationship between Erythrocyte Fatty Acid Composition and Psychopathology in the Vienna Omega-3 Study., *PloS One*, 11(3), e0151417. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0151417>
- Klein-Platat, C., Draï, J., Oujaa, M., Schlienger, J.-L., ve Simon, C., 2005, Plasma fatty acid composition is associated with the metabolic syndrome and low-grade inflammation in overweight adolescents, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 82(6), 1178–1184. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.6.1178>
- Knudsen, N., Laurberg, P., Rasmussen, L. B., Bülow, I., Perrild, H., Ovesen, L., ve Jørgensen, T., 2005, Small differences in thyroid function may be important for body mass index and the occurrence of obesity in the population., *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 90(7), 4019–4024. <https://doi.org/10.1210/jc.2004-2225>
- Koba, K., ve Yanagita, T., 2014, Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA)., *Obesity Research & Clinical Practice*, 8(6), e525-32. <https://doi.org/10.1016/j.orcp.2013.10.001>
- Koga, T., Yamato, T., Ikeda, I., ve Sugano, M., 1995, Effects of randomization of partially hydrogenated corn oil on fatty acid and cholesterol absorption, and tissue lipid levels in rats, *Lipids*, 30(10), 935–940.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1007/BF02537485>

- Kojima, M., Tachibana, N., Yamahira, T., Seino, S., Izumisawa, A., Sagi, N., Arishima, T., Kohno, M., Takamatsu, K., Hirotsuka, M., ve Ikeda, I., 2010, Structured triacylglycerol containing behenic and oleic acids suppresses triacylglycerol absorption and prevents obesity in rats, *Lipids in Health and Disease*, 9(1), 77. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-9-77>
- Komatsuzaki, N., Eda, A., Kameoka, R., ve Nakashima, Y., 2013, Effects of Intake of Maternal Dietary Elaidic Acids during Pregnancy and Lactation on the Fatty Acid Composition of Plasma, Erythrocyte Membrane, and Brain in Rat Pups., *Journal of Nutrition and Metabolism*, 2013, 701818. <https://doi.org/10.1155/2013/701818>
- Korkmaz, M. F., 2018, *Bariatrik cerrahinin morbid obez bireylerde total antioksidan kapasite üzerine etkisi*, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi.
- Kotłęga, D., Peda, B., Palma, J., Zembroń-Łacny, A., Gołąb-Janowska, M., Masztalewicz, M., Nowacki, P., ve Szczuko, M., 2021, Free Fatty Acids Are Associated with the Cognitive Functions in Stroke Survivors., *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(12). <https://doi.org/10.3390/ijerph18126500>
- Kris-Etherton, P. M., ve Yu, S., 1997, Individual Fatty Acid Effects on Plasma Lipids and Lipoproteins: Human Studies, *American Journal of Clinical Nutrition*, 65(5), 1628S-1644S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/65.5.1628s>
- Kumar, A. A., Satheesh, G., Vijayakumar, G., Chandran, M., Prabhu, P. R., Simon, L., Kutty, V. R., Kartha, C. C., ve Jaleel, A., 2020, Plasma leptin level mirrors metabolome alterations in young adults., *Metabolomics : Official Journal of the Metabolomic Society*, 16(8), 87. <https://doi.org/10.1007/s11306-020-01708-9>
- Kunešová, M., Hlavatý, P., Tvrzická, E., Staňková, B., Kalousková, P., Viguerie, N., Larsen, T. M., van Baak, M. A., Jebb, S. A., Martinez, J. A., Pfeiffer, A. F. H., Kafatos, A., Handjieva-Darlenska, T., Hill, M., Langin, D., Zák, A., Astrup, A., ve Saris, W. H. M., 2012, Fatty acid composition of adipose tissue triglycerides after weight loss and weight maintenance: the DIOGENES study., *Physiological Research*, 61(6), 597–607. <https://doi.org/10.33549/physiolres.932414>
- Kusunoki, M., Tsutsumi, K., Nakayama, M., Kurokawa, T., Nakamura, T., Ogawa, H., Fukuzawa, Y., Morishita, M., Koide, T., ve Miyata, T., 2007, Relationship between serum concentrations of saturated fatty acids and unsaturated fatty acids and the homeostasis model insulin resistance index in Japanese patients with type 2 diabetes mellitus., *The Journal of Medical Investigation : JMI*, 54(3–4), 243–247. <https://doi.org/10.2152/jmi.54.243>
- Larsen, T. M., Toubro, S., Gudmundsen, O., ve Astrup, A., 2006, Conjugated linoleic acid supplementation for 1 y does not prevent weight or body fat regain., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 83(3), 606–612. <https://doi.org/10.1093/ajcn.83.3.606>
- Lee, J. M., Lee, H., Kang, S., ve Park, W. J., 2016, Fatty Acid Desaturases, Polyunsaturated Fatty Acid Regulation, and Biotechnological Advances.,

Nutrients, 8(1). <https://doi.org/10.3390/nu8010023>

- Lee, Y. S., Cho, Y., ve Shin, M.-J., 2015, Dietary Very Long Chain Saturated Fatty Acids and Metabolic Factors: Findings from the Korea National Health and Nutrition Examination Survey 2013., *Clinical Nutrition Research*, 4(3), 182–189. <https://doi.org/10.7762/cnr.2015.4.3.182>
- Lemarié, F., Beauchamp, E., Dayot, S., Duby, C., Legrand, P., ve Rioux, V., 2015, Dietary Caprylic Acid (C8:0) Does Not Increase Plasma Acylated Ghrelin but Decreases Plasma Unacylated Ghrelin in the Rat., *PLoS One*, 10(7), e0133600. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0133600>
- Li, D., Misialek, J. R., Jing, M., Tsai, M. Y., Eckfeldt, J. H., Steffen, L. M., Knopman, D., Wruck, L., Gottesman, R., Mosley, T. H., Sharrett, A. R., ve Alonso, A., 2020, Plasma phospholipid very-long-chain SFAs in midlife and 20-year cognitive change in the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC): a cohort study., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 111(6), 1252–1258. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqaa048>
- Li, J., Rao, H., Bin, Q., Fan, Y., Li, H., ve Deng, Z., 2017, Linolelaidic acid induces apoptosis, cell cycle arrest and inflammation stronger than elaidic acid in human umbilical vein endothelial cells through lipid rafts, *European Journal of Lipid Science and Technology*, 119(7), 1600374.
- Li, Y., Wu, H., Zhang, R., Shu, G., Wang, S., Gao, P., Zhu, X., Jiang, Q., ve Wang, L., 2020, Diet containing stearic acid increases food reward-related behaviors in mice compared with oleic acid., *Brain Research Bulletin*, 164, 45–54. <https://doi.org/10.1016/j.brainresbull.2020.08.012>
- Lillington, J. M., Trafford, D. J., ve Makin, H. L., 1981, A rapid and simple method for the esterification of fatty acids and steroid carboxylic acids prior to gas-liquid chromatography., *Clinica Chimica Acta; International Journal of Clinical Chemistry*, 111(1), 91–98. [https://doi.org/10.1016/0009-8981\(81\)90425-3](https://doi.org/10.1016/0009-8981(81)90425-3)
- Lima, C. S. de O., Andrade, A. P. de, Magalhães, A. L. R., Almeida, O. C. de, ve Guido, S. I., 2020, Plasma Fatty Acid Profile in Dairy Cows Associated With the Inclusion of Annatto in Their Diet, *Acta Scientiarum Animal Sciences*, 42, e47651. <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v42i1.47651>
- Linden, A., 2006, Measuring Diagnostic and Predictive Accuracy in Disease Management: An Introduction to Receiver Operating Characteristic (ROC) Analysis, *Journal of Evaluation in Clinical Practice*, 12(2), 132–139. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2753.2005.00598.x>
- Liu, B., Sun, Y., Snetselaar, L. G., Sun, Q., Yang, Q., Zhang, Z., Liu, L., Hu, F. B., ve Bao, W., 2018, Association between plasma trans-fatty acid concentrations and diabetes in a nationally representative sample of US adults., *Journal of Diabetes*, 10(8), 653–664. <https://doi.org/10.1111/1753-0407.12652>
- Liu, B., Sun, Y., Xu, G., Du, Y., Ajjarapu, A. S., Snetselaar, L. G., ve Bao, W., 2019, Association between plasma concentrations of elaidic acid, a major trans fatty acid, and depression in a nationally representative sample of U.S. adults., *Journal*

- of Affective Disorders*, 249, 301–306. <https://doi.org/10.1016/j.jad.2019.02.032>
- Liu, F., Wang, P., Xiong, X., Zeng, X., Zhang, X., ve Wu, G., 2021, A Review of Nervonic Acid Production in Plants: Prospects for the Genetic Engineering of High Nervonic Acid Cultivars Plants , İçinde *Frontiers in Plant Science* (C. 12). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2021.626625>
- Liu, J., Liang, S., Liu, X., Brown, J. A., Newman, K. E., Sunkara, M., Morris, A. J., Bhatnagar, S., Li, X., Pujol, A., ve Graf, G. A., 2012, The absence of ABCD2 sensitizes mice to disruptions in lipid metabolism by dietary erucic acid, *Journal of Lipid Research*, 53(6), 1071–1079. <https://doi.org/10.1194/jlr.M022160>
- Liu, J., Wang, J., Xu, W., Zeng, L., Wang, C., An, Y., Tian, H., Zeng, B., Dong, Q., Ji, Y., Gao, X., Du, G., Liu, J., Su, J., Xie, H., ve Xie, L., 2022, Amyloid fibril formation by casein and fatty acid composition in breast milk of mastitis patients., *Journal of Food Biochemistry*, 46(8), e14183. <https://doi.org/10.1111/jfbc.14183>
- Liu, Z., Jing, H., Xue, H., Shao, H., Sun, Y., Wang, Q.-C., ve Cheng, W., 2017, Shear Wave Elastography Combined With the Thyroid Imaging Reporting and Data System for Malignancy Risk Stratification in Thyroid Nodules, *Oncotarget*, 8(26), 43406–43416. <https://doi.org/10.18632/oncotarget.15018>
- Longhi, S., ve Radetti, G., 2013, Thyroid function and obesity., *Journal of Clinical Research in Pediatric Endocrinology*, 5 Suppl 1(Suppl 1), 40–44. <https://doi.org/10.4274/jcrpe.856>
- Lopez, S., Bermudez, B., Pacheco, Y. M., Ortega, A., Varela, L. M., Abia, R., ve Muriana, F. J. G., 2010, *Chapter 154 - Oleic Acid: The Main Component of Olive Oil on Postprandial Metabolic Processes* (V. R. Preedy & R. R. B. T.-O. and O. O. in H. and D. P. Watson (ed.); ss. 1385–1393), Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374420-3.00154-6>
- Lu, Z.-H., Mu, Y.-M., Wang, B.-A., Li, X.-L., Lu, J.-M., Li, J.-Y., Pan, C.-Y., Yanase, T., ve Nawata, H., 2003, Saturated free fatty acids, palmitic acid and stearic acid, induce apoptosis by stimulation of ceramide generation in rat testicular Leydig cell., *Biochemical and Biophysical Research Communications*, 303(4), 1002–1007. [https://doi.org/10.1016/s0006-291x\(03\)00449-2](https://doi.org/10.1016/s0006-291x(03)00449-2)
- Luan, D., Wang, D., Campos, H., ve Baylin, A., 2018, Adipose tissue palmitoleic acid is inversely associated with nonfatal acute myocardial infarction in Costa Rican adults., *Nutrition, Metabolism, and Cardiovascular Diseases: NMCD*, 28(10), 973–979. <https://doi.org/10.1016/j.numecd.2018.05.004>
- Lund, J., ve Rustan, A. C., 2020, *Fatty Acids: Structures and Properties*. <https://doi.org/10.1002/9780470015902.a0029198>
- Ma, J., Folsom, A. R., Lewis, L. A., ve Eckfeldt, J. H., 1993, Expression of plasma fatty acid data in studies of cardiovascular disease risk: concentration or percentage?, *Clinical Chemistry*, 39(12), 2527–2528. <https://doi.org/10.1093/clinchem/39.12.2527>
- Maeda, E., Yoshikawa, T., Nakashima, R., Kobayashi, K., Yokosawa, K., Hayashi, N.,

