



**KRİLL YAĞLARINDA YAĞ ASİDİ VE LİPİD PEROKSİDASYON
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Filiz ERDEN KIZILIRMAK

Yüksek Lisans Tezi

Danışman: Prof. Dr. Recep ASLAN

Tez No: 2024 – 020

2024 – Afyonkarahisar

AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

FİZYOLOJİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KRİLL YAĞLARINDA YAĞ ASİDİ VE LİPİD PEROKSİDASYON
DÜZEYLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI**

Hazırlayan

Filiz ERDEN KIZILIRMAK

Danışman

Prof. Dr. Recep ASLAN

Tez No: 2024 – 020

AFYONKARAHİSAR

T.C.
AFYON KOCATEPE ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

ENSTİTÜ ONAYI

Öğrencinin	Adı- Soyadı	Filiz ERDEN KIZILIRMAK
	Numarası	223358101
	Anabilim Dalı	Fizyoloji
	Programı	Veterinerlik Fizyolojisi Tezli Yüksek Lisans Programı
	Program Düzeyi	☒ Yüksek Lisans ☐ Doktora
Tezin Başlığı		Krill Yağlarında Yağ Asidi ve Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Karşılaştırılması
Tez Savunma Sınav Tarihi		06.05.2024
Tez Savunma Sınav Saati		13:00

Yukarıda bilgileri verilen öğrenciye ait tez, Afyon Kocatepe Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek oy birliği / oy çokluğu ile kabul edilmiştir.

Afyon Kocatepe Üniversitesi
Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu'nun
..... / / tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

e-imzalıdır
Prof. Dr. Esmâ KOZAN
Enstitü Müdürü

Bu tez, Enstitü Müdürlüğünce kontrol edilerek, elektronik imza kullanılarak onaylanmıştır.

BİLİMSEL ETİK BİLDİRİMİ

Afyon Kocatepe Üniversitesi

Sağlık Bilimleri Enstitüsü

Sağlık Bilimleri Enstitüsü, Bilimsel Yayın Etiği İlkeleri ve Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü Afyon Kocatepe Üniversitesi veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

...../...../.....

İmza

Filiz ERDEN KIZILIRMAK

ÖZET

Krill Yağlarında Yağ Asidi Ve Lipid Peroksidasyon Düzeylerinin Karşılaştırılması

Fizyolojik açıdan kaliteli ve zinde bir yaşantı için besin katkıları son yıllarda diyetlerde önemli bir yer tutmakta ve omega-3 kaynakları bu kapsamda sıklıkla kullanılmaktadır. Açık denizler ve okyanuslarda yaşadığı bilinen Krill'in endüstri bölgelerinden uzak okyanus sularındaki yaşama alanı sebebiyle omega 3 kaynağı olarak güvenilirliği öne çıkmaktadır. Bu tez çalışması, en yeni ve en etkili omega-3 kaynağı olarak kabul edilen Krill yağının gittikçe artan kullanımı sebebiyle, eczanelerde satışa sunulan krill yağı içeriklerinin yağ asidi kompozisyonu, lipid peroksidasyonu ve peroksit düzeyleri açısından araştırılmasını amaçlamaktadır. Eczanelerde satışta olan krill yağlarından rastgele seçilen on üründe yağ asitleri tayini, lipid peroksit düzeyi ve asitlik düzeyi ölçümleri, Ege Üniversitesi İlaç Geliştirme Farmakokinetik Araştırma Uygulama Merkezi, Çevre ve Gıda Analizi Laboratuvarı'nda yapılmıştır. Laboratuvar TS EN ISO/IEC 17025:2017 standartlarına uygun olarak ekredite edilmiştir. Ölçümlerle yağların yağ asidi kompozisyonlarının standart olup olmadığı ve düzeylerinin izlenebilmesi amaçlanmıştır.

Veriler, eczanelerde satışta olan Krill yağlarının çoğunun kutu üzerindeki bilgilerle uyumlu yağ asidi ve omega 3 içeriğinde sahip olmadığını, ayrıca birbirleriyle de yağ asidi kompozisyonu, omega 3 yağ asidi içeriği, lipid peroksidasyonu ve lipid peroksid düzeyleri ile asitlik seviyelerinin benzer aralıklarda olmadığını göstermiştir. Numunelerin tümünün yüksek peroksit içeriğine sahip olması, ayrıca birçok ürünlerdeki yüksek lipid peroksidasyonu seviyeleri, bu ürünlerin son kullanma tarihlerinin yeniden gözden geçirilmesi gerektiğini akla getirmektedir. Ayrıca krillerin okyanustan elde edilme, yağlarının çıkarılma ve ithalat tarihlerinin bilinmesini, ambalaj malzemelerinin, depolama için uygun sıcaklık ve sürenin gözden geçirilmesi gerektiği düşünülmüş, Krill yağı kullanımının güvenli olması için satışa sunulan kutuda krillerin avlanma, yağlarının elde edilme ve ham krill yağının ithal edilme tarihleri belirtilmeli, yağ asitleri ve özellikle omega 3 yağ asitleri içeriği detaylı ve net olarak gösterilmelidir. Ayrıca kutuda yer alan bilgilerin doğruluğundan emin olunmasını sağlayacak prosedürler de oluşturulmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Asitlik seviyesi, Krill yağları, Lipid peroksidasyonu, Lipid peroksit düzeyi, Omega-3, Yağ asitleri.



SUMMARY

Comparison of Fatty Acid and Lipid Peroxidation Levels in Krill Oils

For a physiologically quality and fit life, nutritional supplements have an important place in diets in recent years and omega-3 sources are frequently used in this context. Krill, which is known to live in open seas and oceans, stands out as a reliable source of omega-3 due to its habitat in ocean waters far from industrialized areas. This thesis study aims to investigate the fatty acid composition, lipid peroxidation and peroxide levels of krill oil contents offered for sale in pharmacies due to the increasing use of krill oil, which is accepted as the newest and most effective omega-3 source. Fatty acid determination, lipid peroxide level and acidity level measurements of ten randomly selected krill oil products were performed at Ege University Drug Development Pharmacokinetic Research Application Center, Environmental and Food Analysis Laboratory. The laboratory was accredited in accordance with TS EN ISO/IEC 17025:2017 standards. The measurements were aimed to determine whether the fatty acid composition of the oils was standardized and to monitor their levels.

The data showed that most of the krill oils available in pharmacies did not have fatty acid and omega 3 fatty acid content in line with the information on the box, nor did they have similar fatty acid composition, omega 3 fatty acid content, lipid peroxidation and lipid peroxide levels and acidity levels with each other. The high peroxide content of all the samples and the high levels of lipid peroxidation in many of the products suggest that the expiration dates of these products should be reconsidered. In addition, it was thought that the dates of harvesting, oil extraction and importation of krill from the ocean, packaging materials, appropriate temperature and time for storage should be reviewed. In order to ensure the safe use of krill oil, the dates of catching, oil extraction and importation of crude krill oil should be indicated on the box offered for sale, and the content of fatty acids and especially omega 3 fatty acids should be shown in detail and clearly. Procedures should also be in place to ensure that the information on the box is accurate.

Keywords: Acidity level, Fatty acids, Krill oils, Lipid peroxidation, Lipid peroxide level, Omega-3.



ÖNSÖZ

Bu çalışmanın tamamlanmasındaki katkıları sebebiyle Fizyoloji Anabilim Dalı Başkanı Sayın Prof. Dr. Abdullah ERYAVUZ'a, çalışmanın planlanmasından tamamlanmasına kadar ki her aşamadaki yönlendirme, fikir ve yardımları sebebiyle danışman hocam Prof Dr. Recep ASLAN'a, Arş. Gör. Dr. Hülya DEMİRKAPI ATİK'e, Dr. Öğretim Üyesi Elmas ULUTAŞ'a teşekkürlerimi bir borç bilirim. Uzun tez süreci boyunca daima güçlü desteğiyle yanımda olan eşim Halil KIZILIRMAK'a ve çocuklarıma içten teşekkürlerimi sunarım. Çalışmanın, krill yağlarının özellikle hamilelik dönemindeki yaygın kullanımı sebebiyle intrauterin dönem beyin gelişimi açısından ve tüm yönleriyle halk sağlığına önemli katkıları sunacağını umuyorum. Ayrıca bilimsel araştırmalar için önemli bir bilimsel literatür desteği ve yeni çalışmalar için fikir verici bulgular sunduğunu düşünmekteyim. Saygılarımla.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

1. GİRİŞ.....	1
1.1. Yağlar (Lipidler) ve Genel Özellikleri.....	2
1.1.1. Trigliserit.....	3
1.1.2. Kolesterol	4
1.1.3. Lipoproteinler.....	4
1.2. Esansiyel Yağ Asitleri	5
1.2.1. Omega yağ asitleri.....	7
1.2.1.1. Kaynakları	8
1.2.1.2. Metabolik Etkileri.....	8
1.3. Konjuge Linoleik Asit (CLA).....	10
1.3.1. Kaynakları	11
1.3.2. Metabolik Etkileri	11
1.3.2.1. Konjuge Linoleik Asidin Kan Lipidlerine Etkisi ve Aterosklerozdaki Rolü	11
1.3.2.2. Konjuge Linoleik Asidin İmmün Sisteme Etkisi.....	12
1.3.2.3. Konjuge Linoleik Asidin Karsinogenezisdeki Rolü (antikanserojenik özellikleri).....	12
1.3.2.4. Konjuge Linoleik Asidin Vücut Yağ Kompozisyonuna Etkisi	12
1.4. Omega-3 Kaynağı Olarak Krill.....	13
1.4.1. Krill nedir?	13
1.4.2. Enerji ve besin ögesi içeriği	14
1.4.3. Neden krill yağı?	14
1.4.4. ORAC değeri (oksijen radikal emme kapasitesi).....	14
1.4.5. Omega-3 yağ asidi içeriği	15
1.4.6. Fosfolipit yapısı	15
1.4.7. Astaksantin içeriği.....	15
1.4.8. Krill Yağı ve Hastalıklarla İlişkisi	16
1.4.8.1. Krill yağı ve kardiyovasküler hastalıklar.....	16
1.4.8.2. Krill yağı ve obezite / insülin direnci	16

1.4.8.3. Krill yağı ve bilişsel fonksiyon.....	17
1.4.8.4. Krill yağı ve inflamasyon	17
1.4.8.5. Krill yağı ve premenstrual sendrom	17
1.4.8.6. Krill yağı ve egzersiz	18
1.5. Yağlarda Serbest Asitlik Tayini.....	18
1.6. Yağlarda Peroksit Sayısı (PS) Tayini	19
2. MATERYAL ve METOT	21
3. BULGULAR	22
4. TARTIŞMA.....	50
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	54
6. KAYNAKÇA.....	55