- Masutani, Y., Yoshioka, N., Akahane, M., ve Ohtomo, K., 2013, Experimental System for Measurement of Radiologists' Performance by Visual Search Task, *Springerplus*, 2(1). <https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-607>
- Malaisse J., W., Portois, L., Sener, A., ve Carpentier A., Y., 2008, Perturbation of 11-eicosenoate metabolism in female diabetic rats, *Int J Mol Med*, 22(1), 133–137. <https://doi.org/10.3892/ijmm.22.1.133>
- Mamounis, K. J., Yasrebi, A., ve Roepke, T. A., 2017, Linoleic acid causes greater weight gain than saturated fat without hypothalamic inflammation in the male mouse., *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 40, 122–131. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2016.10.016>
- Margolis, G., Elbaz-Greener, G., Ruskin, J. N., Roguin, A., Amir, O., ve Rozen, G., 2022, The Impact of Obesity on Sudden Cardiac Death Risk, *Current Cardiology Reports*, 24(5), 497–504. <https://doi.org/10.1007/s11886-022-01671-y>
- Mathieu, P., Poirier, P., Pibarot, P., Lemieux, I., ve Després, J.-P., 2009, Visceral obesity: the link among inflammation, hypertension, and cardiovascular disease, *Hypertension*, 53(4), 577–584.
- Matsumori, R., Miyazaki, T., Shimada, K., Kume, A., Kitamura, Y., Oshida, K., Yanagisawa, N., Kiyonagi, T., Hiki, M., Fukao, K., Hirose, K., Ohsaka, H., Mokuno, H., ve Daida, H., 2013, High levels of very long-chain saturated fatty acid in erythrocytes correlates with atherogenic lipoprotein profiles in subjects with metabolic syndrome., *Diabetes Research and Clinical Practice*, 99(1), 12–18. <https://doi.org/10.1016/j.diabres.2012.10.025>
- Matta, M., Huybrechts, I., Biessy, C., Casagrande, C., Yammine, S., Fournier, A., Olsen, K. S., Lukic, M., Gram, I. T., Ardanaz, E., Sánchez, M.-J., Dossus, L., Fortner, R. T., Srouf, B., Jannasch, F., Schulze, M. B., Amiano, P., Agudo, A., Colorado-Yohar, S., ... Murphy, N., 2021, Dietary intake of trans fatty acids and breast cancer risk in 9 European countries., *BMC Medicine*, 19(1), 81. <https://doi.org/10.1186/s12916-021-01952-3>
- Matyash, V., Liebisch, G., Kurzchalia, T. V., Shevchenko, A., ve Schwudke, D., 2008, Lipid extraction by methyl-tert-butyl ether for high-throughput lipidomics., *Journal of Lipid Research*, 49(5), 1137–1146. <https://doi.org/10.1194/jlr.D700041-JLR200>
- Mauriege, P., DESPRÉS, J., Moorjani, S., Prud'Homme, D., Lamarche, B., Bouchard, C., Nadeau, A., Tremblay, A., ve Lupien, P. J., 1993, Abdominal and femoral adipose tissue lipolysis and cardiovascular disease risk factors in men, *European journal of clinical investigation*, 23(11), 729–740.
- Mayneris-Perxachs, J., Sala-Vila, A., Chisaguano, M., Castellote, A. I., Estruch, R., Covas, M. I., Fitó, M., Salas-Salvadó, J., Martínez-González, M. A., Lamuela-Raventós, R., Ros, E., ve López-Sabater, M. C., 2014, Effects of 1-year intervention with a Mediterranean diet on plasma fatty acid composition and metabolic syndrome in a population at high cardiovascular risk., *PloS One*, 9(3), e85202. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0085202>

- Mazidi, M., Banach, M., ve Kengne, A. P., 2018, Association between plasma trans fatty acids concentrations and leucocyte telomere length in US adults., *European Journal of Clinical Nutrition*, 72(4), 581–586. <https://doi.org/10.1038/s41430-017-0065-y>
- McLaughlin, D. P., Stamford, J. A., White, D. A., ve Aktümsek, A., 2010, *İnsan fizyolojisi*, Nobel Yayın Dağıtım.
- Mehrzad, R., 2020, *Etiology of obesity* (R. B. T.-O. Mehrzad (ed.); ss. 43–54), Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-818839-2.00004-1>
- Mensink, R. P., ve Katan, M. B., 1992, Effect of Dietary Fatty Acids on Serum Lipids and Lipoproteins. A Meta-Analysis of 27 Trials., *Arteriosclerosis and Thrombosis a Journal of Vascular Biology*, 12(8), 911–919. <https://doi.org/10.1161/01.atv.12.8.911>
- Micallef, M., Munro, I., Phang, M., ve Garg, M., 2009, Plasma n-3 Polyunsaturated Fatty Acids are negatively associated with obesity., *The British Journal of Nutrition*, 102(9), 1370–1374. <https://doi.org/10.1017/S0007114509382173>
- Moghadasian, M. H., ve Shahidi, F., 2017, *Fatty Acids* (S. R. B. T.-I. E. of P. H. (Second E. Quah (ed.); ss. 114–122), Academic Press. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803678-5.00157-0>
- Montastier, E., Villa-Vialaneix, N., Caspar-Bauguil, S., Hlavaty, P., Tvrzicka, E., Gonzalez, I., Saris, W. H. M., Langin, D., Kunesova, M., ve Viguerie, N., 2015, System model network for adipose tissue signatures related to weight changes in response to calorie restriction and subsequent weight maintenance., *PLoS Computational Biology*, 11(1), e1004047. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1004047>
- Moore, K. M., ve Knauft, D. A., 1989, The Inheritance of High Oleic Acid in Peanut, *Journal of Heredity*, 80(3), 252–253. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.jhered.a110845>
- Moreira, D. K. T., Santos, P. S., Gambero, A., ve Macedo, G. A., 2017, Evaluation of structured lipids with behenic acid in the prevention of obesity, *Food Research International*, 95, 52–58. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.03.005>
- Moriyama, K., Kishimoto, N., Shiina, Y., Urata, N., Masuda, Y., Oda, K., Yamada, C., Takashimizu, S., Kubo, A., ve Nishizaki, Y., 2021, Oleic acid to stearic acid ratio might be a potential marker for insulin resistance in non-obese Japanese., *Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition*, 68(2), 164–168. <https://doi.org/10.3164/jcbn.20-95>
- Mousavi, S. M., Jalilpiran, Y., Karimi, E., Aune, D., Larijani, B., Mozaffarian, D., Willett, W. C., ve Esmailzadeh, A., 2021, Dietary Intake of Linoleic Acid, Its Concentrations, and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Dose-Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies., *Diabetes Care*, 44(9), 2173–2181. <https://doi.org/10.2337/dc21-0438>

- Moussavi Javardi, M. S., Madani, Z., Movahedi, A., Karandish, M., ve Abbasi, B., 2020, The correlation between dietary fat quality indices and lipid profile with Atherogenic index of plasma in obese and non-obese volunteers: a cross-sectional descriptive-analytic case-control study, *Lipids in Health and Disease*, 19(1), 213. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01387-4>
- Moussavi, N., Gavino, V., ve Receveur, O., 2008, Could the Quality of Dietary Fat, and Not Just Its Quantity, Be Related to Risk of Obesity?, *Obesity*, 16(1), 7–15. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/oby.2007.14>
- Mozaffarian, D., Katan, M. B., Ascherio, A., Stampfer, M. J., ve Willett, W. C., 2006, Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease, *New England Journal of Medicine*, 354(15), 1601–1613. <https://doi.org/10.1056/NEJMra054035>
- Mu, Y.-M., Yanase, T., Nishi, Y., Tanaka, A., Saito, M., Jin, C.-H., Mukasa, C., Okabe, T., Nomura, M., Goto, K., ve Nawata, H., 2001, Saturated FFAs, Palmitic Acid and Stearic Acid, Induce Apoptosis in Human Granulosa Cells, *Endocrinology*, 142(8), 3590–3597. <https://doi.org/10.1210/endo.142.8.8293>
- Müller, H., Kirkhus, B., ve Pedersen, J. I., 2001, Serum Cholesterol Predictive Equations With Special Emphasis on *trans* and Saturated Fatty Acids. An Analysis From Designed Controlled Studies, *Lipids*, 36(8), 783–791. <https://doi.org/10.1007/s11745-001-0785-6>
- Mustafa, G., Kursat, F. M., Ahmet, T., Alparslan, G. F., Omer, G., Sertoglu, E., Erkan, S., Ediz, Y., Turker, T., ve Ayhan, K., 2017, The relationship between erythrocyte membrane fatty acid levels and cardiac autonomic function in obese children, *Revista Portuguesa de Cardiologia*, 36(7–8), 499–508. <https://doi.org/10.1016/j.repc.2016.10.013>
- Naghshi, S., Aune, D., Beyene, J., Mobarak, S., Asadi, M., ve Sadeghi, O., 2021, Dietary intake and biomarkers of alpha linolenic acid and risk of all cause, cardiovascular, and cancer mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of cohort studies., *BMJ (Clinical Research Ed.)*, 375, n2213. <https://doi.org/10.1136/bmj.n2213>
- Narverud, I., Bogsrud, M. P., Øyri, L. K. L., Ulven, S. M., Retterstøl, K., Ueland, T., Mulder, M., Roeters van Lennep, J., Halvorsen, B., Aukrust, P., Veierød, M. B., ve Holven, K. B., 2019, Lipoprotein(a) concentration is associated with plasma arachidonic acid in subjects with familial hypercholesterolaemia., *The British Journal of Nutrition*, 122(7), 790–799. <https://doi.org/10.1017/S0007114519001600>
- Nasir, Y., Farzollahpour, F., Mirzababaei, A., Maghbooli, Z., ve Mirzaei, K., 2021, Associations of dietary fats intake and adipokines levels in obese women, *Clinical Nutrition ESPEN*, 43, 390–396. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.clnesp.2021.03.018>
- Naughton, S. S., Mathai, M. L., Hryciw, D. H., ve McAinch, A. J., 2016, Linoleic acid and the pathogenesis of obesity, *Prostaglandins & Other Lipid Mediators*, 125, 90–99. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.prostaglandins.2016.06.003>

- Ng, T. W. K., Ooi, E. M. M., Watts, G. F., Chan, D. C., ve Barrett, P. H. R., 2014, Atorvastatin plus omega-3 fatty acid ethyl ester decreases very-low-density lipoprotein triglyceride production in insulin resistant obese men., *Diabetes, Obesity & Metabolism*, 16(6), 519–526. <https://doi.org/10.1111/dom.12243>
- Nicholls, S., ve Lundman, P., 2004, The emerging role of lipoproteins in atherogenesis: beyond LDL cholesterol, *Seminars in vascular medicine*, 4(02), 187–195.
- Nonaka, H., Ohue-Kitano, R., Masujima, Y., Igarashi, M., ve Kimura, I., 2022, Dietary Medium-Chain Triglyceride Decanoate Affects Glucose Homeostasis Through GPR84-Mediated GLP-1 Secretion in Mice., *Frontiers in Nutrition*, 9, 848450. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.848450>
- Nosaka, N., Tsujino, S., ve Kato, K., 2022, Short-Term Ingestion of Medium-Chain Triglycerides Could Enhance Postprandial Consumption of Ingested Fat in Individuals with a Body Mass Index from 25 to Less than 30: A Randomized, Placebo-Controlled, Double-Blind Crossover Study., *Nutrients*, 14(5). <https://doi.org/10.3390/nu14051119>
- Ntambi, J. M., ve Miyazaki, M., 2003, Recent insights into stearoyl-CoA desaturase-1., *Current Opinion in Lipidology*, 14(3), 255–261. <https://doi.org/10.1097/00041433-200306000-00005>
- Obuzor, G. U., ve Nkom, N., 2010, Fatty acid composition of *Aspilia africana* (Nigerian), *International Archive of Applied Sciences and Technology*, 1(2), 13–19.
- Oda, E., Hatada, K., Kimura, J., Aizawa, Y., Thanikachalam, P. V., ve Watanabe, K., 2005, Relationships between serum unsaturated fatty acids and coronary risk factors: negative relations between nervonic acid and obesity-related risk factors., *International Heart Journal*, 46(6), 975–985. <https://doi.org/10.1536/ihj.46.975>
- Oiso, S., Nobe, M., Iwasaki, S., Nii, W., Goto, N., Seki, Y., Nakajima, K., Nakamura, K., ve Kariyazono, H., 2015, Inhibitory Effect of Oleic Acid on Octanoylated Ghrelin Production., *Journal of Oleo Science*, 64(11), 1185–1192. <https://doi.org/10.5650/jos.ess15137>
- Okada, T., Furuhashi, N., Kuromori, Y., Miyashita, M., Iwata, F., ve Harada, K., 2005, Plasma palmitoleic acid content and obesity in children, *The American journal of clinical nutrition*, 82(4), 747–750.
- Okamoto-Kearney, M., 1987, Final report on the safety assessment of oleic acid, lauric acid, palmitic acid, myristic acid, and stearic acid, İçinde *J. Am. Coll. Toxicol* (C. 6). http://www.cir-safety.org/sites/default/files/115_draft_steary_suppl3.pdf
- Olsen, T., Øvrebø, B., Turner, C., Bastani, N. E., Refsum, H., ve Vinknes, K. J., 2018, Combining dietary sulfur amino acid restriction with polyunsaturated fatty acid intake in humans: a randomized controlled pilot trial, *Nutrients*, 10(12), 1822.
- Oroian, M., Ursachi, F., ve Dranca, F., 2020, Ultrasound-Assisted Extraction of Polyphenols From Crude Pollen., *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/antiox9040322>

- Özogul, Y., Özogul, F., Çiçek, E., Polat, A., ve Kuley, E., 2009, Fat content and fatty acid compositions of 34 marine water fish species from the Mediterranean Sea, *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 60(6), 464–475. <https://doi.org/10.1080/09637480701838175>
- Panda, C., Cole, S. A., Haack, K., Mehta, N. R., Comuzzie, A. G., Butte, N. F., ve Voruganti, S., 2020, Serum Urate, PUFAs and Abdominal Obesity in Hispanic Children: The Viva La Familia Study, *Current Developments in Nutrition*, 4(Supplement_2), 1268. https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa058_026
- Pandit, P., Krishnamurthy, K., ve Murthy, K., 2020, Algebraic and Geometric Basis of Principal Components: An Overview, *Journal of Reliability and Statistical Studies*. <https://doi.org/10.13052/jrss0974-8024.1314>
- Papamichael, M. M., Katsardis, C., Tsoukalas, D., Itsiopoulos, C., ve Erbas, B., 2021, Plasma lipid biomarkers in relation to BMI, lung function, and airway inflammation in pediatric asthma, *Metabolomics*, 17(7), 63. <https://doi.org/10.1007/s11306-021-01811-5>
- Pasini, E. M., Kirkegaard, M., Mortensen, P., Lutz, H. U., Thomas, A. W., ve Mann, M., 2006, In-depth analysis of the membrane and cytosolic proteome of red blood cells., *Blood*, 108(3), 791–801. <https://doi.org/10.1182/blood-2005-11-007799>
- Pekgör, A., ve Karakoca, A., 2024, ROC analizinde doğruluk oranına dayalı uyarlanmış kesme değerleri ve performans karşılaştırmaları, *Necmettin Erbakan Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 6(1), 115–123. <https://doi.org/10.47112/neufmbd.2024.36>
- Pellegrini, C. N., Buzkova, P., Lichtenstein, A. H., Matthan, N. R., Ix, J. H., Siscovick, D. S., Heckbert, S. R., Tracy, R. P., Mukamal, K. J., Djoussé, L., ve Kizer, J. R., 2021, Individual non-esterified fatty acids and incident atrial fibrillation late in life., *Heart (British Cardiac Society)*, 107(22), 1805–1812. <https://doi.org/10.1136/heartjnl-2020-317929>
- Perez-Cornago, A., Huybrechts, I., Appleby, P. N., Schmidt, J. A., Crowe, F. L., Overvad, K., Tjønneland, A., Kühn, T., Katzke, V., Trichopoulou, A., Karakatsani, A., Peppas, E., Grioni, S., Palli, D., Sacerdote, C., Tumino, R., Bueno-de-Mesquita, H. B., Larrañaga, N., Sánchez, M.-J., ... Key, T. J., 2020, Intake of individual fatty acids and risk of prostate cancer in the European prospective investigation into cancer and nutrition., *International Journal of Cancer*, 146(1), 44–57. <https://doi.org/10.1002/ijc.32233>
- Perez-Herrera, A., Rangel-Zuñiga, O. A., Delgado-Lista, J., Marin, C., Perez-Martinez, P., Tasset, I., Tunez, I., Quintana-Navarro, G. M., Lopez-Segura, F., Luque de Castro, M. D., Lopez-Miranda, J., Camargo, A., ve Perez-Jimenez, F., 2013, The antioxidants in oils heated at frying temperature, whether natural or added, could protect against postprandial oxidative stress in obese people, *Food Chemistry*, 138(4), 2250–2259. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.12.023>
- Petkova, Z., Antova, G., ve Angelova-Romova, M., 2020, Biologically Active Components and Health Benefits of Nettle Seed Oil, *Grasas Y Aceites*, 71(1), 347.

<https://doi.org/10.3989/gya.0108191>

- Pfeuffer, M., ve Jaudszus, A., 2016, Pentadecanoic and Heptadecanoic Acids: Multifaceted Odd-Chain Fatty Acids., *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 7(4), 730–734. <https://doi.org/10.3945/an.115.011387>
- Phillips, C. M., 2013, Metabolically healthy obesity: definitions, determinants and clinical implications, *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders*, 14(3), 219–227.
- Pickens, C. A., Lane-Elliot, A., Comstock, S. S., ve Fenton, J. I., 2016, Altered Saturated and Monounsaturated Plasma Phospholipid Fatty Acid Profiles in Adult Males with Colon Adenomas., *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 25(3), 498–506. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-15-0696>
- Pickens, C. A., Sordillo, L. M., Comstock, S. S., Harris, W. S., Hortos, K., Kovan, B., ve Fenton, J. I., 2015, Plasma phospholipids, non-esterified plasma polyunsaturated fatty acids and oxylipids are associated with BMI, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids*, 95, 31–40. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plefa.2014.12.001>
- Pinhas-Hamiel, O., Lerner-Geva, L., Copperman, N., ve Jacobson, M. Z., 2007, Lipid and Insulin Levels in Obese Children: Changes With Age and Puberty**, *Obesity*. <https://doi.org/10.1038/oby.2007.335>
- Poirier, P., Alpert, M. A., Fleisher, L. A., Thompson, P. D., Sugerman, H. J., Burke, L. E., Marceau, P., ve Franklin, B. A., 2009, Cardiovascular evaluation and management of severely obese patients undergoing surgery: a science advisory from the American Heart Association, *Circulation*, 120(1), 86–95.
- Poirier, P., Cornier, M.-A., Mazzone, T., Stiles, S., Cummings, S., Klein, S., McCullough, P. A., Ren Fielding, C., ve Franklin, B. A., 2011, Bariatric surgery and cardiovascular risk factors: a scientific statement from the American Heart Association, *Circulation*, 123(15), 1683–1701.
- Poirier, P., Giles, T. D., Bray, G. A., Hong, Y., Stern, J. S., Pi-Sunyer, F. X., ve Eckel, R. H., 2006, Obesity and cardiovascular disease: pathophysiology, evaluation, and effect of weight loss: an update of the 1997 American Heart Association Scientific Statement on Obesity and Heart Disease from the Obesity Committee of the Council on Nutrition, Physical, *Circulation*, 113(6), 898–918.
- Powell, L., ve Wallace, E. C., 2020, 79 - *Fatty Acid Metabolism* (J. E. Pizzorno & M. T. B. T.-T. of N. M. (Fifth E. Murray (ed.); ss. 584-592.e4), Churchill Livingstone. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-323-43044-9.00079-0>
- Qi, X., ve Luo, R., 2014, Sparse Principal Component Analysis in Hilbert Space, *Scandinavian Journal of Statistics*, 42(1), 270–289. <https://doi.org/10.1111/sjos.12106>
- Qiu, T., Yang, X., Wang, J., Pan, C., Chu, X., Xiong, J., Xie, J., Chang, Y., Wang, C.,

- ve Zhang, J., 2022, Obesity-induced elevated palmitic acid promotes inflammation and glucose metabolism disorders through GPRs/NF- κ B/KLF7 pathway, *Nutrition & Diabetes*, 12(1), 23. <https://doi.org/10.1038/s41387-022-00202-6>
- Quan, L.-H., Zhang, C., Dong, M., Jiang, J., Xu, H., Yan, C., Liu, X., Zhou, H., Zhang, H., Chen, L., Zhong, F.-L., Luo, Z.-B., Lam, S.-M., Shui, G., Li, D., ve Jin, W., 2020, Myristoleic acid produced by enterococci reduces obesity through brown adipose tissue activation., *Gut*, 69(7), 1239–1247. <https://doi.org/10.1136/gutjnl-2019-319114>
- Quehenberger, O., Armando, A. M., Brown, A. H., Milne, S. B., Myers, D. S., Merrill, A. H., Bandyopadhyay, S., Jones, K. N., Kelly, S., Shaner, R. L., Sullards, C. M., Wang, E., Murphy, R. C., Barkley, R. M., Leiker, T. J., Raetz, C. R. H., Guan, Z., Laird, G. M., Six, D. A., ... Dennis, E. A., 2010, Lipidomics reveals a remarkable diversity of lipids in human plasma[S], *Journal of Lipid Research*, 51(11), 3299–3305. <https://doi.org/https://doi.org/10.1194/jlr.M009449>
- Ramos, P., Bush, N. C., ve Jensen, M. D., 2020, Sex and Depot Differences in Palmitoleic Acid Content of Human Blood and Fat., *Lipids*, 55(1), 63–72. <https://doi.org/10.1002/lipd.12212>
- Reinehr, T., 2010, Obesity and thyroid function, *Molecular and Cellular Endocrinology*, 316(2), 165–171. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.mce.2009.06.005>
- Renahan, A. G., Tyson, M., Egger, M., Heller, R. F., ve Zwahlen, M., 2008, Body-mass index and incidence of cancer: a systematic review and meta-analysis of prospective observational studies, *The lancet*, 371(9612), 569–578.
- Ribeiro, A. S., Pina, F. L., Doderio, S. R., Silva, D. R., Schoenfeld, B. J., Sugihara Júnior, P., Fernandes, R. R., Barbosa, D. S., Cyrino, E. S., ve Tirapegui, J., 2016, Effect of Conjugated Linoleic Acid Associated With Aerobic Exercise on Body Fat and Lipid Profile in Obese Women: A Randomized, Double-Blinded, and Placebo-Controlled Trial., *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 26(2), 135–144. <https://doi.org/10.1123/ijsem.2015-0236>
- Riobó Serván, P., 2013, Obesity and diabetes., *Nutricion hospitalaria*, 28.
- Risérus, U., Vessby, B., Arnlöv, J., ve Basu, S., 2004, Effects of cis-9,trans-11 conjugated linoleic acid supplementation on insulin sensitivity, lipid peroxidation, and proinflammatory markers in obese men., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 80(2), 279–283. <https://doi.org/10.1093/ajcn/80.2.279>
- Ristić-Medić, D., Petrović, S., Polak, T., Bertonecelj, J., Arsić, A., Takić, M., Vučić, V., Gurinović, M., ve Korošec, M., 2022, Trans fatty acids in frequently consumed products from Serbian and Slovenian market., *Central European Journal of Public Health*, 30(1), 51–57. <https://doi.org/10.21101/cejph.a5928>
- Rodriguez-Perez, N., Schiavi, E., Frei, R., Ferstl, R., Wawrzyniak, P., Smolinska, S., Sokolowska, M., Sievi, N. A., Kohler, M., Schmid-Grendelmeier, P., Michalovich, D., Simpson, K. D., Hessel, E. M., Jutel, M., Martin-Fontecha, M., Palomares, O., Akdis, C. A., ve O'Mahony, L., 2017, Altered fatty acid metabolism and reduced

- stearoyl-coenzyme a desaturase activity in asthma, *Allergy*, 72(11), 1744–1752. <https://doi.org/10.1111/all.13180>
- Rodríguez, Y., Giri, M., Rottiers, R., ve Christophe, A. B., 2004a, Obese type 2 diabetics and obese patients have comparable plasma phospholipid fatty acid compositions deviating from that of healthy individuals, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 71(5), 303–308. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2004.04.004>
- Rodríguez, Y., Giri, M., Rottiers, R., ve Christophe, A. B., 2004b, Obese type 2 diabetics and obese patients have comparable plasma phospholipid fatty acid compositions deviating from that of healthy individuals, *Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids (PLEFA)*, 71(5), 303–308. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.plefa.2004.04.004>
- Rogero, M. M., ve Calder, P. C., 2018, Obesity, Inflammation, Toll-Like Receptor 4 and Fatty Acids, İçinde *Nutrients* (C. 10, Sayı 4). <https://doi.org/10.3390/nu10040432>
- Roopashree, P. G., Shetty, S. S., Shetty, V. V., ve Nalilu, S. K., 2022, Medium-Chain Fatty Acids and Breast Cancer Risk by Receptor and Pathological Subtypes., *Nutrients*, 14(24). <https://doi.org/10.3390/nu14245351>
- Rossi, A., Martins, M. P., Bitencourt, T. A., Peres, N. T. A., Rocha, C. H. L., Rocha, F. M. G., Neves-da-Rocha, J., Lopes, M. E. R., Sanches, P. R., Bortolossi, J. C., ve Martinez-Rossi, N. M., 2021, Reassessing the Use of Undecanoic Acid as a Therapeutic Strategy for Treating Fungal Infections, *Mycopathologia*, 186(3), 327–340. <https://doi.org/10.1007/s11046-021-00550-4>
- Rothman, K. J., 2008, BMI-related errors in the measurement of obesity, *International Journal of Obesity*, 32(3), S56–S59. <https://doi.org/10.1038/ijo.2008.87>
- Ruiz-Rodriguez, A., Reglero, G., ve Ibañez, E., 2010, Recent trends in the advanced analysis of bioactive fatty acids, *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*, 51(2), 305–326. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jpba.2009.05.012>
- Sabin, M. A., De Hora, M., Holly, J. M. P., Hunt, L. P., Ford, A. L., Williams, S. R., Baker, J. S., Retallick, C. J., Crowne, E. C., ve Shield, J. P. H., 2007, Fasting Nonesterified Fatty Acid Profiles in Childhood and Their Relationship With Adiposity, Insulin Sensitivity, and Lipid Levels, *Pediatrics*, 120(6), e1426–e1433. <https://doi.org/10.1542/peds.2007-0189>
- Sahyouni, W. Al, Kantar, S. El, Khelfa, A., Park, Y. K., Nicaud, J., Louka, N., ve Koubàa, M., 2022, Optimization of Cis-9-Heptadecenoic Acid Production From the Oleaginous Yeast *Yarrowia Lipolytica*, *Fermentation*. <https://doi.org/10.3390/fermentation8060245>
- Sandesh Suresh, K., Suresh, P. V, ve Kudre, T. G., 2019, 4 - Prospective ecofuel feedstocks for sustainable production, İçinde K. B. T.-A. in E.-F. for a S. E. Azad (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Energy* (ss. 89–117), Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102728-8.00004-8>