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ω veya w: Omega

α: Alfa

β: Beta

γ: Gama

AA: Araşidonik asit

ALA: Alfa-linolenik asit

CLA: Konjuge linoleik asit

COX: Siklooksijenaz

CRP: Kronik inflamasyon

DHA: Dokosahekzenoik asit

DHEA: Dokoza-pentanoik asit

DNA: Deoksiriboz Nükleik Asit

EPA: Ekoza-pentanoik asit

g: Gram

HDL: Yüksek dansiteli lipoproteinler

kcal: Kilo kalori

LA: Linoleik asit

LDL: Düşük dansiteli lipoproteinler

LPS: Lipopolisakkarit

mg: Miligram

MUFA: Tek bağlı doymamış yağ asitleri

n: Karbon

NK: Naturel killer

ORAC: Oksijen radikal emme kapasitesi

PGE: Prostaglandin E

PMS: Premenstrual sendrom

PS: Peroksit sayısı

PUFA: Çok bağlı doymamış yağ asitleri

SFA: Doymuş yağ asitleri

TNF: Tümör nekrozis faktör

vb.: ve benzeri

VLDL: Çok küçük dansiteli lipoproteinler

ŞEKİLLER DİZİNİ

SAYFA

Şekil 3.1. Numunelerde ölçülen asit değerlerinin oleik asit cinsinden değerleri	22
Şekil 3.2. Numunelerde ölçülen peroksit değerlerinin miliekivalen kilogram cinsinden değerleri	23
Şekil 3.3. Doymuş yağ miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	37
Şekil 3.4. Omega-3 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	38
Şekil 3.5. Omega-5 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	39
Şekil 3.6. Omega-6 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	40
Şekil 3.7. Omega-7 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	41
Şekil 3.8. Omega-9 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi	42
Şekil 3.9. Numune 1'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	43
Şekil 3.10. Numune 2'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	44
Şekil 3.11. Numune 3'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	44
Şekil 3.12. Numune 4'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	45
Şekil 3.13. Numune 5'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	46
Şekil 3.14. Numune 6'nın içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	46
Şekil 3.15. Numune 7'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	47
Şekil 3.16. Numune 8'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	48
Şekil 3.17. Numune 9'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	48
Şekil 3.18. Numune 10'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi	49

ÇİZELGELER DİZİNİ

	SAYFA
Çizelge 1.1. Çeşitli yağ asitleri	6
Çizelge 3.1. Numunelerde ölçülen asit değerleri, peroksit değeri içerikleri	22
Çizelge 3.2. Arachidic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	23
Çizelge 3.3. Arachidonic acid içeren numuneler ve içerdiği miktarları	24
Çizelge 3.4. Behenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	24
Çizelge 3.5. Capric acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	25
Çizelge 3.6. Caprylic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	25
Çizelge 3.7. Eicosatrienoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	25
Çizelge 3.8. Docasahexaenoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları.....	26
Çizelge 3.9. Eicosapentaenoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	26
Çizelge 3.10. cis-8,11,14 Eicosatrienoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	27
Çizelge 3.11. Gondoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	27
Çizelge 3.12. Heptadecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	28
Çizelge 3.13. Lauric acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	28
Çizelge 3.14. Linoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	29
Çizelge 3.15. Linolenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	29
Çizelge 3.16. Myristic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	30
Çizelge 3.17. Myristoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	30
Çizelge 3.18. Nervonic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	31

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAMI)

	SAYFA
Çizelge 3.19. Oleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	31
Çizelge 3.20. Palmitic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	32
Çizelge 3.21. Palmitoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	32
Çizelge 3.22. Pentadecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	33
Çizelge 3.23. Stearic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	33
Çizelge 3.24. Tricosanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	33
Çizelge 3.25. Trans linolenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	34
Çizelge 3.26. Tridecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları	34
Çizelge 3.27. Yağ asitlerinin sınıflarına göre ayrılarak sırayla gösterilmesi	35
Çizelge 3.28. Doymuş yağ miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	37
Çizelge 3.29. Omega-3 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	38
Çizelge 3.30. Omega-5 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	39
Çizelge 3.31. Omega-6 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	40
Çizelge 3.32. Omega-7 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	41
Çizelge 3.33. Omega-9 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması	42
Çizelge 3.34. Numune 1'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	43
Çizelge 3.35. Numune 2'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	43
Çizelge 3.36. Numune 3'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	44
Çizelge 3.37. Numune 4'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	45
Çizelge 3.38. Numune 5'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	45

ÇİZELGELER DİZİNİ (DEVAMI)

	SAYFA
Çizelge 3.39. Numune 6'nın içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	46
Çizelge 3.40. Numune 7'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	47
Çizelge 3.41. Numune 8'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	47
Çizelge 3.42. Numune 9'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	48
Çizelge 3.43. Numune 10'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması	49



1. GİRİŞ

Canlıların yaşamları boyunca sağlıklı bir şekilde yaşayabilmeleri tüm insanlık için temel hedef olması gerekir. Sağlıklı, fizyolojik açıdan kaliteli bir hayat yaşayabilmek, zinde kalabilmek için besin katkıları diyetlerde önemli bir yer tutmaktadır. Omega-3 kaynakları bu kapsamda sıklıkla kullanılmaktadır. Bilinen en yeni Omega-3 kaynağı olarak karşılaştığımız Krill yağı gittikçe artan bir kullanım sürecine girmiş bulunmaktadır. Krill yağları hakkında yapılan araştırmalarda içeriğinin yeterince araştırılmadığı görülmektedir. Piyasada satışta olan bu yağlarda katkı maddeleri veya yağların bulunma miktarları hakkında tüketicileri bilgilendirmek adına laboratuvar araştırması yapılmıştır. Bu tez kapsamında piyasada hali hazırda satışta bulunan Krill yağlarının içeriğinde bulunan diğer yağ çeşitlerinin tespit edilmesi, tespit edilen bu çeşitlerin içerikteki kapladıkları alanlar hakkında fikir sahibi olmamızı sağlayacaktır.

Temiz ve kirletilmemiş besin kaynaklarını, insan vücuduna zarar vermeyecek şekilde elde etmek gerekmektedir. Uygun olmayan ortamlardan elde edilen ürünler halk sağlığını olumsuz etkilediği birçok araştırmada ortaya konmuştur. İlacın fazlasının zehir olduğu unutulmaması gereken bir konudur. İnsanların bünyesi için gereken miktardan daha fazla besini almaması bu yüzden önem arz etmektedir. Araştırmaya konu olan Omega-3 yağlarının elde edilmesinde de kullanılacak yöntemler insan sağlığına olumsuz etkilerinin olmadığı ortamlardan elde edilmesi, elde edilen yağların uygun koşullarda saklanması, son kullanıcılara ulaştırılmasında ürünlerin korunarak taşınması önem arz edecektir.

Endüstri bölgesinde olmayan besin kaynaklarından elde edilecek ürünlerin daha saf ve temiz olmaları beklenmektedir. Satıcı firmalar Krill yağını Antarktika kıtasındaki denizlerden temin edilen Krill'den yapıldığını belirtmektedirler. Maddi çıkarların olduğu ortamların varlığının düşünülmesi, saflık ve temizliği bozma ihtimallerini akıllara getirmektedir. Uygun olmayan ortamlarda bulunan canlılar kabiliyetleri ne denli yüksek olursa olsun başarısız olacaktır. Şartların ve ortamın uygunluğunun tespiti önem arz etmektedir. Bu önem içerisinde alabileceğimiz diyetlerden birisi olan Krill yağlarının firmalarda işlenme sürecinde diğer katkı maddeleri ile karıştırılıp, içeriklerinin neler olduğunun belirlenmesi ortaya çıkarılmıştır. Piyasada satışta olan Krill yağlarından 10 numune satın alınarak laboratuvar koşullarında gerekli incelemeler yapılmıştır.

Bu çalışmamızı anlayabilmek için yağlar, esansiyel yağ asitleri, konjuge linoleik asit (CLA), Omega-3 kaynağı olarak krill, serbest asitlik, peroksit sayısı (PS) ifadelerini bilmek gerekir. Bunları sırasıyla inceleyelim.

1.1. Yağlar (Lipidler) ve Genel Özellikleri

Karbonhidratlar, proteinler ve lipitler, vücudun enerji üretiminde kullandığı üç ana makro besin ögesidir. Enerji metabolizmasında ilk tercih edilen ve en önemli kaynak karbonhidratlardır. Glikojen depoları tükendiğinde, vücut enerji gereksinimini karşılamak için glukoneogenez ve lipoliz süreçleri aracılığıyla proteinler ve lipitleri kullanmaya başlar. Bu durum, özellikle uzun süreli açlık veya yoğun fiziksel aktivite sırasında belirgin hale gelir.

Lipitler vücudun en önemli enerji kaynağıdır. Ayrıca iç ve dış yüzeye sahip membran yapıya girerler, bazı vitaminlerin taşınmasını sağlarlar. Lipidler membran içerisinde hareket edebilir. Eikosanoidler (prostaglandinler ve lökotrienler), safra asitlerinin ve steroid hormonların vücut için sentezinde önemli vazifeleri vardır. Lipitler, yalnızca bu biyomoleküllerin yapı taşlarını sağlamakla kalmaz, aynı zamanda gıdaların damak tadını artırır ve tokluk hissini desteklerler.

Yağların ana vazifelerinden birisi, vücudun ihtiyacı olan enerjiyi depolamalarıdır. Yetişkinlerin, normal kilolu olanlarında yaklaşık 15 kg yağ deposu bulunur. Bu miktar 135,000 kcal'ye karşılık gelmektedir. Buna karşın, glikojen formunda depolanan karaciğer glikojeni sadece 75 g'dır ve bu da yaklaşık 300 kcal'lik bir enerji sağlar (Aydın A, 2004). Bu durum, yağların uzun süreli enerji depolama kapasitesinin glikojene göre çok daha fazla olduğunu göstermektedir.

Yağlar (lipitler), insanlar ve hayvanlar için en temel besin öğelerinden biri olarak kabul edilir. Yağlar enerji olarak kullanıldığı gibi yağlarda eriyerebilen vitaminlerin emilimini sağlamak, hücre zarlarının bünyesinde yer almak, eikosanoid sentezinin gerçekleşmesinde ön madde olmak ve özellikle esansiyel yağ asitleri kaynağı olmak gibi önemli görevleri vardır. Bu özellikler, yağların organizmadaki kritik önemini açıkça ortaya koymaktadır (Mayes, 1996; Mišurcová ve ark., 2011).