- Santos-Silva, J., Bessa, R. J. B., ve Santos-Silva, F., 2002, Effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs: II. Fatty acid composition of meat, *Livestock Production Science*, 77(2–3), 187–194.
- Sanz, N., Diaz, M., López-Bermejo, A., Sierra, C., Fernández, A., de Zegher, F., ve Ibáñez, L., 2014, Newborns with lower levels of circulating polyunsaturated fatty acids (PUFA) are abdominally more adipose., *Pediatric Obesity*, 9(3), e68-72. <https://doi.org/10.1111/j.2047-6310.2013.00200.x>
- Saraswathi, V., Kumar, N., Gopal, T., Bhatt, S., Ai, W., Ma, C., Talmon, G. A., ve Desouza, C., 2020, Lauric Acid versus Palmitic Acid: Effects on Adipose Tissue Inflammation, Insulin Resistance, and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Obesity., *Biology*, 9(11). <https://doi.org/10.3390/biology9110346>
- Sato, M., Katai, M., Kondo, N., Kawana, M., ve Shimamoto, K., 2022, Relationship Between Aging, Menopause, and Eicosapentaenoic Acid/Arachidonic Acid Ratio in Women With Dyslipidemia in Tokyo, *Tokyo Women's Medical University Journal*, 6, 108–116. <https://doi.org/10.24488/twmuj.2022007>
- Satranský, M., Fraňková, A., Kuchtová, P., Pazderů, K., ve Capouchova, I., 2021, Oil content and fatty acid profile of selected poppy (*Papaver somniferum* L.) landraces and modern cultivars, *Plant, Soil and Environment*, 67(10), 579–587.
- Sauvat, A., Chen, G., Müller, K., Tong, M., Aprahamian, F., Durand, S., Cerrato, G., Bezu, L., Leduc, M., Franz, J., Rockenfeller, P., Sadoshima, J., Madeo, F., Kepp, O., ve Kroemer, G., 2018, Trans-Fats Inhibit Autophagy Induced by Saturated Fatty Acids., *EBioMedicine*, 30, 261–272. <https://doi.org/10.1016/j.ebiom.2018.03.028>
- Schirmer, M. A., ve Phinney, S. D., 2007, Gamma-linolenate reduces weight regain in formerly obese humans., *The Journal of Nutrition*, 137(6), 1430–1435. <https://doi.org/10.1093/jn/137.6.1430>
- Schlörmann, W., Kramer, R., Lochner, A., Rohrer, C., Schleussner, E., Jahreis, G., ve Kuhnt, K., 2015, Foetal cord blood contains higher portions of n-3 and n-6 long-chain PUFA but lower portions of trans C18:1 isomers than maternal blood., *Food & Nutrition Research*, 59, 29348. <https://doi.org/10.3402/fnr.v59.29348>
- Schwertner, H. A., ve Mosser, E. L., 1993, Comparison of lipid fatty acids on a concentration basis vs weight percentage basis in patients with and without coronary artery disease or diabetes, *Clinical Chemistry*, 39(4), 659–663. <https://doi.org/10.1093/clinchem/39.4.659>
- Schwingshackl, L., ve Hoffmann, G., 2012, Monounsaturated fatty acids and risk of cardiovascular disease: synopsis of the evidence available from systematic reviews and meta-analyses, *Nutrients*, 4(12), 1989–2007.
- Scientific Opinion on Application (EFSA-GMO-UK-2007-43) for the Placing on the Market of Herbicide Tolerant Genetically Modified Soybean 356043 for Food and Feed Uses, Import and Processing Under Regulation (EC) No 1829/2003 From Pioneer, 2011, *Efsa Journal*. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2011.2310>

- Sengupta, A., ve Ghosh, M., 2012, Comparison of native and capric acid-enriched mustard oil effects on oxidative stress and antioxidant protection in rats., *The British Journal of Nutrition*, 107(6), 845–849. <https://doi.org/10.1017/S0007114511003874>
- Serafim, V., Chirita-Emandi, A., Andreescu, N., Tiugan, D.-A., Tutac, P., Paul, C., Velea, I., Mihailescu, A., Şerban, C. L., Zimbru, C. G., Puiu, M., ve Niculescu, M. D., 2019, Single Nucleotide Polymorphisms in PEMT and MTHFR Genes are Associated with Omega 3 and 6 Fatty Acid Levels in the Red Blood Cells of Children with Obesity., *Nutrients*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/nu11112600>
- Sertoğlu, E., 2012, *Serum ve eritrosit membran yağ asitlerinin gaz kromatografisi-alev iyonizasyon dedektörü ile ölçümü ve klinik kullanımı*, Gülhane Askeri Tıp Akademisi Askeri Tıp Fakültesi.
- Sertoglu, E., Kurt, I., Tapan, S., Uyanik, M., Serdar, M. A., Kayadibi, H., ve El-Fawaeir, S., 2014, Comparison of plasma and erythrocyte membrane fatty acid compositions in patients with end-stage renal disease and type 2 diabetes mellitus, *Chemistry and physics of lipids*, 178, 11–17.
- Shantha, N. C., ve Ackman, R. G., 1990, Nervonic acid versus tricosanoic acid as internal standards in quantitative gas chromatographic analyses of fish oil longer-chain n-3 polyunsaturated fatty acid methyl esters., *Journal of Chromatography*, 533, 1–10. [https://doi.org/10.1016/s0378-4347\(00\)82182-9](https://doi.org/10.1016/s0378-4347(00)82182-9)
- Shapiro, S., 1996, The Inhibitory Action of Fatty Acids on Oral Bacteria, *Oral Microbiology and Immunology*. <https://doi.org/10.1111/j.1399-302x.1996.tb00193.x>
- Shekhar, N., Tyagi, S., Rani, S., ve Thakur, A. K., 2023, Potential of Capric Acid in Neurological Disorders: An Overview, *Neurochemical Research*, 48(3), 697–712. <https://doi.org/10.1007/s11064-022-03809-4>
- Shimabukuro, M., Hirata, Y., Tabata, M., Dagvasumberel, M., Sato, H., Kurobe, H., Fukuda, D., Soeki, T., Kitagawa, T., ve Takanashi, S., 2013, Epicardial adipose tissue volume and adipocytokine imbalance are strongly linked to human coronary atherosclerosis, *Arteriosclerosis, thrombosis, and vascular biology*, 33(5), 1077–1084.
- Siess, W., Scherer, B., Böhlig, B., Roth, P., Kurzmann, I., ve Weber, P. C., 1980, PLATELET-MEMBRANE FATTY ACIDS, PLATELET AGGREGATION, AND THROMBOXANE FORMATION DURING A MACKEREL DIET, *The Lancet*, 315(8166), 441–444. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(80\)90995-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(80)90995-2)
- Silbernagel, G., Kovarova, M., Cegan, A., Machann, J., Schick, F., Lehmann, R., Häring, H.-U., Stefan, N., Schleicher, E., Fritsche, A., ve Peter, A., 2012, High hepatic SCD1 activity is associated with low liver fat content in healthy subjects under a lipogenic diet., *The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism*, 97(12), E2288-92. <https://doi.org/10.1210/jc.2012-2152>
- Singer, S. J., ve Nicolson, G. L., 1972, The fluid mosaic model of the structure of cell membranes., *Science (New York, N.Y.)*, 175(4023), 720–731.

<https://doi.org/10.1126/science.175.4023.720>

- Siram, K., Habibur Rahman, S. M., Balakumar, K., Duganath, N., Chandrasekar, R., ve Hariprasad, R., 2019, *Chapter 4 - Pharmaceutical nanotechnology: Brief perspective on lipid drug delivery and its current scenario* (A. M. B. T.-B. A. of N. Grumezescu (Ed.); ss. 91–115), William Andrew Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816506-5.00005-X>
- Siriwardhana, N., Kalupahana, N. S., ve Moustaid-Moussa, N., 2012, Health benefits of n-3 polyunsaturated fatty acids: eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid., *Advances in Food and Nutrition Research*, 65, 211–222. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416003-3.00013-5>
- Smedman, A. E. M., Gustafsson, I.-B., Berglund, L. G. T., ve Vessby, B. O. H., 1999, Pentadecanoic acid in serum as a marker for intake of milk fat: relations between intake of milk fat and metabolic risk factors, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 69(1), 22–29. <https://doi.org/10.1093/ajcn/69.1.22>
- Sot, J., García-Arribas, A., Abad, B., Arranz, S., Portune, K., Andrade, F., Martín-Nieto, A., Velasco, O., Arana, E., Tueros, I., Ferreri, C., Gaztambide, S., Goñi, F., Castaño, L., ve Alonso, A., 2022, Erythrocyte Membrane Nanomechanical Rigidity Is Decreased in Obese Patients, *International Journal of Molecular Sciences*, 23(3), 1920. <https://doi.org/10.3390/ijms23031920>
- Stillwell, W., 2016, *Chapter 16 - Membrane Biogenesis: Proteins* (W. B. T.-A. I. to B. M. (Second E. Stillwell (Ed.); ss. 349–367), Elsevier. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63772-7.00016-6>
- Strable, M. S., ve Ntambi, J. M., 2010, Genetic control of de novo lipogenesis: role in diet-induced obesity., *Critical Reviews in Biochemistry and Molecular Biology*, 45(3), 199–214. <https://doi.org/10.3109/10409231003667500>
- Su, Y., Feng, Z., He, Y., Hong, L., Liu, G., Li, T., ve Yin, Y., 2019, Monosodium l-glutamate and fats change free fatty acid concentrations in intestinal contents and affect free fatty acid receptors express profile in growing pigs, *Food and Nutrition Research*, 63. <https://doi.org/10.29219/FNR.V63.1444>
- Suara, S. B., Siassi, F., Saaka, M., Foroshani, A. R., Asadi, S., ve Sotoudeh, G., 2020, Dietary fat quantity and quality in relation to general and abdominal obesity in women: a cross-sectional study from Ghana, *Lipids in Health and Disease*, 19(1), 67. <https://doi.org/10.1186/s12944-020-01227-5>
- Sun, S. Y., Yang, W., Tan, Z., Zhang, X. Y., Shen, Y., Guo, Q., Su, G. M., Chen, X., Lin, J., ve Fang, D. Z., 2022, Serum Levels of Free Fatty Acids in Obese Mice and Their Associations With Routine Lipid Profiles, *Diabetes Metabolic Syndrome and Obesity Targets and Therapy*. <https://doi.org/10.2147/dms0.s348800>
- Swerdloff, R. S., Wang, C., White, W. B., Kaminetsky, J., Gittelman, M. C., Longstreth, J. A., Dudley, R. E., ve Danoff, T. M., 2020, A New Oral Testosterone Undecanoate Formulation Restores Testosterone to Normal Concentrations in Hypogonadal Men, *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*, 105(8), 2515–2531. <https://doi.org/10.1210/clinem/dgaa238>

- Szczuko, M., Kikut, J., Komorniak, N., Bilicki, J., Celewicz, Z., ve Ziğtek, M., 2020, The Role of Arachidonic and Linoleic Acid Derivatives in Pathological Pregnancies and the Human Reproduction Process, *International Journal of Molecular Sciences*, 21(24), 9628. <https://doi.org/10.3390/ijms21249628>
- Szczygielska, A., Widomska, S., Jaraszkiwicz, M., Knera, P., ve Muc, K., 2003, Blood lipids profile in obese or overweight patients., *Annales Universitatis Mariae Curie-Sklodowska. Sectio D: Medicina*, 58(2), 343–349.
- Szpunar-Krok, E., ve Wondołowska-Grabowska, A., 2022, Quality Evaluation Indices for Soybean Oil in Relation to Cultivar, Application of N Fertiliser and Seed Inoculation With Bradyrhizobium Japonicum, *Foods*, 11(5), 762. <https://doi.org/10.3390/foods11050762>
- Tagliaferri, M., Berselli, M. E., Calò, G., Minocci, A., Savia, G., Petroni, M. L., Viberti, G. C., ve Liuzzi, A., 2001, Subclinical Hypothyroidism in Obese Patients: Relation to Resting Energy Expenditure, Serum Leptin, Body Composition, and Lipid Profile, *Obesity Research*, 9(3), 196–201. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/oby.2001.21>
- Tacic, M., Pokimica, B., Petrovic-Oggiano, G., ve Popovic, T., 2022, Effects of Dietary α -Linolenic Acid Treatment and the Efficiency of Its Conversion to Eicosapentaenoic and Docosahexaenoic Acids in Obesity and Related Diseases., *Molecules (Basel, Switzerland)*, 27(14). <https://doi.org/10.3390/molecules27144471>
- Tallima, H., ve El Ridi, R., 2018, Arachidonic acid: Physiological roles and potential health benefits – A review, *Journal of Advanced Research*, 11, 33–41. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.11.004>
- Thomas, A., 2000, Fats and Fatty Oils, İçinde *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*. https://doi.org/https://doi.org/10.1002/14356007.a10_173
- Tribble, D. L., Holl, L. G., Wood, P. D., ve Krauss, R. M., 1992, Variations in oxidative susceptibility among six low density lipoprotein subfractions of differing density and particle size, *Atherosclerosis*, 93(3), 189–199.
- Trieu, K., Bhat, S., Dai, Z., Leander, K., Gigante, B., Qian, F., Korat, A. V. A., Sun, Q., Pan, X.-F. F., Laguzzi, F., Cederholm, T., De Faire, U., Hellenius, M. L., Wu, J. H. Y., Riserus, U., ve Marklund, M., 2021, Biomarkers of dairy fat intake, incident cardiovascular disease, and all-cause mortality: A cohort study, systematic review, and meta-analysis, *PLoS Medicine*, 18(9). <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1003763>
- Tsurutani, Y., Inoue, K., Sugisawa, C., Saito, J., Omura, M., ve Nishikawa, T., 2018, Increased Serum Dihomo- γ -linolenic Acid Levels Are Associated with Obesity, Body Fat Accumulation, and Insulin Resistance in Japanese Patients with Type 2 Diabetes, *Internal Medicine*, 57(20), 2929–2935. <https://doi.org/10.2169/internalmedicine.0816-18>
- Türkkan, E., Dağ, H., Dikker, O., Dağ, N. Ç., Kaçar, A., ve Sazak, S., 2021, Omentin-1 Levels and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease in Obese Adolescents, *Iranian*

Journal of Pediatrics. <https://doi.org/10.5812/ijp.117353>

- Ulbricht, T. L. V, ve Southgate, D. A. T., 1991, Coronary heart disease: seven dietary factors, *The lancet*, 338(8773), 985–992.
- Ulubay, M., Ozturk, M., Ozturk, O., Keskin, U., Fidan, U., Sertoglu, E., Aydin, H., Yilmaz, A., ve Yenen, M. C., 2017, Plasma free fatty acids in hyperemesis gravidarum pregnancy, *OPEN MEDICINE*, 12(1), 70–75. <https://doi.org/10.1515/med-2017-0009> WE - Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED)
- Ulusal Beslenme Konseyi Yağ Bilim Komisyonu Raporu*, 2022. https://hsgm.saglik.gov.tr/depo/birimler/saglikli-beslenme-hareketli-hayat-db/Ulusal_Beslenme_Konseyi_Yag_Bilim_Komisyonu_Raporu.pdf
- Usta, A., Avcı, E., Bülbül, Ç. B., Kadı, H., ve Adalı, E., 2018, The Monocyte Counts to HDL Cholesterol Ratio in Obese and Lean Patients With Polycystic Ovary Syndrome, *Reproductive Biology and Endocrinology*. <https://doi.org/10.1186/s12958-018-0351-0>
- Van Gaal, L. F., Mertens, I. L., ve Christophe, E., 2006, Mechanisms linking obesity with cardiovascular disease, *Nature*, 444(7121), 875–880.
- van Meer, G., Voelker, D. R., ve Feigenson, G. W., 2008, Membrane lipids: where they are and how they behave., *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 9(2), 112–124. <https://doi.org/10.1038/nrm2330>
- van Vliet, S., Koh, H.-C. E., Patterson, B. W., Yoshino, M., LaForest, R., Gropler, R. J., Klein, S., ve Mittendorfer, B., 2020, Obesity Is Associated With Increased Basal and Postprandial β -Cell Insulin Secretion Even in the Absence of Insulin Resistance, *Diabetes*, 69(10), 2112–2119. <https://doi.org/10.2337/db20-0377>
- Vandevijvere, S., Chow, C. C., Hall, K. D., Umali, E., ve Swinburn, B. A., 2015, Increased food energy supply as a major driver of the obesity epidemic: a global analysis., *Bulletin of the World Health Organization*, 93(7), 446–456. <https://doi.org/10.2471/BLT.14.150565>
- Vargas-Bello-Pérez, E., Fehrmann-Cartes, K., Íñiguez-González, G., Toro-Mújica, P., ve Garnsworthy, P. C., 2015, Short Communication: Chemical Composition, Fatty Acid Composition, and Sensory Characteristics of Chanco Cheese From Dairy Cows Supplemented With Soybean and Hydrogenated Vegetable Oils, *Journal of Dairy Science*, 98(1), 111–117. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8831>
- Vela, D., Buja, L. M., Madjid, M., Burke, A., Naghavi, M., Willerson, J. T., Casscells, S. W., ve Litovsky, S., 2007, The role of periaortic fat in atherosclerosis: an adipose subset with potential diagnostic and therapeutic implications, *Archives of pathology & laboratory medicine*, 131(3), 481–487.
- Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., ve Cisneros-Zevallos, L., 2007, Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars, *Food Chemistry*, 102(4), 1241–1249. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.07.024>

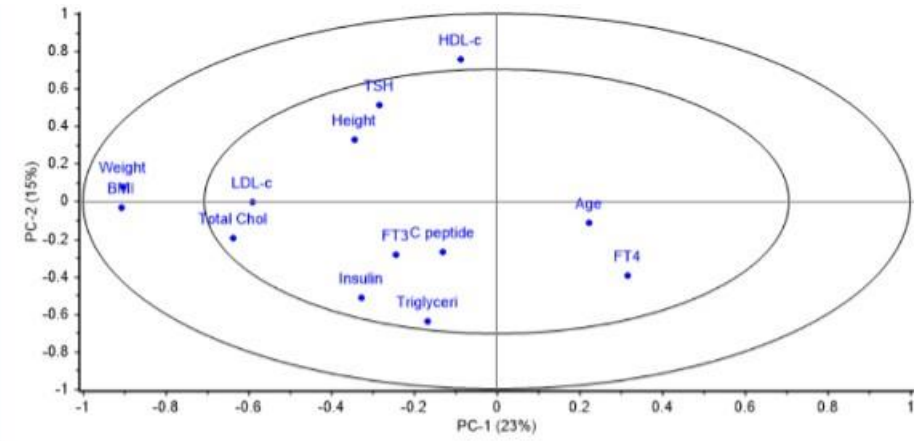
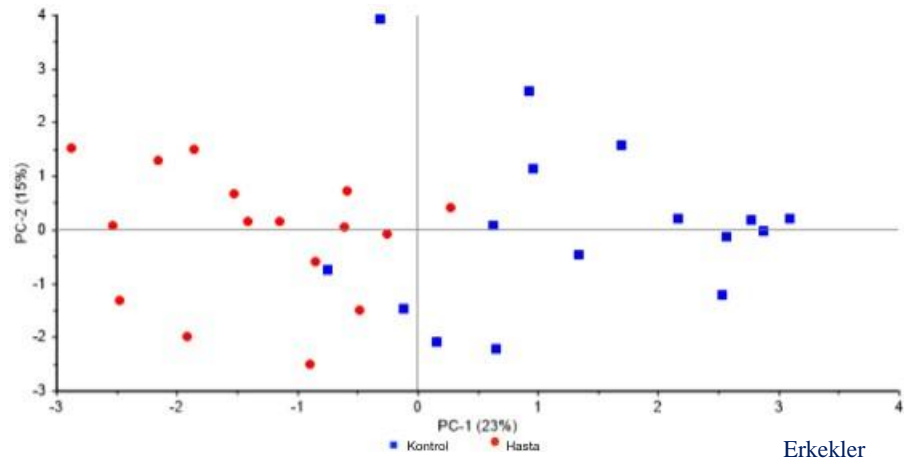
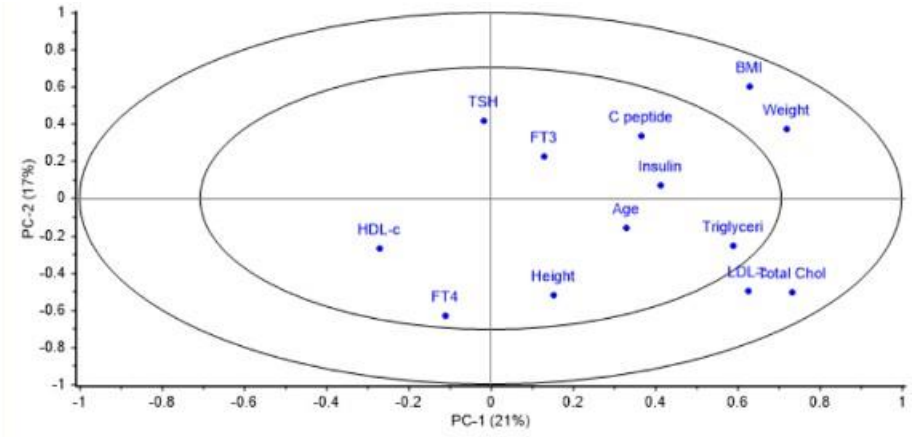
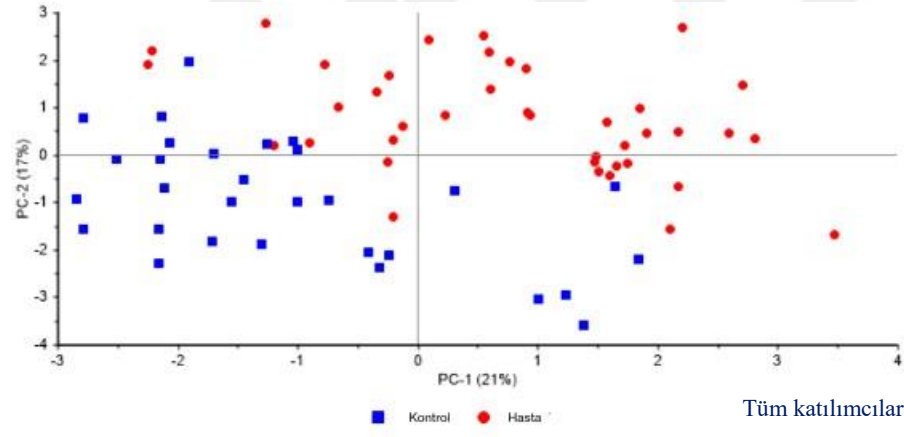
- Wagner, I. J., Szpalski, C., Allen, R. J., Davidson, E. H., Cañizares, O., Saadeh, P. B., ve Warren, S. M., 2012, Obesity Impairs Wound Closure Through a Vasculogenic Mechanism, *Wound Repair and Regeneration*. <https://doi.org/10.1111/j.1524-475x.2012.00803.x>
- Wallace, H. M., ve Walton, D. A., 2011, 19 - Macadamia (*Macadamia integrifolia*, *Macadamia tetraphylla* and hybrids), İçinde E. M. B. T.-P. B. and T. of T. and S. F. Yahia (Ed.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* (ss. 450-474e), Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1533/9780857092885.450>
- Wang, H., Steffen, L. M., Vessby, B., Basu, S., Steinberger, J., Moran, A., Jacobs, D. R. J., Hong, C.-P., ve Sinaiko, A. R., 2011, Obesity modifies the relations between serum markers of dairy fats and inflammation and oxidative stress among adolescents., *Obesity (Silver Spring, Md.)*, 19(12), 2404–2410. <https://doi.org/10.1038/oby.2011.234>
- Wang, H., Storlien, L. H., ve Huang, X.-F., 2002, Effects of dietary fat types on body fatness, leptin, and ARC leptin receptor, NPY, and AgRP mRNA expression., *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 282(6), E1352-9. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00230.2001>
- Wang, J., Liang, Y., Jian, L., Zhang, J., Liang, S., Xiao, S., Liu, B., ve Wang, H., 2016, Linoelaidic acid enhances adipogenic differentiation in adipose tissue-derived stromal cells through suppression of Wnt/ β -catenin signaling pathway in vitro., *Prostaglandins, Leukotrienes, and Essential Fatty Acids*, 110, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.plefa.2016.04.004>
- Wang, W., Shi, Z., Zhang, R., Yu, J., Wang, C., Hou, J., Sun, J., Liu, Y., Qin, K., Liu, Y., Guo, M., Rong, S., Huang, T., Wang, H., ve Chen, Z., 2021, Liver proteomics analysis reveals abnormal metabolism of bile acid and arachidonic acid in Chinese hamsters with type 2 diabetes mellitus., *Journal of Proteomics*, 239, 104186. <https://doi.org/10.1016/j.jprot.2021.104186>
- Wang, X., Jiang, F., Chen, W., Yuan, H., ve Li, Y., 2022, The Association Between Circulating Trans Fatty Acids and Thyroid Function Measures in U.S. Adults , İçinde *Frontiers in Endocrinology* (C. 13). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fendo.2022.928730>
- Wang, Y., Liu, D., Li, Y., Guo, L., Cui, Y., Zhang, X., ve Li, E., 2016, Metabolomic analysis of serum from obese adults with hyperlipemia by UHPLC-Q-TOF MS/MS., *Biomedical Chromatography: BMC*, 30(1), 48–54. <https://doi.org/10.1002/bmc.3491>
- Wei, Y., Jasbi, P., Shi, X., Turner, C., Hrovat, J., Liu, L., Rabena, Y., Porter, P., ve Gu, H., 2021, Early Breast Cancer Detection Using Untargeted and Targeted Metabolomics, *Journal of Proteome Research*, 20(6), 3124–3133. <https://doi.org/10.1021/acs.jproteome.1c00019>
- Whelan, J., ve Fritsche, K., 2013, Linoleic acid., *Advances in Nutrition (Bethesda, Md.)*, 4(3), 311–312. <https://doi.org/10.3945/an.113.003772>