Yağlar kimyasal olarak homojen olmayan yapılarda olan, suda çözünemeyen organik çözücü maddelerde (eter, benzen, kloroform gibi) rahatlıkla çözünen biyomoleküllerdir. Yağ asitleri; doymuşluk derecesi, karbon sayısı, yağların kimyasal ve fiziksel özelliklerini oluşturmakta bu sayede yağlar yapı ve fonksiyonları bakımından çok büyük farklılıklara sahip olmaktadır (Bayşu Sözbilir ve Bayşu, 2006).

Yağ asitleri, sıvı ve doğal katı yağlarda esterler halinde bulunurken, plazmada serbest yağ asidi şeklinde yoğunlaşmamış halde bulunurlar. Doğal yağlarda mevcut olan yağ asidi çeşitleri genellikle düz ve zincir şeklindedir. 2 karbonu olan yerlerden oluştukları için çift sayılı karbon atomu içerirler. Yağ asitleri, doymuş (SFA), tekli doymamış (MUFA) ve çoklu doymamış (PUFA) şeklinde üç ana gruba ayrılır. Doymuş yağ asitlerinin yapısında çift bağ bulunmaz. Yağlar, doymuş yağ asitlerinden oluşuyor ise genellikle oda sıcaklığında (21⁰C) katı halde bulunurlar. Doymamış yağ asitlerini içerenler ise sıvı formdadır.

İnsanların yedikleri gıdalarla aldığı yağlar, ince bağırsaklarda sindirilir. Yağ asitleri, hidrolazlar sınıfında bulunan ve katalitik etkiye sahip lipaz enzimi sayesinde trigliseritlerden ayrılır. Lipaz enzimi, yağları safra asitleri sayesinde etkili bir şekilde hidrolize eder (Nizamlioğlu, 2000).

Plazma lipitleri hem diyetle alınan hem de karaciğerde endojen olarak sentezlenen kaynaklardan gelir. Diyetle alınan yağların %90'ından fazlası trigliseridlerden oluşur (3 yağ asidi ve gliserol), diğer kalan kısmı ise kolesterol, kolesterol esterleri, esterleşmemiş yağ asitleri (serbest yağ asitleri), fosfolipidler ve sfingolipidler gibi bileşiklerden meydana gelir (Aydın A, 2004).

1.1.1. Trigliserit

Trigliseritler, doğada nötral yağların büyük bölümünü oluşturan lipidlerdir. Bunlardaki yağ asitleri aynı ise bunlara basit trigliseritler denir. Değişik yağ asitleri içeriyorsa karışık trigliseritler olarak adlandırılırlar. Doğal olanlarda basit trigliseritlerin miktarı oldukça düşüktür, çoğunlukla karışık trigliseritler bulunur (Mayes, 1996; Champe ve Harvey, 1997). Trigliseritlerin isimlendirmesi, yağ asitlerinin ve esterleştikleri gliserolün karbon numaralarına göre yapılır. Trigliseritlerin içerdikleri yağ asitlerinin cinsine bağlı olarak erime noktaları değişiklik gösterir. Başka bir deyişle, yağ asitlerinin doymamışlık

derecesi arttıkça erime noktaları azalırken, zincir uzunluğu arttıkça artar (Keha ve Küfrevioğlu, 1997).

1.1.2. Kolesterol

Vücuttaki tüm hücrelerde kolesterol geniş çapta yayılmış olmasına rağmen, özellikle sinir dokularında yüksek miktarda bulunur. Plazmanın zarında ve lipoproteinlerinde temel yapı taşıdır. Kolesterol, safra tuzlarının ve steroid hormonların öncül maddesini meydana getirir ve çoğunlukla esterleri şeklinde bulunur. Kolesterol esterleri, üçüncü karbonundaki OH grubunun yağ asitleri ile esterleşmesiyle oluşur (Mayes, 1996).

Besinlerde olan yağ ve yağ asitlerinin özellikleri, kanın kolesterol düzeyini doğrudan etkiler. Kolesterol, hayvansal yağlarda yüksek miktarlarda bulunduğu halde bitkisel yağlarda bulunmaz. Tereyağı, hurma yağı gibi katı halde bulunan doymuş yağ asidi içerikli yağlarla beslenenlerde, aspir, ayçiçek, mısır yağı gibi sıvı halde bulunan doymamış yağ asidi içerikli sıvı yağlarla beslenenlere göre daha yüksek kolesterol konsantrasyonları tespit edilmiştir (Mattson ve Grundy, 1985; Bravo ve ark., 1998; Gökçe ve ark., 2000).

1.1.3. Lipoproteinler

Apolar bileşikler olan lipidler suda çözünmedikleri için plazmada lipoproteinler şeklinde taşınırlar. Lipoproteinler, merkezinde polar olmayan lipidleri (trigliserit ve kolesterol esterleri) ve yüzeyinde polar lipidleri (fosfolipit, serbest kolesterol ve apoproteinler) taşıyan küresel makromoleküllerdir. Yapılarında apolipoprotein adı verilen yüzeysel yerleşimli özel proteinler bulunur. Merkezde yer alan lipidler, fosfolipitler ve proteinlerle Van Der Waals kuvvetleri aracılığıyla etkileşime girerler. Bu lipid-protein etkileşimleri, lipidlerin lipoproteinler ile hücre zarı arasındaki değişimini sağlar (Nelson ve Cox, 2008).

Kan plazma lipoproteinleri, içerdiği lipidlerin türlerine ve parçacıkların bulunma miktarlarına göre sınıflandırılır (Burtis ve Ashwood, 1994). Başlıca dört grup lipoprotein vardır:

Şilomikronlar: En büyük ve en düşük yoğunluklu lipoproteinlerdir. Diyetle alınan trigliseritleri ve kolesterolü bağırsaktan karaciğere ve diğer dokulara taşırlar.

VLDL (Very Low-Density Lipoprotein): Karaciğerde sentezlenen ve trigliseritleri dokulara taşıyan lipoproteinlerdir. VLDL partikülleri, dokularda lipoprotein lipaz enzimi tarafından trigliseritlerin hidrolizi sonucu LDL'ye dönüşürler.

LDL (Low-Density Lipoprotein): VLDL'nin parçalanmasıyla oluşur ve kolesterolü hücrelere taşır. LDL, hücre membranlarında kolesterol birikimini sağlar ve yüksek seviyeleri kardiyovasküler hastalık riskini artırır.

HDL (High-Density Lipoprotein): Kolesterolü dokulardan karaciğere geri taşıyan lipoproteinlerdir. Yüksek seviyeleri, kardiyovasküler hastalıklara karşı koruyucu etkisiyle bilinir.

1.2. Esansiyel Yağ Asitleri

Yağ asitleri, karbon zincirlerinde çift bağ içermiyor ise doymuş yağ asitleri, çift bağ içeriyorlarsa doymamış yağ asitleri olarak adlandırılır. Bitkisel yağlardan elde edilmelerine rağmen margarinler, içerdikleri çift bağlar hidrojen ile kimyasal olarak doyurulduğu için doymuş yağ asidi sınıfına girerler. Doymamış yağ asitleri, tekli doymamış (monoansatüre) ve çoklu doymamış (poliansatüre) yağ asitleri olarak ikiye ayrılırlar. Tekli doymamış yağ asitleri (MUFA), karbon zincirinde bir çift bağ içerirken, çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) en az iki veya daha çok çift bağ içerir.

Sıcakta en az bozulan yağlar hayvansal doymuş yağlardır. Bu yağları sırasıyla tekli doymamış yağ asitleri (monoansatüreler) ve çoklu doymamış yağ asitleri (poliansatüreler) takip eder. Omega-6 ve Omega-3 yağ asitleri, poliansatüre yağ asitleri sınıfına girer. Omega-3 yağ asitleri ısıya en dayanıksız yağ asidi çeşididir.

Doymamış yağ asitleri, çift bağın metil grubuna (omega ucuna) en yakın bulunduğu karbon atomunun konumuna göre n-3 (ω -3), n-6 (ω -6) ve n-9 (ω -9) yağ asitleri olarak sınıflandırılır.

Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri, insan vücudunda sentezlenemedikleri için dışarıdan zorunlu olarak alınmalıdırlar. Esansiyel yağ asitleri olarak adlandırılan bu bileşikler, vücutta birçok önemli fonksiyona sahiptir. Hücre zarının fosfolipid yapısında bulunurlar. Hücre zarlarının esnekliği ve bütünlüğü için gereklidirler. Hücre haber verme sistemini değiştirirler. Hücre içi ve hücreler arası iletişimde rol oynarlar. Gen

ekspresyonunu ve biyosentetik fonksiyonları kolaylaştırır. Genlerin aktivasyonunu ve protein sentezini etkilerler. Eikosanoidlerin oluşumunu sağlarlar. Prostaglandinler, lökotrienler ve tromboksanlar gibi biyolojik olarak aktif lipidlerin sentezinde yer alırlar.

Çizelge 1.1. Yağ asiti çeşitleri

Doymuş yağ asitlerinden zengin yağlar	Tekli doymamış yağ asitlerinden zengin yağlar (Omega-9)	Çoklu doymamış yağ asitlerinden zengin yağlar (Omega-6)	Çoklu doymamış yağ asitlerinden zengin yağlar (Omega-3)
Tereyağı	Zeytin yağı	Mısırözü yağı	Balık yağı
İç yağı	Fındık yağı	Ayçiçeği yağı	Ceviz, keten tohumu, kabak çekirdeği vb.
Kuyruk yağı	Kanola yağı	Soya yağı	Yeşil yapraklılar (semizotu vb.)
Margarin		Pamuk yağı	

Omega-3 yağ asitleri, kronik hastalıkların birçoğunun önlenmesinde ve tedavi edilmesinde önemli rolleri vardır. Bu yağ asitlerinin önemleri, sadece yapı taşı olmalarından değil aynı zamanda şu özelliklere sahip olmalarından kaynaklanır:

Antienflamatuvar: İnflamasyonu azaltıcı etkiye sahiptirler, bu da iltihabi hastalıkların önlenmesinde ve tedavisinde faydalı olabilir.

Analjezik: Ağrı kesici etkileri vardır, özellikle romatoid artrit gibi ağrılı durumların yönetiminde yardımcı olabilirler.

Antikanserojen: Kanseri gelişimini önleme veya tedavi etme potansiyeline sahiptirler.

Antitrombotik: Kan pıhtılarının oluşumunu engelleyici etkiye sahiptirler, bu da kalp krizi ve inme gibi tromboembolik olayların riskini azaltabilir.

Antihipertansif: Kan basıncını düşürücü etkiye sahiptirler, bu da hipertansiyonun önlenmesinde veya tedavisinde faydalı olabilirler.

Bu özellikler, omega-3 yağ asitlerinin sağlık üzerindeki olumlu etkilerini açıklar ve bu nedenle düzenli olarak alınmalarının önemini vurgular (Connor, 2000).

Doymamış yağ asitleri genellikle Omega-3 ve Omega-6 yağ asitleri şeklinde bulunur. Esansiyel yağ asitleri olarak bilinen ve vitamin F olarak da adlandırılan bu yağlar, Omega-6 (CLA, gama linolenik asit, dihomo-gama linolenik asit, araşidonik asit) ve Omega-3 yağ asitlerini (eikosapentaenoik asit ve dokosaheksaenoik asit olarak da bilinir) içerirler (Watkins, 1991).

Esansiyel yağ asitleri vücutta doymamış yağ asitlerine dönüştürülür ve bu asitler öncelikle ekosanoid olarak bilinen 20 karbonlu yağ asitlerine metabolize edilirler. Daha sonra ise bu ekosanoidlerden prostanoid adı verilen bileşiklerine sentezlenir. Bu bileşikler hormon benzeri özellik gösterirler. Hücre zarı geçirgenliğini, enzimlerin aktivitesini ve reseptör hareketlerini etkilerler. Bu etkileşimler, birçok biyolojik süreci düzenler ve vücuttaki homeostazı korur (Mayes, 1993).

Esansiyel yağ asitleri, doğal olarak kan inceltici özelliklere sahiptir ve kalp krizine yol açabilen kan pıhtılaşmasını önleyebilirler. Ayrıca, artrit ve otoimmün hastalıkların semptomlarını hafifleten doğal iltihap giderici bileşikler içerirler. Bu yağ asitleri, bağırsak sistemde bulunan hücrelerin yapılarını etki eder. Emici – sindirici hücrelerin kalınlıklarını artırır. Yüzey alanını büyütür. Besinlerin emilimini iyileştirir ve alerjenlerin emilimini azaltır. Omega-3 yağ asitlerinin, özellikle insanlarda göğüs kanseri hücrelerinin büyümesini engelleyebildiği araştırmalarda bulunmuştur. Kırmızı hücrelerin dayanımlarının çoğalması ve kan akışkanlığının incelenerek arttırması, oksijenin kılcal damarlarla iletilmesini kolaylaştırmakta olduğu belirtilmektedir. Bu yağ asitleri kan basıncını düşürmeye yardımcı olmaktadır (Leaf ve Weber, 1988).

1.2.1. Omega yağ asitleri

Genel olarak bitki ve denizlerde yaşayan hayvan türlerinde Omega yağ asitleri hazır olarak temin edilmektedir. Deniz ürünlerinde bol miktarlarda bulunmasından dolayı balık yağı adıyla anılmaktadır.

1.2.1.1. Kaynakları

Genel olarak, Omega-3 yağ asitleri özellikle balık, midye, istiridye, karides gibi deniz ürünlerinde, ayrıca ceviz, fındık, susam, tohumlar, keten tohumu, kanola, soya fasulyesi ve zeytinyağı gibi bitkisel yağlarda bulunur. Omega-6 yağ asitleri ise soya, mısır, ayçiçeği ve pamuk yağlarında yoğun olarak bulunur (Gogus ve Smith, 2010). Rafine edilmemiş tahılların çoğunda, özellikle yulaf, çavdar, arpa, darı, buğday gibi, bol miktarda omega yağ asitleri bulunur (Uysal, 2002).

Omega-3 kaynakları arasında taze meyveler (muz, elma, kivi), kurutulmuş meyveler, sebzeler ve tahıllar bulunur. En zengin Omega-3 kaynağı olan yağlı balıklar arasında ringa, uskumru, alabalık, somon, sardalye ve hamsi bulunur. Balıklar, bu bileşikleri yosun ve planktonlardan alır (Uysal, 2002).

1.2.1.2. Metabolik Etkileri

Omega-3 ve Omega-6 insanların döllemelerinden başlayıp yaşamları müddetince bedenlerinde bulunan en mühim yapı taşıdır (Thomas ve ark., 2004). Omega yağ asitleri fosfolipitlerin bir parçasıdır. Hem Omega-3 hem de Omega-6 yağ asitlerinin yeterli miktarda alımı, vücut için gerekli kan dolaşımını gerçekleştirir. Ayrıca, beyin gelişmesine ve immün sistemin güçlenmesine hastalıklara karşı direnç göstermeye yardımcı olur (Aguilera, Tortosa, Mesa, Tortosa, ve Gil, 2002; Başpınar ve Kurtoglu, 2003).

a. Kalp-damar sistemi üzerindeki etkileri

Son yıllarda beslenme ve kalp rahatsızlıkları arasındaki ilişki, diyet yağlarının etkileri üzerinden sıkça incelenmektedir. Özellikle, yiyeceklerle alınan omega yağ asitleri ve kolesterol, kalp hastalıklarının kökeninde önemlidir (Skrivan, Skrivanova, Marounek, Tumova ve Wolf, 2000). Diyetteki enerjinin %30'undan daha fazlası bu yağların büyük bir kısmının doymuş yağlardan oluşması, kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırmaktadır (Hur, Park ve Joo, 2007).

Gerçekleştirilen çalışmalarda omega yağ asitlerince zengin gıdalar düşük kolesterol seviyesini azalttığını, yüksek kolesterol seviyesini olması gereken sınırlarda tuttuğunu göstermiştir. Kalp krizinde önemli bir faktör olan trigliserit seviyesinin de omega yağ

asitleri etkisiyle azaldığı belirlenmiştir (Donzel, Lucien, Maupoil, Rochette ve Rocguelin, 1993).

Özellikle Omega-3 yağ asitlerinin zengin bir kaynağı olan EPA ve DHA tüketiminin, kalp damarlarının tıkanmasını engellediği, kan basıncını dengeye aldığı, kalp atışını dengeye aldığı, kan şekerini azalttığı, eklem iltihaplanmalarını hafiflettiği semptomlarını hafiflettiği bildirilmektedir (Dyerberg, 1986; Alasalvar, Taylor, Zubcov, Shahidi ve Alexis 2002; Skonberg ve Perkins, 2002; Tapiero, Ba, Couvreur ve Tew, 2002; Sidhu, 2003).

b. Lipit metabolizmasına etkileri

Omega yağları, fazla kolesterole sahip hastalarda lipitlerin fiziki durumlarını değiştirerek alçak kolesterolünü düşürür ve genel kolesterol seviyesini azaltır. Bu etkisiyle damar tıkanıklığını engellemektedir (Leaf ve Weber, 1988). Damar tıkanıklıklarında omega yağ asidi verilen zarların lipid düzeylerine etkilerini inceleyen farklı çalışmalara sebep olmuştur. Bu çalışmalar, omega yağ asitlerinin çok düşük ve düşük kolesterol düzeylerinde mühim düşüşlere neden olduğunu göstermiştir. Kromhout, Giltay ve Geleijnse. (1985) yaptıkları 20 yıldan fazla süren bir araştırmada, balık yağı tüketiminin bu hastalıkların insidansını ve ölüm oranlarını azalttığını ortaya koymuştur.

c. Diyabeti önlemedeki etkileri

Omega yağ asitleri hücrel sinyal molekülü üretimini baskılayarak organizmada diyabet hastalığını azalttığı da gösterilmiştir (Mori, Dunstan, Burke, Croft, Rivera, Beilin ve Puddey, 1999). Bu bulgular, esansiyel yağ asitlerinin diyabetin yönetiminde ve önlenmesinde önemli bir rol oynadığını göstermektedir. Omega-3 yağ asitlerinin bu etkileri, insülin duyarlılığını artırma, iltihaplanmayı azaltma ve hücrel stres yanıtlarını düzenleme yeteneklerine bağlanmaktadır. Bu nedenle, diyabet riski taşıyan bireylerin diyetlerinde Omega-3 ve Omega-6 yağ asitlerini düzenli olarak bulundurmaları önerilmektedir.

d. Psikolojik ve nörolojik fonksiyonlara etkileri

Omega yağ asitlerinin vücutta eksilmesi, hafıza kayıplarına, bunamaya, duygusal, fiziksel ve düşünsel semptomlarda kusurların meydana gelmesine sebep olmaktadır (Young ve

Conquer, 2005). Alzheimer balık yemeyen toplumlarda daha sık görülmektedir. Hücredeki membranlarda var olan yağlar, membranların özelliklerinde mühim görev üstlenirler. Normal olmayan yağ dokularının şizofren davranışlara etki ettiği belirtilmiştir (Young ve Conquer, 2005).

Yapılan çalışmalarda, Yeni Zelanda, Kanada, Almanya gibi Omega-3 yağ asitlerinin yetersiz tüketildiği ülkelerde depresyon oranı %5 iken, Tayvan ve Japonya gibi Omega-3 yağ asitlerinin yeterli tüketildiği yerlerde bu oran %1 olarak bulunmuştur. Bu veriler, Omega-3 yağ asitlerinin beyin fonksiyonları ve ruh sağlığı üzerindeki olumlu etkilerini ortaya koymaktadır. Omega-3 yağ asitleri, hücre zarı akışkanlığını ve fonksiyonlarını iyileştirerek nöropsikiyatrik bozuklukların önlenmesine katkıda bulunabilir. Bu nedenle, Omega-3 yağ asitlerinin diyetle yeterli düzeyde alınması, beyin sağlığı ve genel ruh sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır.

Omega-3 ve Omega-6 yağ asitlerinin düzenli alınması, annelerin bebeklerinin beyin, sinir sistemi ve görme yeteneklerinin sağlıklı gelişimine katkıda bulunur. Bu yağ asitleri ayrıca çocuğun matematiksel zekasını geliştirip, okuma, telaffuz ve yazma becerilerini artırır. Eksiklikleri durumunda ise çocuklarda hiperaktivite, dikkat eksikliği, disleksi gibi davranış bozukluklarına yol açar (Helland, Smith, Saarem, Saugstad ve Drevon, 2003). Beyin sağlığı için omega yağ asitleri yaşamın her döneminde dengeli bir şekilde tüketilmelidir. Beyin hücrelerinin zar tabakası için bu yağlar gereklidir; yetersizlikleri halinde beyin hücreleri zamanla küçülebilir.

Alzheimer hastalığının temelinde de çocukluk çağından itibaren yeterli ve düzenli esansiyel yağ asitleri alınmamasının etkili olabileceği düşünülmektedir. Esansiyel yağ asitlerinin yetersizliği, beyindeki hücre zarlarının sağlığını ve işlevini olumsuz etkileyebilir, bu da uzun vadede bilişsel bozukluklara ve nörodejeneratif hastalıklara yol açabilir.