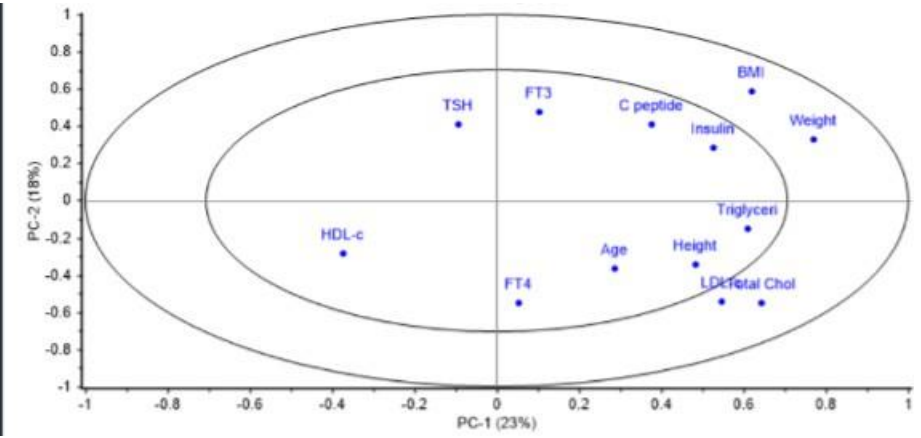
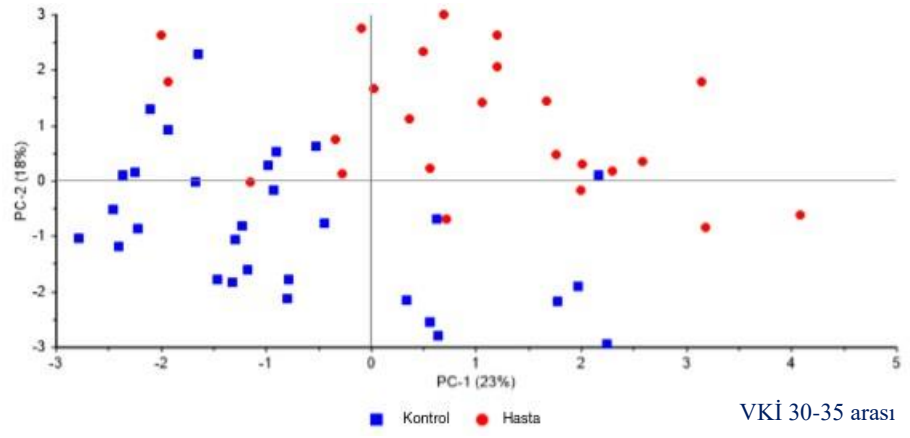
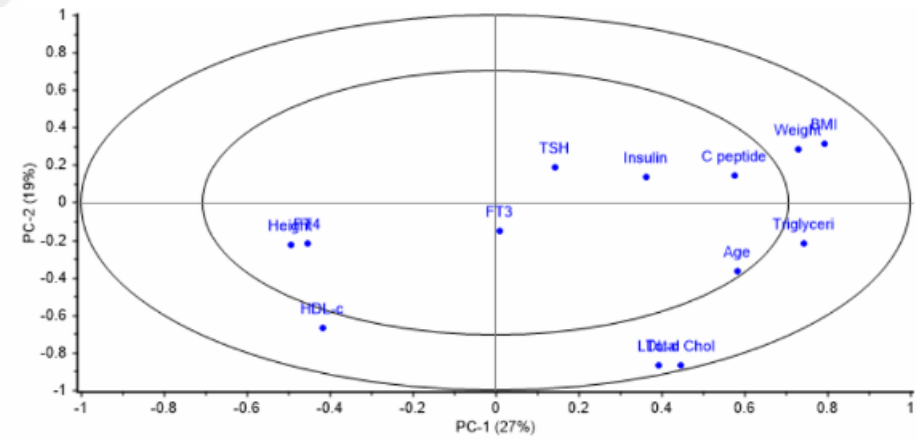
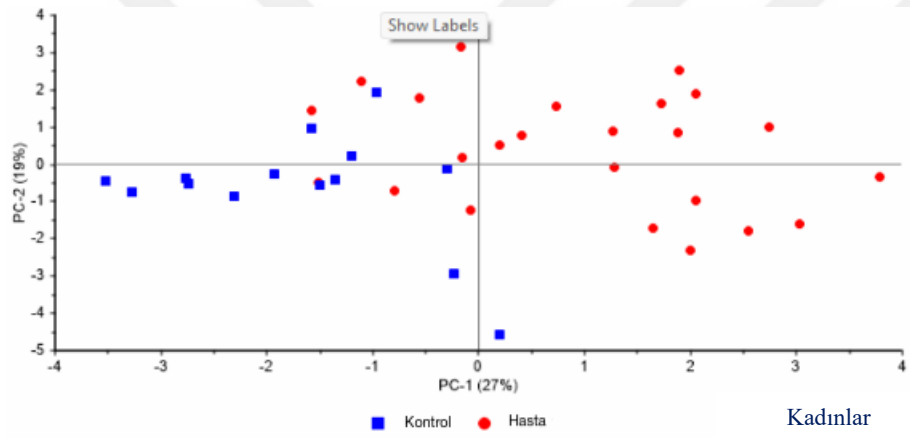
- Willett, W. C., Sacks, F., Trichopoulou, A., Drescher, G., Ferro-Luzzi, A., Helsing, E., ve Trichopoulos, D., 1995, Mediterranean diet pyramid: a cultural model for healthy eating, *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(6), 1402S-1406S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/61.6.1402S>
- Williams, M. A., King, I. B., Sorensen, T. K., Zingheim, R. W., Troyer, B. L., Zebelman, A. M., ve Luthy, D. A., 1998, Risk of preeclampsia in relation to elaidic acid (trans fatty acid) in maternal erythrocytes., *Gynecologic and Obstetric Investigation*, 46(2), 84–87. <https://doi.org/10.1159/000010007>
- Wolin, K. Y., Carson, K., ve Colditz, G. A., 2010, Obesity and cancer, *The Oncologist*, 15(6), 556–565. <https://doi.org/10.1634/theoncologist.2009-0285>
- Wondmkun, Y. T., 2020, Obesity, Insulin Resistance, and Type 2 Diabetes: Associations and Therapeutic Implications., *Diabetes, Metabolic Syndrome and Obesity: Targets and Therapy*, 13, 3611–3616. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S275898>
- Wong, M. W. K., Braidy, N., Pickford, R., Sachdev, P. S., ve Poljak, A., 2019, Comparison of Single Phase and Biphasic Extraction Protocols for Lipidomic Studies Using Human Plasma , İçinde *Frontiers in Neurology* (C. 10). <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/fneur.2019.00879>
- World Health Organisation, 2021a, *Nutrition - Body Mass Index*. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>
- World Health Organisation, 2021b, *Obesity and overweight*.
- Wouters, K., Gaens, K., Bijnen, M., Verboven, K., Jocken, J. W. E., Wetzels, S., Wijnands, E., Hansen, D., Greevenbroek, M. M. J. van, Duijvestijn, A. M., Biessen, E. A. L., Blaak, E. E., Stehouwer, C. D. A., ve Schalkwijk, C. G., 2017, Circulating Classical Monocytes Are Associated With CD11c+ Macrophages in Human Visceral Adipose Tissue, *Scientific Reports*. <https://doi.org/10.1038/srep42665>
- Wright, C. M., Sherriff, A., Ward, S. C. G., McColl, J. H., Reilly, J. J., ve Ness, A. R., 2008, Development of bioelectrical impedance-derived indices of fat and fat-free mass for assessment of nutritional status in childhood., *European Journal of Clinical Nutrition*, 62(2), 210–217. <https://doi.org/10.1038/sj.ejcn.1602714>
- Wu, C.-L., Kimmerling, K. A., Little, D., ve Guilak, F., 2017, Serum and synovial fluid lipidomic profiles predict obesity-associated osteoarthritis, synovitis, and wound repair, *Scientific Reports*, 7(1), 44315. <https://doi.org/10.1038/srep44315>
- Wu, F., Mao, L., Zhang, Y., Chen, X., Zhuang, P., Wang, W., Wang, J., ve Jiao, J., 2021, Individual SFA intake and risk of overweight/obesity: findings from a population-based nationwide cohort study., *The British Journal of Nutrition*, 1–9. <https://doi.org/10.1017/S0007114521002890>
- Xia, J., Yu, P., Zeng, Z., Ma, M., Zhang, G., Wan, D., Gong, D., Deng, S., ve Wang, J., 2021, Lauric Triglyceride Ameliorates High-Fat-Diet-Induced Obesity in Rats by