1.3. Konjuge Linoleik Asit (CLA)

Konjuge linoleik asit (CLA), esansiyel bir n-6 yağ asidi olan linoleik asidin (C18:2, c-9, c-12) konjuge olmuş birçok pozisyonel ve geometrik izomerlerinin karışımıdır. CLA içindeki konjuge olmuş çift bağlar, karbon zincirinde 9 ve 10, 11 ve 12 veya 11 ve 13 pozisyonlarında ve değişik cis-trans konfigürasyonlarında farklı izomerler halinde

bulunabilir (Pariza ve Hargraves, 1985). CLA'nın çift bağları cis ya da trans formunda olabilir. Ancak bu bağlardan bir tanesinin trans formunda bulunması, bu bileşiğin biyolojik olarak aktif olduğunu gösterir (Jenson, 2002).

1.3.1. Kaynakları

Konjuge linoleik asit (CLA) en önemli kaynakları ruminantların etlerinde bilhassa yağlarında ve süt ürünlerinde bulunur (Kelly, Vanderbeld ve Knowlton, 2001). Diyetle alınan linoleik asit, ruminantların rumeninde bulunan bakteriler tarafından biyohidrojenizasyon sürecinde doyurulur (Aydın ve Özsan, 2003).

Süt ürünlerinin CLA içeriği, her gram yağ için yaklaşık olarak 2,9 ile 8,92 mg arasında değişir ve total CLA'nın %73-93'ü cis-9, trans-11 izomerinden oluşur (Kelly, Vanderbeld ve Knowlton, 2001).

1.3.2. Metabolik Etkileri

Konjuge linoleik asit (CLA), vücut yağ miktarını azaltma, insülin direncini düşürme, antikanserojenik etki, immüniteyi güçlendirme, inflamasyonu azaltma, kan lipidlerini düşürme, antiaterosklerotik etki, metabolik hızı artırma ve kemik ve kas kitlesi oluşumunu artırma gibi pek çok faydalı etkisi olduğu bildirilmektedir (Kurban ve Mehmetoğlu, 2006).

1.3.2.1. Konjuge Linoleik Asidin Kan Lipidlerine Etkisi ve Aterosklerozdaki Rolü

Konjuge linoleik asit, aterosklerozi teşvik eden kolesterolü azaltmakta ve kalp krizi riskinde etkili olan trigliserit düzeyini düşürmektedir. CLA ve omega yağ asitlerinin kanın akışkanlığını sağlayarak kalp tarafından kolayca pompalanmasına yardımcı olduğu, böylece damar tıkanıklığı ve damarlarda yağ birikimini önlediği belirtilmektedir (Özkan ve Koca, 2006).

Konjuge linoleik asit içeren diyetin hamsterlerde plazma total kolesterolü, çok düşük dansiteli lipoprotein (VLDL) ve düşük dansiteli lipoprotein (LDL) kolesterolü ve trigliseridi azalttığı ama yüksek dansiteli lipoprotein (HDL) kolesterolü etkilemediği gösterilmiştir (Nicolosi Rogers, Kritchevsky, Scimeca ve Huth, 1997). Giudetti, Beynen,

Lemmens, Gnoni ve Geelen. (2005) ise CLA içeren diyetin ratlarda plazma total kolesterolünü ve HDL ve LDL'nin kolesterol içeriğini azalttığını belirlemişlerdir.

1.3.2.2. Konjuge Linoleik Asidin İmmün Sisteme Etkisi

Yağ asidi profili hem fizyolojik hem de patolojik durumlarda immün fonksiyonları önemli ölçüde etkiler. Diyetle alınan yağ asidi profili, kan yağ asidi seviyesini ve dolayısıyla hücrelere giren yağ asidi profilini belirler. Doymuş ve doymamış yağ asitlerinin immün fonksiyonlar üzerindeki etkisi geniş çapta incelenmiştir, ancak konjuge linoleik asidin (CLA) immün sistem üzerindeki etkileri hakkında sınırlı sayıda çalışma mevcuttur. CLA, delta-6-desaturaz enzimi aracılığıyla gama linoleik aside (GLA) dönüşür.

İn vivo ve hücre kültürlerinde CLA'nın eikozanoidlerin özellikle de ağrı, ödem ve ateş gibi inflamtuar semptomların oluşmasında önemli rolü olan prostoglandin E₂ (PGE₂) sentezini azalttığı belirtilmiştir (Nakanishi, 2003).

1.3.2.3. Konjuge Linoleik Asidin Karsinogenezdeki Rolü (antikanserojenik özellikleri)

CLA'nın antikanserojen etkisi ilk defa Pariza ve ark. (1985) tarafından ızgara sığır etinin karsinojenik bileşenleri araştırılırken keşfedilmiştir. CLA'nın meme dokusunda total ve nötral fosfolipid seviyesine etkisi olmamakla beraber memede epitel yoğunluğunu ve lobüler ve terminal son keselerde DNA sentezini azalttığı gösterilmiştir (Thompson, 1997; Knekt, Jarvinen, Seppanen, Pukkala ve Aroma, 1996).

1.3.2.4. Konjuge Linoleik Asidin Vücut Yağ Kompozisyonuna Etkisi

CLA'nın hayvan ve insanlarda uzun süreli etkisinin vücut ağırlığını değiştirmeksizin vücut yağını azaltmak yönünde olduğu ve artmış fiziksel aktiviteyle birlikte bu etkilerinin maksimum düzeyde olduğu kaydedilmiştir (Pariza, 2004; Bhattacharya, 2005).

Gelişmekte olan rat, sıçan ve domuz gibi hayvanlarda CLA'nın 0,5-2 gr/100 gr-diyet ile alımının vücudun yağ içeriğini azalttığı belirtilmiştir (Wahle, 2004). CLA'dan zengin diyetin ratlarda yağ hücresi sayısından ziyade boyutunda azalma yaptığı kaydedilmiştir (Azain, 2000). Bazı araştırmacılar ise %1 oranında CLA alımını adipositte

apoptozisi indükleyerek beyaz yağ dokusu kitlesini azalttığını bildirmişlerdir (Tsuboyama-Kasaoka, Takahashi, Anemura, Kim, Tange ve Okuyama, 2000). CLA'nın yağ hücrelerinin çoğalmasını ve farklılaşmasını engellediğini göstermektedir. Bu, yağ hücrelerinin sayısını azaltarak veya olgunlaşmasını önleyerek yağ dokusunun azalmasına katkıda bulunabilir. (Brodie, Manning, Ferguson, Jewell ve Hu, 1999)

1.4. Omega-3 Kaynağı Olarak Krill

Omega-3 kaynağı kriller keşfedildikten sonra değer kazanmıştır. Okyanuslarda büyük balıkların yiyecekleri olarak bilinmektedir. Büyük balıkların besin kaynağı olan Krillerin içerikleri incelenmeye değer olacaktır. Bünyesindeki yağ enzimleri diğer yağlı balıklara da geçmekte ve insanlar tükettikleri bu yağlı balıklar sayesinde hazır olarak almak zorunda kaldığı Omega-3 kaynaklarını dolaylı olarak tüketmektedir.

1.4.1. Krill nedir?

Norveçcede Krill “yavru balık” olarak adlandırılır. Kabuklu deniz canlılarını tanımlayan bir ifadedir (Nicol ve ark., 1997; Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007). Okyanusta, karideslere benzeyen, soğuk sularda yaşayan canlıdır (Nicol ve Endo, 1997; Hector, Yang, Breen, Burd, Churchward-Venne, Josse ve Phillips, 2012).

Krill, diğer kabuklular gibi sert kabuklu bir forma sahiptir. Fakat görünen dışarıdaki solungaçları, parlak organları ve kafa ile gövde tarafında tamamen aktif proteinleri parçalayan veya sindiren enzim içermesi gibi özelliklerle başka kabuklu canlılardan ayrılırlar (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007). Krill boyutları milimetrikten başlayıp 15 cm'ye kadar değişebilir. Bu, krillin farklı türlerinin farklı büyüklüklerde olabileceğini gösterir. Ayrıca, yaklaşık olarak 85 çeşidi vardır (Nicol ve Endo, 1997). Krill, vücudunda ve yumurtasında Omega-3 yağ asitleri olan EPA ve DHA'yı alabilmeyi besinlerinden aldıkları alg ile sağlar.

Krill, dünya çapındaki okyanuslarda yaşayan ve en kalabalık hayvan türlerinden biri olan küçük deniz organizmalarıdır. Krill'in bolluğuna rağmen, özellikle su ürünlerinin yetiştirilmesi, hobi balıkçılığı ve akvaryum yemi biçiminde kullanımına önem verilmiştir (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007). Genellikle balina yiyeceği olarak bilinmesine

rağmen, fok balıklarının, denizlerdeki kuşların, balık çeşitlerinin ve hatta insanların bile besin kaynağıdır (Nicol ve Endo, 1997).

1.4.2.Enerji ve besin ögesi içeriği

Krill, protein, yağ, karbonhidrat, kitin ve mineral gibi çeşitli besin maddeleri açısından zengin bir kaynaktır. Tazesinin ağırlığında, %10 veya 11 proteini , %2 veya 6 oranında yağı, %0,3 veya 0,6 karbonhidratı, %2 sert kabuğu ve %3 veya 4 minerali içerir. Ancak, yağ miktarı cinsiyetine göre değişebilir; erkeklerde %2 veya 4 oranında yağın içeriği bulunurken dişilerinde %5 veya 6 oranında yağın içeriği bulunabilir. Kurtulmuş ağırlığındaysa %60 veya 78 proteini, %7 veya 26 yağı ve %12 veya 17 civarlarında mineralleri ihtiva etmektedirler. Krill'ler, esansiyel yağ asitlerini içerir, özellikle α -linoleik asit ve linolenik asitleri bulunur. Yağ asit örüntüsü, doymamış yağ asitlerinin yüksek olduğu ve doymuş yağ asitlerinin düşük olduğu bir yapıya sahiptir. Krill'deki yağ asitlerinin çoğu fosfolipit formunda bulunurken, balıkta trigliserit formdadır. Ca, F, Mg ve P gibi mineraller bakımından oldukça zengindir. Krill, vitaminler açısından da zengindir ve özellikle A, B ve E vitaminlerini içerir. Fakat demir ile D vitamini bakımından zengin değildir. Tüm bu öğeler dikkate alındığında, Krill'in besleyici ürün olması, bizlerin tüketmesine neden olmaktadır (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007).

1.4.3. Neden krill yağı?

Su içerisinde çözümlenebilen Krill yağı 1990'lı yıllarda bulunmuştur. Balık yağının suda çözünemezler. Gıda takviyesi olarak 2001 yılından itibaren kullanılmaya başlanmıştır. Krill yağı, astronot besin programına 2002 yılında girmiştir (Sevim, 2013). Krill yağının diğerlerinden farklı dört bileşeninin olmasıdır. Oksijen radikal emme kapasitesinin fazla çıkması, bünyesindeki yağların türü fosfolipit biçimde bulunması, Omega-3 ve astaksantin içeriği bulunmasıdır.

1.4.4. ORAC değeri (oksijen radikal emme kapasitesi)

İnsanların bünyesinde bulunan hücreler ortalama günlük 10.000 serbest radikal taarruzuna uğramaktadır. Vücutta bulunan serbest radikallerin azalmasını sağlayabilmenin yöntemi ise antioksidan alımının artırılmasını gerektirir. Krill yağının antioksidan özellikleri, içerdiği güçlü antioksidan bileşenlerinden kaynaklanmaktadır. Bu

bileşenler, vücuttaki serbest radikallerin zararlı etkilerini nötralize ederek hücreleri korur ve sağlığı destekler. Krill yağının yüksek ORAC değeri, antioksidan kapasitesinin gücünü gösterir. Krill yağı, içerdiği A, D ve E vitaminleriyle astaksantin antioksidan içeriği sayesinde kansere karşı koruyucu etki gösterebilir ve yaşlanmayı geciktirebilir (Farooqui ve Farooqui, 2009; Sevim, 2013). Antioksidan enzimlerin aktivitelerinin artması, hücrelerin serbest radikallere karşı daha etkili bir şekilde korunmasını sağlar (Venkatraman, Chandrasekar, Troyer ve Fernandes, 1996).

1.4.5. Omega-3 yağ asidi içeriği

Omega-3 yağ asitleri, bünyede EPA ve DHA biçiminde enerjiye dönüştürülmektedir. EPA ile DHA bebeklerin beyinlerini, yetişkinlerde romatoid artrit gelişimini yavaşlatan, sinirlerin, gözlerin gelişmesini arttıran, kardiyak aritmileri engelleyen yağ asidi çeşitleridir. Kanda bulunan yüksek miktardaki trigliseritin miktarlarını azaltan, damar sertliğini önleyen, kan akışının kesilmesi esnasında yaşam oranını çoğaltan, kandaki basıncı dengeleyen ve dolaşımdaki kanın pıhtılaşmasını düşüren, Alzheimer'ı engelleyen uzun zincirlerden oluşan yağ asididir (Sevim, 2013).

1.4.6. Fosfolipit yapı

Balık yağı ve diğer kaynaklardan elde edilen Omega-3 yağ asitleri genellikle trigliserit formunda bulunur. Bu formda olan yağ asitleri, suda çözünmez ve bu nedenle bağırsaktan emilimi daha zor olabilir. Krill yağındaki Omega-3'ün fosfolipit formunda olması, bağırsaktan daha etkili bir şekilde emilmesine ve dolayısıyla vücut tarafından daha iyi kullanılmasına olanak tanır (Nash, Schlabach ve Nichols, 2014).

1.4.7. Astaksantin içeriği

Somonlara, karideslere ve flamingolara pembe-kırmızı renk sağlayan kuvvetli antioksidan biçiminde bir pigmenttir. Astaksantin'deki antioksidan faaliyetleri, benzer pigmentlere göre oldukça yüksektir. Lutein, kantaksantin ve β -karoten gibi diğer karotenoidlerden 10 misli, vitamin E'den de 500 misli güçlü antioksidan faaliyeti göstermektedir (Mısır, 2012; Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007). Krilller, 1,5 veya 2 / 1000 mg yoğunluğunda astaksantin bulunmaktadır. Bu oran Krill'in astaksantince oldukça bol besin olduğunu işaret eder (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007; Sevim, 2013).

Serbest radikaller, hücre kusurlarına sebep oluşturan ve kalp hastalıklarını tetikleyen, kanserleri çoğaltan, yaştan kaynaklı hastalıkları fazlalaştıran reaktif moleküllerdir. Oksidatif stres, bu serbest radikallerin vücutta birikmesi sonucu ortaya çıkar ve birçok kronik hastalığın temelinde yatan bir süreçtir. Astaksantin, serbest radikalleri nötralize ederek oksidatif stresi azaltmada etkili bir rol oynar (Fassett ve Coombes, 2011; Berge, Ramsvik, Bohov, Svandal, Nordrehaug, Rostrup ve Bjørndal, 2015). Astaksantinın görme bozukluğu, şeker, kalp hastalıkları, sinirleri hastalıklarını ve bazı kanser türlerinin iyileştirilmesinde etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca anti-aging olup cilt sağlığını desteklediği bildirilmiştir. (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007; Mısıır, 2012).

Krill yağlarında bulunan astaksantin, yağ oksitlenmesini azaltarak yağların ömrünün uzun olmasını sağlar. Kokusuyla tadını bozmayı engeller (Arnold, Markovic, Blossy, Wallukat, Fischer, Dechend, Konkel, Von Schacky, Luft ve Muller,2010).

1.4.8. Krill Yağı ve Hastalıklarla İlişkisi

Krill yağı, farklı hastalık guruplarında incelenmesinin yapılmış değişik çalışmaları vardır. Krill yağının ilişkili olduğu düşünülen hastalıklarla ilgili çalışmalara aşağıda yer verilmiştir.

1.4.8.1. Krill yağı ve kardiyovasküler hastalıklar

Omega-3, kalp hastalıkları başta olarak çeşitli hastalıklara olumlu etki ettiği tespit edilmiş olup, kalp hastalıklarını engellemek için tüketilmesi tavsiye edilmektedir. EPA ve DHA içeriği krill yağının kalp sağlığını desteklediği ifade edilmiştir (Backes, Atricia ve Howard, 2014).

1.4.8.2. Krill yağı ve obezite / insülin direnci

Fazla yağlı besinlerin karaciğer yağlanması patolojik durumu üzerinde yoğun bir şekilde çalışılmış ve bu tür diyetlerin hiperglisemi (yüksek kan şekeri), hiperinsülinemi (yüksek insülin düzeyi), obezite ve non-alkolik karaciğer yağlanması (NAFLD) gibi metabolik bozuklukları artırdığı rapor edilmiştir. Krill yağının glikoz ve lipit metabolizmasını olumlu yönde etkileyeceği, hepatik steatozise karşı koruyucu etkisi bulunabileceği bildirilmektedir (Ferramosca, Conte ve Zara, 2015). Yapılan çalışmalarda, yüksek yağlı

diyetle birlikte krill yağı kullanımının vücuttaki ağırlık artmasını engellediği ve insülin direncini azalttığı tespit edilmiştir. Krill yağı ilavesi yapılan ve yüksek yağlı diyetle beslenen farelerde toplam karaciğer kütesinin ve toplam karaciğer yağlanmasının azaldığı, hepatomegali, hepatik steatozis ve hiperkolestrolemi gelişiminin engellendiği, serum adinopektin seviyesinin arttığı ise bilinmektedir (Tandy ve ark., 2009; Bjørndala, Vik, Brattelid, Vigerust, Burri, Bohov ve Berge, 2012; Ferramosca, Conte ve Zara, 2015). Obez kişilerde krill yağı takviyesinin aşırı periferik endokanabinoid aktivitesini azalttığı, bel/kalça oranı ve visceral yağ/iskelet kası kütlesi oranı gibi metabolik sendromun bazı parametrelerini iyileştirecek kapasiteye sahip olduğu belirtilmektedir (Bjørndala, Vik, Brattelid, Vigerust, Burri, Bohov ve Berge, 2012).

1.4.8.3. Krill yağı ve bilişsel fonksiyon

Omega-3 yağ asitlerinin beyin sinir hücrelerindeki iletişim seviyelerini artırarak nörotransmitter dengesi üzerinde olumlu etkilediği, inaptik vezikül yoğunluğunu artırarak sinaptik iletimi ve sinir hücreleri arasındaki iletişimi güçlendirdiği, bilişsel fonksiyonları geliştirdiği, hafızayı güçlendirdiği, antiinflamatuvar özelliğiyle beyin dokusunda iltihaplanmayı azaltarak sinir hücrelerini koruduğu bilinmektedir. Depresyon belirtilerini hafiflettiği ve serotonin seviyelerini dengeleyerek ruh hali üzerinde olumlu etkiler sağladığı görülmüştür (Burri, 2015).

1.4.8.4. Krill yağı ve inflamasyon

Kronik inflamasyona sahip hastalar üzerinde yapılan bir çalışmada, krill yağı takviyesinin CRP (C-reaktif protein) seviyelerinde ve artrit semptomlarında anlamlı azalmalar sağladığı gözlemlenmiştir.

7. Gün: CRP’de %19,3 azalma

14. Gün: CRP’de %29,7 azalma

30. Gün: CRP’de %30,9 azalma (Deutsch, 2007).

1.4.8.5. Krill yağı ve premenstrual sendrom

Premenstrual sendrom (PMS), yumurtlamanın ardından başlayan ve adet kanaması başlayana kadar devam eden dönemde ortaya çıkar. Kanamanın başlangıcı ile sona eren

zihinsel işlevleri, duygusal durumları, bilgi işlemeyi etkileyen çeşitli durumları ve hastalıkları tanımlar. A vitamini ve Omega-3, PMS durumlarını azaltabilmektedir. Krill yağının PMS ve dismonerea üzerindeki etkilerinin değerlendirildiği bir çalışmada, premenstrual sendrom tanısı almış 70 hasta incelenmiştir. Hastaların bir kısmına 2 g/gün balık yağı, bir kısmına ise 2 g/gün krill yağı verilmiştir. Çalışma sonucunda, krill yağı kullanan grupta bazı önemli bulgular elde edilmiştir:

Adet ağrılarına için analjezik kullanımının azalması üzerine yapılan çalışmada Krill yağı verilen grupta balık yağı verilen grubun ağrı kesici etkisi karşılaştırılmıştır. Krill verilen grubun ağrılarının azaldığı tespit edilmiştir. Semptomların Azalması: Krill yağı, stres, kasık ağrısı, eklemlerdeki ağrılar ve göğüs bölgesindeki hassaslık semptomu azaltmıştır. (Sompalis, Bunea, Pellend, Kowalski, Duguet ve Dupuis, 2003).

1.4.8.6. Krill yağı ve egzersiz

Krill yağı, Omega-3 kaynağı olarak, fiziksel aktivitelerden ardından immün özellikleri onarabilecek potansiyele sahiptir. Omega-3 yağ asitleri, inflamasyonu azaltma ve bağışıklık sistemini destekleme kapasitesine sahiptir. (Boit ve ark., 2015). Krill yağı takviyesinin 17 kürekçi üzerinde yapılan çalışmada, 8 sporcuya plasebo, diğerlerine ise 1 g/gün dozda Krill verilmiştir. Krill yağı takviyesinin kürekçilerde egzersiz sonrası oksidatif hasarı azalttığı saptanmıştır. Krill yağı takviyesinin hücrelerdeki oksidatif stresi azaltan ve serbest radikallerin neden olduğu zararı önleyen enzimler ve kanınızdaki farklı lipid türlerine etkileri gözlenmemiştir (Skarpańska-Stejnborn, Pilaczyńska -Szcześniak, Basta, Foriasz ve Arlet, 2010).