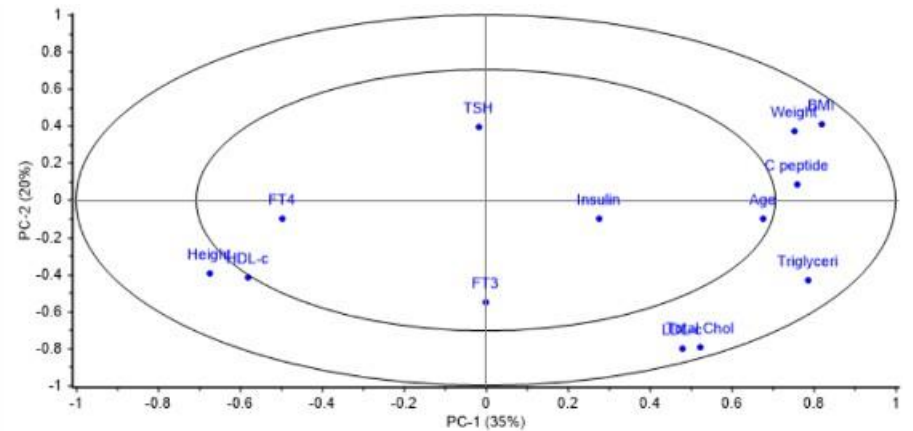
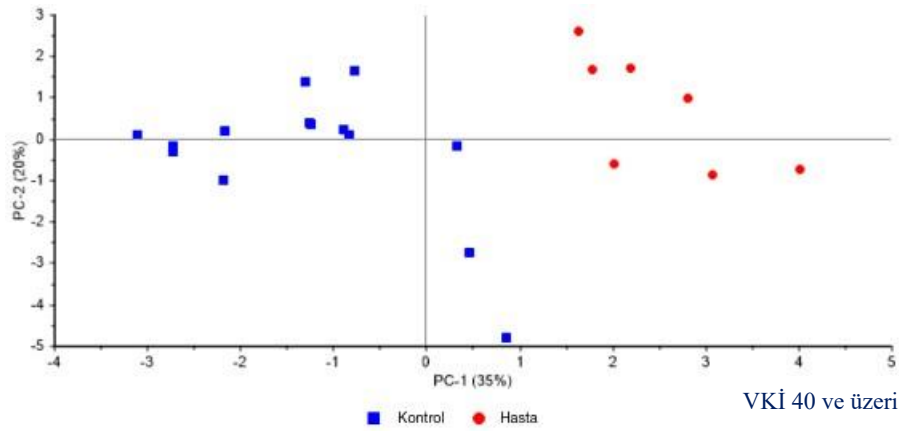
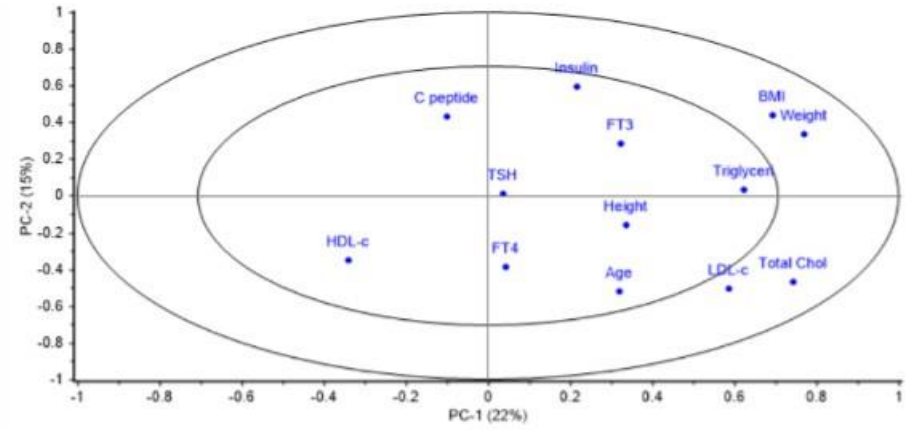
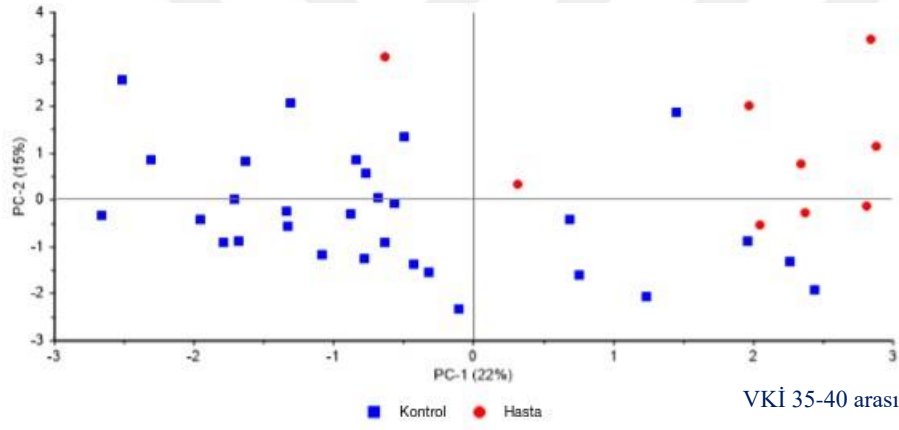
- Reducing Lipogenesis and Increasing Lipolysis and β -Oxidation., *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(32), 9157–9166. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c07342>
- Xu, L., Zou, X., Gao, Z., Mao, C., Su, H., Li, C., ve Chen, N., 2021, Improved fatty acid profile reduces body fat and arterial stiffness in obese adolescents upon combinatorial intervention with exercise and dietary restriction., *Journal of Exercise Science and Fitness*, 19(4), 234–240. <https://doi.org/10.1016/j.jesf.2021.08.003>
- Yammine, S., Huybrechts, I., Biessy, C., Dossus, L., Aglago, E. K., Naudin, S., Ferrari, P., Weiderpass, E., Tjønneland, A., Hansen, L., Overvad, K., Mancini, F. R., Boutron-Ruault, M.-C., Kvaskoff, M., Fortner, R. T., Kaaks, R., Schulze, M. B., Boeing, H., Trichopoulou, A., ... Chajès, V., 2020, Dietary and Circulating Fatty Acids and Ovarian Cancer Risk in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition., *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention: A Publication of the American Association for Cancer Research, Cosponsored by the American Society of Preventive Oncology*, 29(9), 1739–1749. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-19-1477>
- Yang, K., ve Han, X., 2016, Lipidomics: Techniques, Applications, and Outcomes Related to Biomedical Sciences., *Trends in Biochemical Sciences*, 41(11), 954–969. <https://doi.org/10.1016/j.tibs.2016.08.010>
- Yang, Z.-H., Miyahara, H., ve Hatanaka, A., 2011, Chronic administration of palmitoleic acid reduces insulin resistance and hepatic lipid accumulation in KK-Ay Mice with genetic type 2 diabetes, *Lipids in Health and Disease*, 10(1), 120. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-10-120>
- Yerlikaya, F. H., 2010, *Obez kişilerde ve sağlıklı kontrollerde kan serbest yağ asitleri, Koenzim Q10 ve Fetuin A düzeylerinin araştırılması*, Selçuk Üniversitesi.
- Yerlikaya, H., Mehmetoglu, I., ve Kurban, S., 2011, Serum fetuin-A, coenzyme Q 10 and plasma fatty acid levels in obese and healthy subjects, *Clinical Lipidology*, 6(5), 615–624. <https://doi.org/10.2217/clp.11.48>
- Yöntem, M., 2018, *Endokrinoloji*, İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Yöntem, M., 2022, *Genel Histoloji* (Üçüncü bas), Sage Yayıncılık.
- Yöntem, M., ve Ünalı, M., 2018, *Biyokimya*, İstanbul Tıp Kitabevleri.
- Yöntem, M., Yerli, M., Erdoğan, B. S., ve Koçak, E., 2021, Obezite ve kardiyak belirteçler arasındaki muhtemel ilişki, *Doğal Yaşam Tıbbi Dergisi*, 3(2), 38–47.
- Yuan, Q., Xie, F., Huang, W., Hu, M., Yan, Q., Chen, Z., Zheng, Y., ve Liu, L., 2022, The review of alpha-linolenic acid: Sources, metabolism, and pharmacology, *Phytotherapy Research*, 36(1), 164–188. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/ptr.7295>
- Žáček, P., Bukowski, M., Mehus, A., Johnson, L., Zeng, H., Raatz, S., Idso, J. P., ve Picklo, M., 2019, Dietary saturated fatty acid type impacts obesity-induced

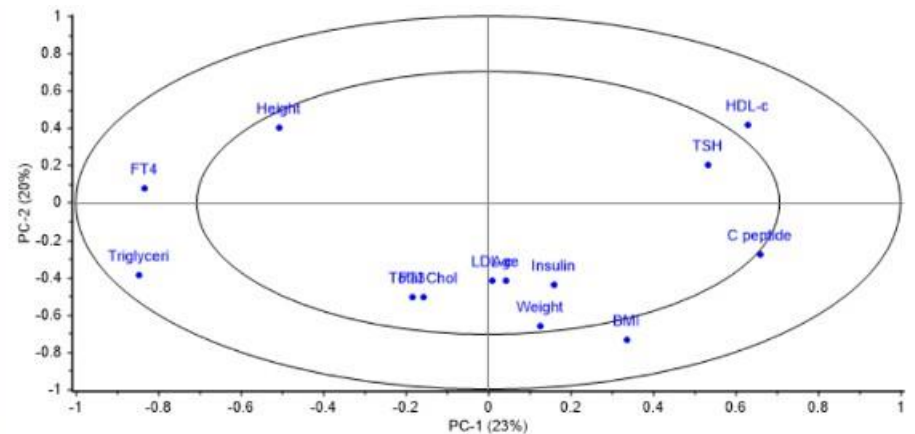
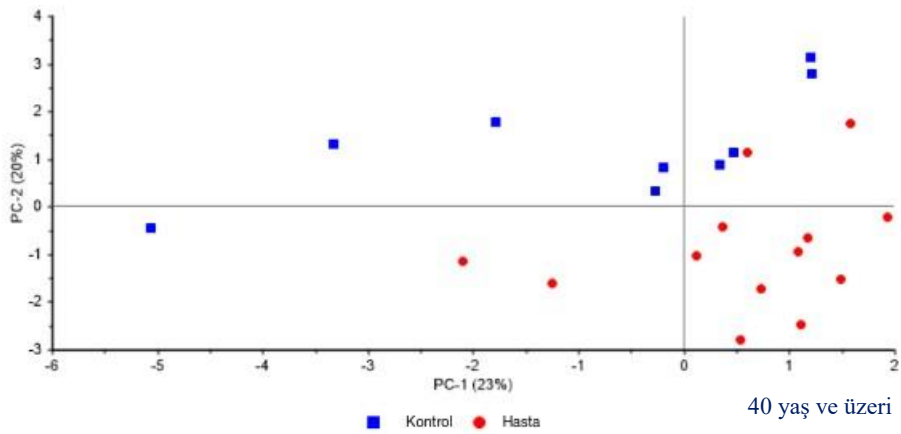
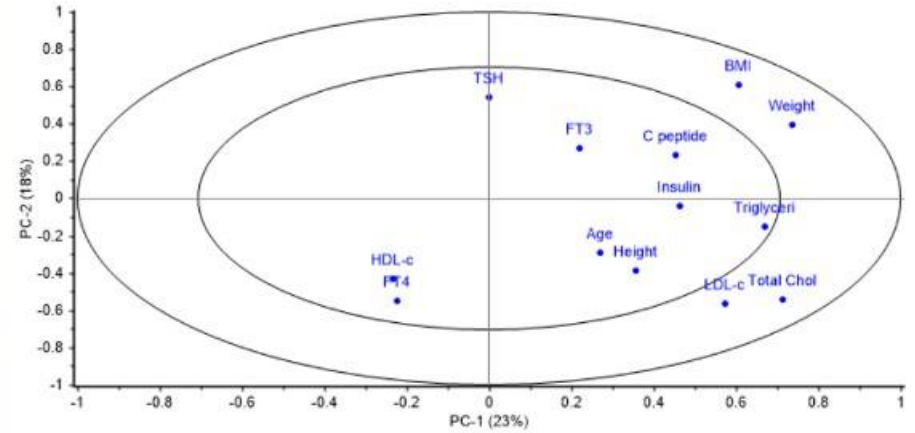
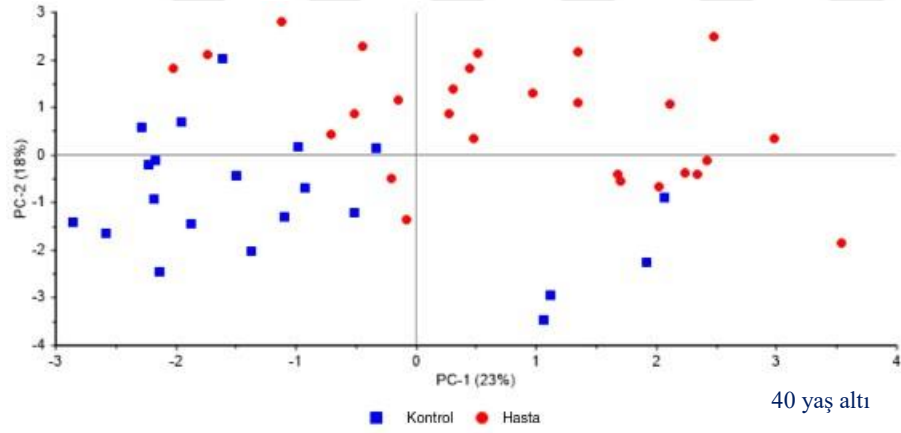
- metabolic dysfunction and plasma lipidomic signatures in mice., *The Journal of Nutritional Biochemistry*, 64, 32–44. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2018.10.005>
- Zhang, H., Zuo, J., Dong, S., Lan, Y., Wu, C., Mao, G., ve Zheng, C., 2020, Identification of Potential Serum Metabolic Biomarkers of Diabetic Kidney Disease: A Widely Targeted Metabolomics Study, *Journal of Diabetes Research*, 2020, 3049098. <https://doi.org/10.1155/2020/3049098>
- Zhao, Z., Fan, Q., Zhu, Q., He, R., Li, Y., Liu, C., Wang, J., ve Liang, X., 2022, Decreased fatty acids induced granulosa cell apoptosis in patients with diminished ovarian reserve, *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*, 39(5), 1105–1114. <https://doi.org/10.1007/s10815-022-02462-8>
- Zhou, Y., Mkrтчian, S., Kumondai, M., Hiratsuka, M., ve Lauschke, V. M., 2018, An Optimized Prediction Framework to Assess the Functional Impact of Pharmacogenetic Variants, *The Pharmacogenomics Journal*, 19(2), 115–126. <https://doi.org/10.1038/s41397-018-0044-2>
- Zhuang, P., Shou, Q., Wang, W., He, L., Wang, J., Chen, J., Zhang, Y., ve Jiao, J., 2018, Essential Fatty Acids Linoleic Acid and α -Linolenic Acid Sex-Dependently Regulate Glucose Homeostasis in Obesity., *Molecular Nutrition & Food Research*, 62(17), e1800448. <https://doi.org/10.1002/mnfr.201800448>
- Zoair, A. M., Muhammad, K. T., Abu-Ammo, D. E., ve Motawea, M. M., 2013, Lipid profile and some cardiac functions in children with obesity, *Egyptian Pediatric Association Gazette*, 61(1), 15–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.epag.2013.04.005>
- Zong, G., Ye, X., Sun, L., Li, H., Yu, Z., Hu, F. B., Sun, Q., ve Lin, X., 2012, Associations of erythrocyte palmitoleic acid with adipokines, inflammatory markers, and the metabolic syndrome in middle-aged and older Chinese., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 96(5), 970–976. <https://doi.org/10.3945/ajcn.112.040204>
- Zong, G., Zhu, J., Sun, L., Ye, X., Lu, L., Jin, Q., Zheng, H., Yu, Z., Zhu, Z., Li, H., Sun, Q., ve Lin, X., 2013, Associations of erythrocyte fatty acids in the de novo lipogenesis pathway with risk of metabolic syndrome in a cohort study of middle-aged and older Chinese., *The American Journal of Clinical Nutrition*, 98(2), 319–326. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.061218>
- Zula, A. T., Desta, D. T., ve Willis, M. S., 2021, Nile Tilapia (<i>Oreochromis Niloticus</I> Fried in Recycled Palm Oil: Implications for Nutrition and Health, *International Journal of Food Properties*, 24(1), 806–817. <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1931304>