1.5. Yağlarda Serbest Asitlik Tayini

Serbest yağ asitleri (FFA), trigliserit yapıya bağlı olmayan, yağın içinde serbest halde bulunan yağ asitleridir. Bu tür yağ asitleri, ham yağda fazla miktarda bulunabilir ve yağın rafine edilmesiyle miktarları belirli bir düzeye indirgenir. Serbest yağ asitliği ve asit sayısı;

Asit Sayısı: 1 gram yağın nötrleştirilmesi için gerekli olan potasyum hidroksit (KOH) veya sodyum hidroksitin (NaOH) miligram cinsinden ağırlığıdır.

Serbest Yağ Asitliği: Yağ için önemli bir kalite indeksidir ve yağın raf ömrünün takip edilmesinde kullanılır. Serbest yağ asitliği, yağın oksidasyona olan stabilitesinin düşmesi anlamına gelir ve bu da yağın acılaşmaya başlayacağını önemli bir göstergesidir. Kalite kontrol, serbest yağ asitliği, yağın kalite kontrolünde en önemli analizlerden biridir. Serbest yağ asitliği yüksek olan yağlar, oksidasyona daha duyarlıdır ve bu durum yağın raf ömrünü olumsuz etkiler. Rafine yağlarda, serbest yağ asitliği tayini önemli bir analizdir. Yağın çeşitli faktörlerle hidrolize olması sonucunda serbest yağ asitliği artar. Ham yağın nötralizasyon işleminde (asit giderme) ne kadar kostik ile muamele edilmesi gerektiği, ham yağın serbest asit miktarı üzerinden hesaplanır.

Asitliği bilinmeyen bir yağa nötralizasyon işlemi uygulanırken, kullanılacak kostik miktarının doğru hesaplanması gereklidir. Yetersiz miktarda kostik kullanımı, yağın arzu edilen nötralizasyon seviyesine ulaşmasını engelleyebilir. Nötralizasyon işlemi sırasında, yağın asitlik seviyesinin takip edilmesi, işlemine zamanında müdahale edilerek prosesin sonlandırılmasını sağlar. Serbest yağ asitliği tayini, oldukça basit bir analiz olup nicel gözleme dayanmaktadır.

1.6. Yağlarda Peroksit Sayısı (PS) Tayini

Peroksit sayısı, yağların içerdikleri aktif oksijen miktarını ölçen bir parametredir. Spesifik olarak, 1 kg yağda bulunan peroksit oksijeninin miliekivalen gram olarak miktarını ifade eder. Bu ölçüm, yağların oksidasyon derecesini ve bozulma durumlarını belirlemek için kullanılır.

Yağlar, depolama sırasında oksijen, metal iyonları, sıcaklık, ışık gibi faktörlerin katalitik etkisiyle bozulabilir. Bu süreçte, oksijen doymamış yağ asitlerini parçalayarak daha küçük moleküllü yağ asitlerinin oluşmasına neden olur. Oksidasyonun başlangıcında hidroperoksitler oluşur ve bu maddeler yağın acılaşmasının erken göstergeleridir. Peroksit sayısı, deodorizasyon işleminin etkin bir şekilde yapıp yapılmadığını gösterir. Deodorizasyon, yağın kokusunu gidermek için uygulanan bir rafinasyon aşamasıdır ve bu aşamanın başarısı peroksit sayısı ile değerlendirilebilir. Peroksit sayısı oksidasyon derecesini gösteren bir parametredir. Yağların bozulma durumlarını ve oksidasyon derecelerini belirlemek için kullanılır. Alternatif olarak, yağların bozulma durumlarını tespit etmek için kullanılan bir başka yöntem de kreiss testi

uygulanır. Peroksit sayısı tayinin esası, potasyum iyodürün yağdaki peroksit oksijeni ile okside olarak iyodun serbest hale geçmesi ve bu serbest haldeki iyodun da tiyosülfat ile titre edilerek miktarının bulunmasıdır.



2. MATERYAL ve METOT

Farklı eczanelerden, son kullanım tarihleri uyumlu olacak şekilde rastgele seçilen 10 adet ticari kril yağı numunelerine ait yağ asidi kompozisyonu, lipid peroksidasyonu, lipid peroksit seviyeleri ve asitlik tayini ölçümleri Ege Üniversitesi ARGEFAR İlaç Geliştirme Farmakokinetik Araştırma – Uygulama Merkezi Çevre ve Gıda Analizi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Laboratuvar Türk Akreditasyon Kurumundan TS EN ISO/IEC 17025:2017 standardına göre akreditedir. Bu parametlerden;

Asit Değeri Tayini TS EN ISO 660’a göre yapılmıştır.

Bu standart, dokümanın bundan sonraki bölümlerinde yağlar şeklinde ifade edilecek olan bitkisel ve hayvansal katı ve sıvı yağlarda asitlik tayini için üç metodu (ikisi titrimetrik, biri potansiyometrik) açıklamaktadır. Asitlik tercihen asit değeri ya da alternatif olarak, geleneksel hesaplanan asitlik olarak ifade edilmektedir.

Bu standart rafine ve ham bitkisel ve hayvansal katı ve sıvı yağlara, sabun yığını yağ asitlerine veya teknik yağ asitlerine uygulanabilmekte, mumsu maddelere uygulanamamaktadır.

Peroksit değeri tayini TS EN ISO 3960’a göre yapılmıştır.

Peroksit değeri oksijenin hayvansal veya bitkisel yağlara kimyasal olarak bağlanan miktarının ölçümüdür.

Bu prosedür hayvansal ve bitkisel katı ve sıvı yağlarda görsel son nokta tayini ile peroksit değerinin belirlenmesi şeklindeki yöntemde dayanmaktadır.

Yağ asitleri tayini TS EN ISO 12966-4 protokolüne göre standart olarak gerçekleştirilmiştir.

Bu standart, kapiler gaz kromatografisi yoluyla hayvansal ve bitkisel yağlar ve yağ asitlerinden transesterleştirme veya esterleştirme ile elde edilen yağ asidi metil esterleri için bir yöntemi kapsar.

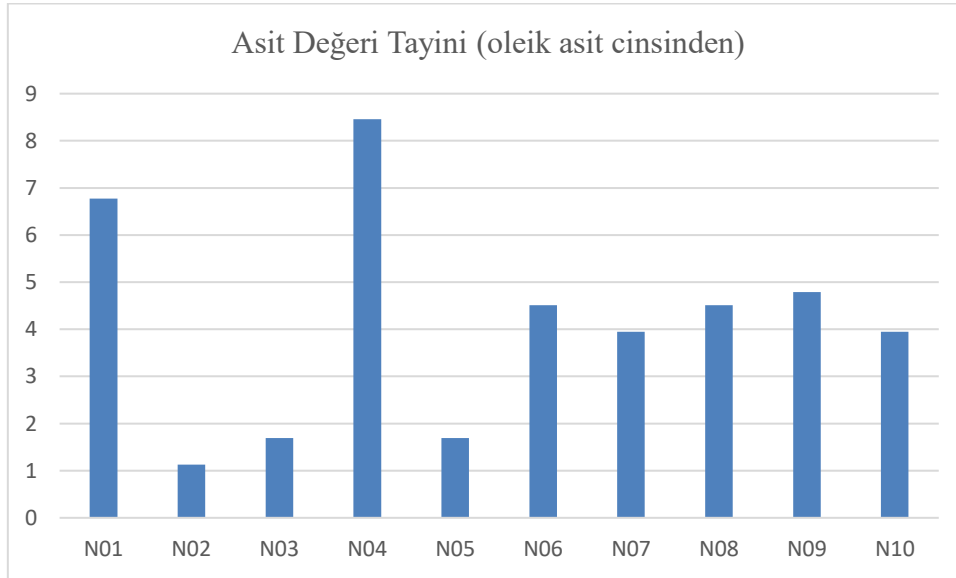
TS EN ISO 12966-2 standardı, yağ asitleri metil esterlerinin hazırlanması yöntemleri ile oluşturulmaktadır.

3. BULGULAR

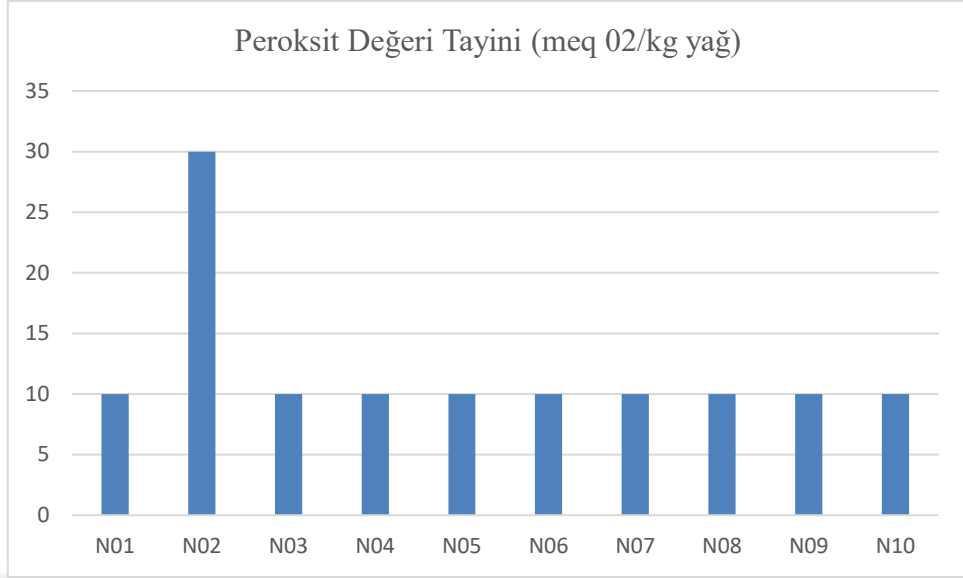
Çizelge 3.1. Numunelerde ölçülen asit değerleri, peroksit değeri içerikleri

Numune Çeşitleri	N01	N02	N03	N04	N05	N06	N07	N08	N09	N10
Ölçülen Değerler										
<i>Asit Değeri Tayini (oleik asit cinsinden)</i>	6,77	1,13	1,69	8,46	1,69	4,51	3,95	4,51	4,79	3,95
<i>Peroksit Değeri Tayini (meq O₂/kg yağ)</i>	10,0	30,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0	10,0

Yukarıda tespit edilen ölçüm sonuçları aşağıda grafiklerle ayrı ayrı gösterilmiştir.