EK-2: Demografik ve biyokimyasal parametrelere ait PCA modelleri

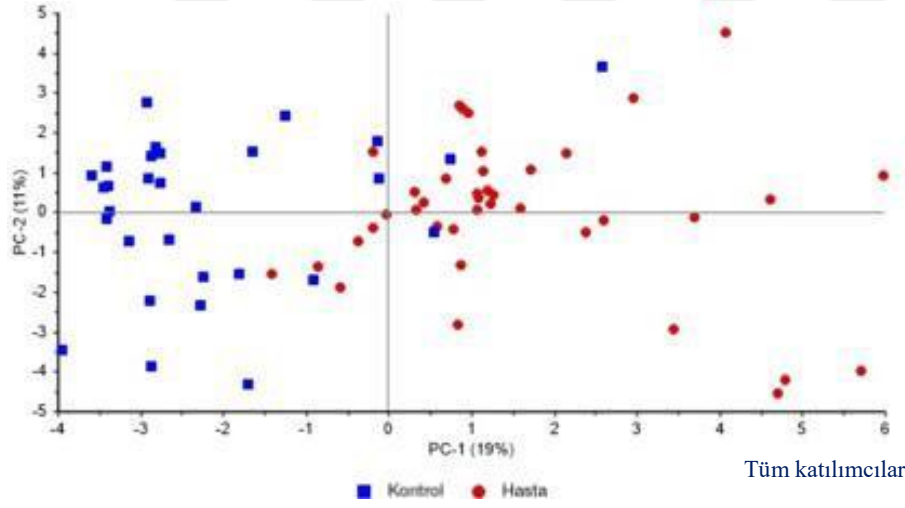




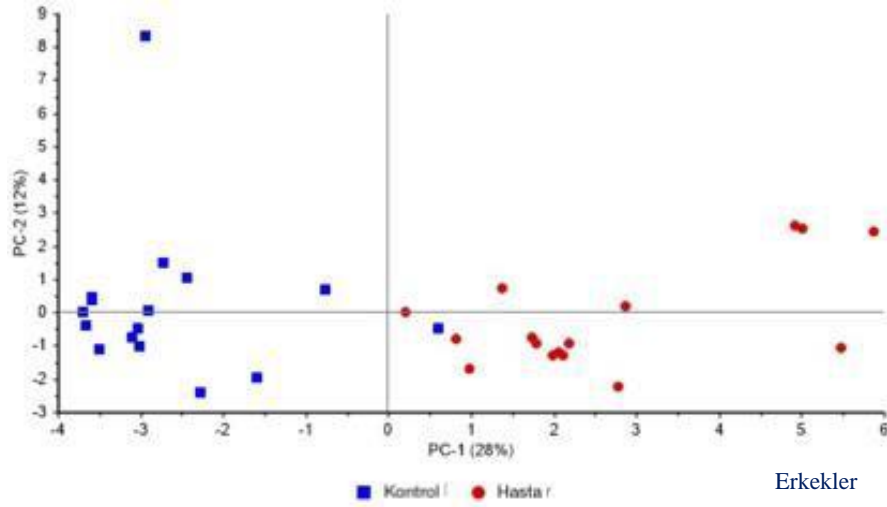
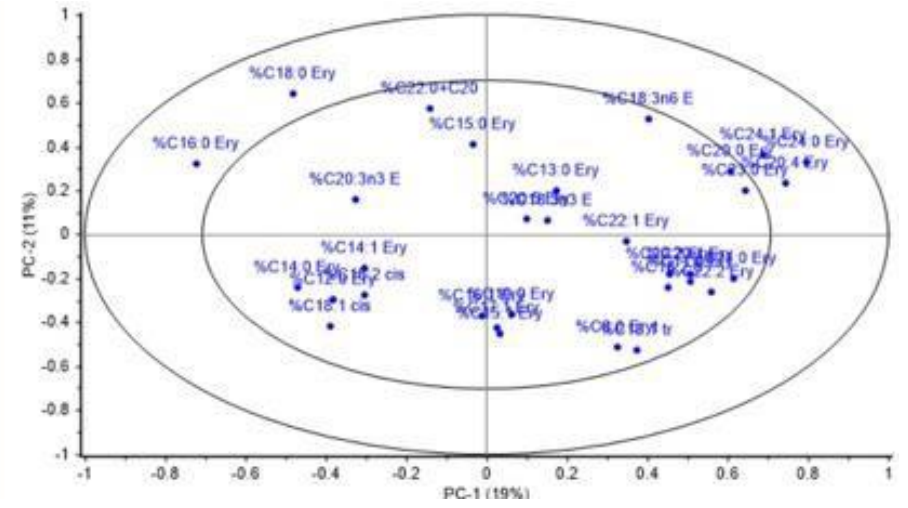




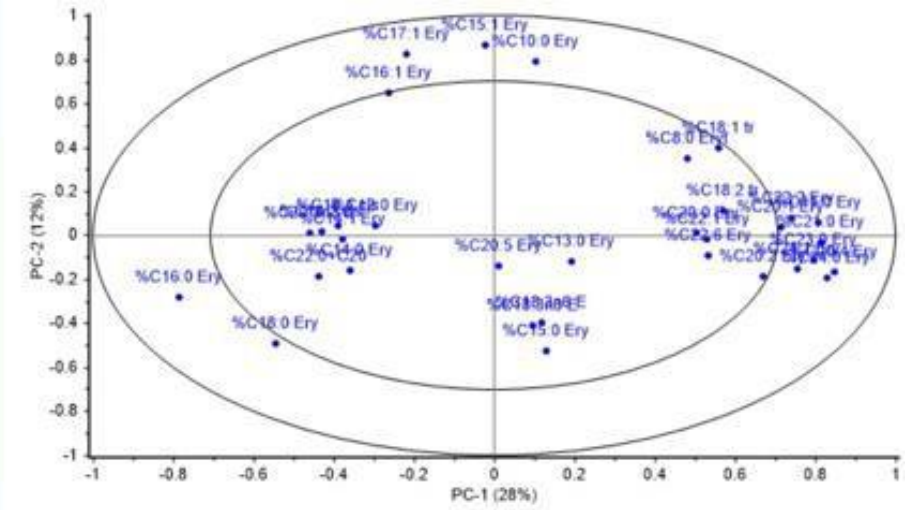
EK-3: Eritrosit membranı yağ asidi % oranlarımıza ait PCA modelleri

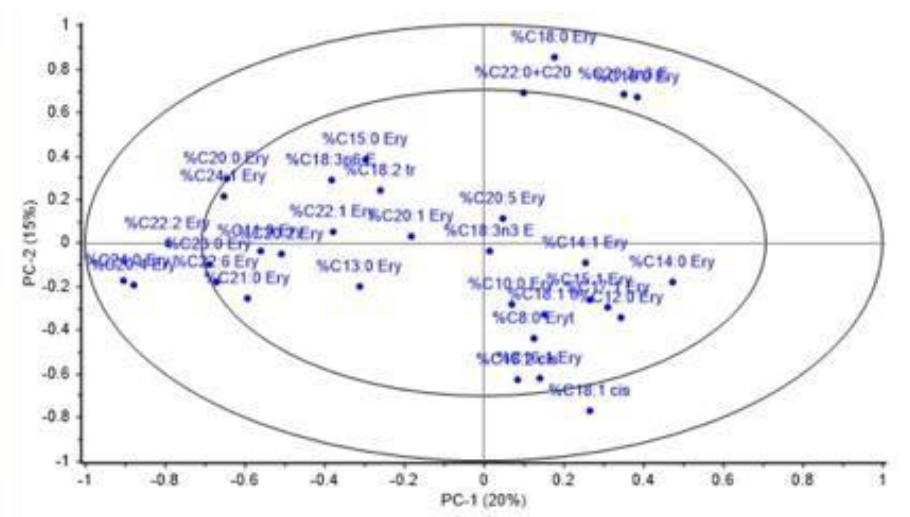
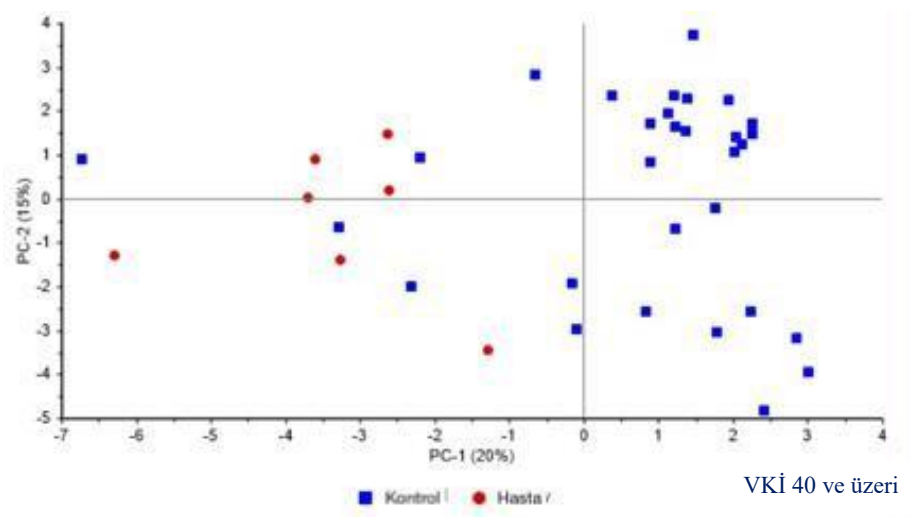
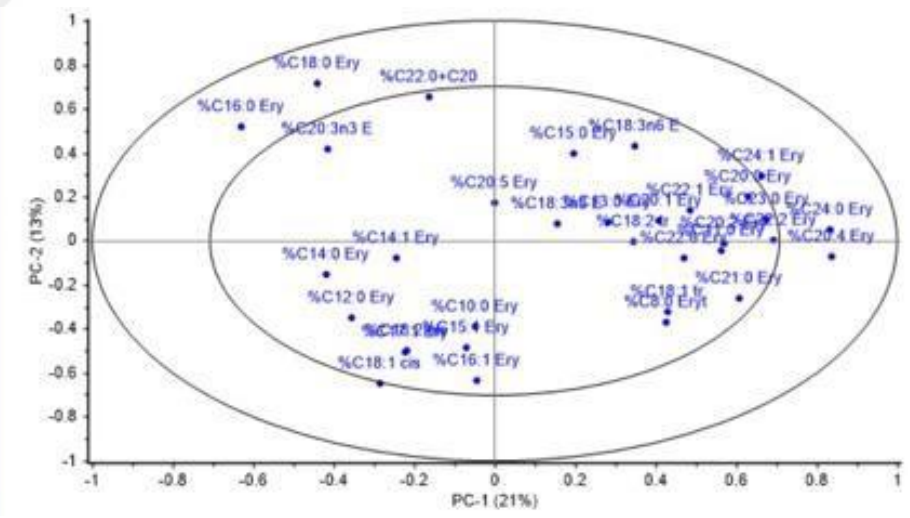
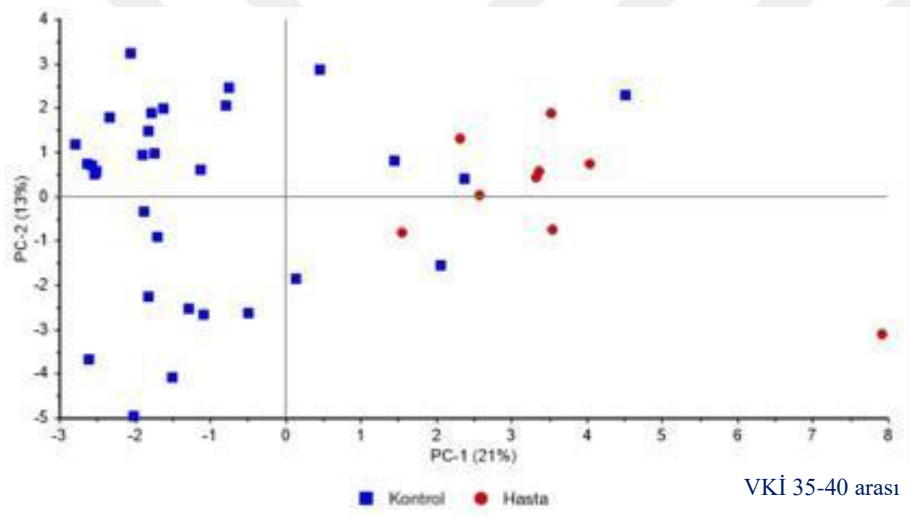


Tüm katılımcılar



Erkekler





EK-4: Plazma yağ asidi % oranlarımıza ait PCA modelleri