Şekil 3.1. Numunelerde ölçülen asit değerlerinin oleik asit cinsinden değerleri.



Şekil 3.2. Numunelerde ölçülen peroksit değerlerinin miliekivalen kilogram cinsinden değerleri.

Numunelerde yağ asitleri tayini sonuçlarına göre bulunan sonuçlar aşağıda çizelgeler halinde, numunelerde bulunma miktarı ve alanına göre verilmiştir.

Çizelge 3.2. Arachidic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0386	3,32005	0,02409	Arachidic Acid	(C20:0)	N01
0,113	224,27969	0,96377	Arachidic Acid	(C20:0)	N02
0,0538	55,41338	0,35107	Arachidic Acid	(C20:0)	N03
0,0486	53,69139	0,42606	Arachidic Acid	(C20:0)	N05
0,0501	6,56396	0,03268	Arachidic Acid	(C20:0)	N06
0,0443	4,25366	0,03124	Arachidic Acid	(C20:0)	N07
0,0429	3,15099	0,02591	Arachidic Acid	(C20:0)	N08
0,0528	5,74795	0,02556	Arachidic Acid	(C20:0)	N09
0,0514	14,28886	0,10888	Arachidic Acid	(C20:0)	N10

Çizelge 3.3. Arachidonic acid içeren numuneler ve içerdiği miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0416	52,51567	0,38092	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N01
0,0597	764,26923	3,28415	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N02
0,043	220,94585	1,39973	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N03
0,0430	222,03229	1,76184	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N05
0,0454	78,87992	0,39275	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N06
0,0418	55,50583	0,40776	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N07
0,0405	49,98857	0,41122	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N08
0,0435	88,38274	0,39312	Arachidonic Acid	(C20:4n6)	N09

Çizelge 3.4. Behenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0415	5,69968	0,04133	Behenic Acid	(C22:0)	N01
0,0504	18,24887	0,07843	Behenic Acid	(C22:0)	N02
0,055	26,69623	0,16914	Behenic Acid	(C22:0)	N03
0,0548	4,46841	0,06238	Behenic Acid	(C22:0)	N04
0,0471	16,99197	0,13484	Behenic Acid	(C22:0)	N05
0,0515	6,99984	0,03486	Behenic Acid	(C22:0)	N06
0,0472	5,69077	0,04181	Behenic Acid	(C22:0)	N07
0,0456	5,89291	0,04846	Behenic Acid	(C22:0)	N08
0,0531	4,73877	0,02108	Behenic Acid	(C22:0)	N09
0,0638	6,12753	0,04672	Behenic Acid	(C22:0)	N10

Çizelge 3.5. Capric acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0379	65,61394	0,28194	Capric Acid	(C10:0)	N02
0,0381	28,84827	0,40283	Capric Acid	(C10:0)	N04
0,0433	4,70633	0,00374	Capric Acid	(C10:0)	N05
0,0372	62,26122	0,27693	Capric Acid	(C10:0)	N09

Çizelge 3.6. Caprylic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0337	76,22427	0,32755	Caprylic Acid	(C8:0)	N02
0,033	31,33872	0,43761	Caprylic Acid	(C8:0)	N04
0,0315	9,03246	0,00718	Caprylic Acid	(C8:0)	N05
0,0338	71,71723	0,31897	Caprylic Acid	(C8:0)	N09

Çizelge 3.7. Eicosatrienoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0432	49,71016	0,36057	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N01
0,0396	144,45624	0,62076	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N02
0,0392	40,64305	0,25747	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N03
0,0515	26,58156	0,37116	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N04
0,0406	37,51270	0,29766	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N05
0,0509	81,15325	0,40407	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N06
0,0439	51,65582	0,37946	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N07
0,0409	39,76395	0,32713	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N08
0,0439	60,03342	0,26702	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N09
0,0449	31,90558	0,24313	Eicosatrienoic Acid	(C20:3n:	N10

Çizelge 3.8. Docasahexaenoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0717	1543,37732	11,1947	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N01
0,1238	6281,62744	26,9929	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N02
0,0798	1955,25525	12,387	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N03
0,0623	802,50665	11,2058	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N04
0,0780	1840,07214	14,60117	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N05
0,0861	2695,12842	13,41956	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N06
0,0672	1160,46448	8,52488	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N07
0,0677	1190,82800	9,79637	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N08
0,0773	1945,01563	8,65099	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N09
0,0641	939,12518	7,15668	Docasahexaenoic Acid	(C22:6)	N10

Çizelge 3.9. Eicosapentaenoic Acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0696	3024,96411	21,9411	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N01
0,1004	9878,83594	42,4505	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N02
0,0715	3501,28027	22,1814	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N03
0,056	1481,37451	20,6851	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N04
0,0685	2946,27954	23,37901	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N05
0,0878	5706,35791	28,41307	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N06
0,0661	2522,69751	18,53197	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N07
0,0677	2795,80908	22,99981	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N08
0,0828	4825,00586	21,4605	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N09
0,0617	2064,63745	15,7338	Eicosapentaenoic Acid	(20:5)	N10

Çizelge 3.10. cis-8,11,14 Eicosatrienoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0460	11,77338	0,08541	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N01
0,0597	91,36984	0,39264	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N02
0,0448	30,33049	0,19216	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N03
0,0577	8,53498	0,11917	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N04
0,0508	35,70731	0,28335	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N05
0,0507	18,10285	0,09015	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N06
0,0434	12,27369	0,09015	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N07
0,0447	14,78533	0,12164	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N08
0,0429	21,83652	0,09721	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N09
0,0576	17,36466	0,13234	cis-8,11,14 Eicosatrienoic Acid	(C20:3n6)	N10

Çizelge 3.11. Gondoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0452	102,76115	0,74535	Gondoic Acid	(C20:1)	N01
0,0836	958,35217	4,11814	Gondoic Acid	(C20:1)	N02
0,0546	424,9408	2,69208	Gondoic Acid	(C20:1)	N03
0,0452	61,56263	0,85965	Gondoic Acid	(C20:1)	N04
0,0548	403,11288	3,19873	Gondoic Acid	(C20:1)	N05
0,0507	134,05824	0,66751	Gondoic Acid	(C20:1)	N06
0,0434	122,23205	0,89792	Gondoic Acid	(C20:1)	N07
0,0440	109,01338	0,89681	Gondoic Acid	(C20:1)	N08
0,048	199,27301	0,88633	Gondoic Acid	(C20:1)	N09
0,0442	146,17215	1,11391	Gondoic Acid	(C20:1)	N10

Çizelge 3.12. Heptadecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0531	81,8835	0,35185	Heptadecanoic Acid	(Cl7:0)	N02
0,0546	130,80917	0,82872	Heptadecanoic Acid	(Cl7:0)	N03
0,0476	17,51116	0,24451	Heptadecanoic Acid	(Cl7:0)	N04
0,0421	23,54022	0,17938	Heptadecanoic Acid	(Cl7:0)	N10

Çizelge 3.13. Lauric acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0414	30,71731	0,22281	Lauric Acid	(Cl2:0)	N01
0,0524	2,07367	0,0089	Lauric Acid	(Cl2:0)	N02
0,0432	18,27187	0,11576	Lauric Acid	(Cl2:0)	N03
0,0413	18,92376	0,26425	Lauric Acid	(Cl2:0)	N04
0,0436	12,87757	0,10218	Lauric Acid	(Cl2:0)	N05
0,0406	38,72318	0,19282	Lauric Acid	(Cl2:0)	N06
0,0401	33,71562	0,24767	Lauric Acid	(Cl2:0)	N07
0,0408	28,11429	0,23126	Lauric Acid	(Cl2:0)	N08
0,042	53,72632	0,23895	Lauric Acid	(Cl2:0)	N09
0,0416	36,31625	0,27676	Lauric Acid	(Cl2:0)	N10

Çizelge 3.14. Linoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0627	481,71918	3,49408	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N01
0,0552	353,80316	1,52034	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N02
0,0604	525,95599	3,33205	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N03
0,0539	236,21646	3,29838	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N04
0,0556	525,23663	4,16782	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N05
0,0648	570,03973	2,83835	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N06
0,0576	514,20911	3,77744	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N07
0,0569	365,11905	3,00365	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N08
0,0703	702,87048	3,12622	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N09
0,0644	514,77026	3,92285	Linoleic Acid	(C18:2n6c)	N10

Çizelge 3.15. Linolenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0484	380,66263	2,76107	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N01
0,0483	263,48227	1,13222	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N02
0,0462	324,0018	2,05263	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N03
0,0461	208,95944	2,91778	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N04
0,0468	291,98187	2,31692	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N05
0,0499	698,71436	3,47903	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N06
0,0495	303,19229	2,22727	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N07
0,0484	256,35938	2,10896	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N08
0,0484	447,48294	1,99031	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N09
0,0518	164,81001	1,25596	Linolenic Acid	(C18:3n3)	N10

Çizelge 3.16. Myristic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0589	1644,20239	11,926	Myristic Acid	(Cl4:0)	N01
0,0433	62,32552	0,26783	Myristic Acid	(Cl4:0)	N02
0,0533	1091,89832	6,91743	Myristic Acid	(Cl4:0)	N03
0,05	915,73315	12,7868	Myristic Acid	(Cl4:0)	N04
0,0477	733,23462	5,81828	Myristic Acid	(Cl4:0)	N05
0,0607	1782,49280	8,87539	Myristic Acid	(Cl4:0)	N06
0,0612	1840,05627	13,51722	Myristic Acid	(Cl4:0)	N07
0,0567	1470,96277	12,10092	Myristic Acid	(Cl4:0)	N08
0,0721	2887,18872	12,8416	Myristic Acid	(Cl4:0)	N09
0,0616	1898,24854	14,4658	Myristic Acid	(Cl4:0)	N10

Çizelge 3.17. Myristoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0423	26,25262	0,19043	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N01
0,0476	1,11151	0,00477	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N02
0,0429	15,92318	0,10085	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N03
0,0418	15,048	0,21013	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N04
0,0408	9,54360	0,07575	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N05
0,0431	31,46119	0,15665	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N06
0,0420	28,31884	0,20804	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N07
0,0435	25,57790	0,21043	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N08
0,0439	43,82643	0,19494	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N09
0,0411	26,57359	0,20252	Myristoleic Acid	(Cl4:l)	N10

Çizelge 3.18. Nervonic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0305	2,37316	0,01719	Nervonic Acid	(C24:1)	N01
0,0449	8,67034	0,12106	Nervonic Acid	(C24:1)	N04
0,0437	40,84290	0,32408	Nervonic Acid	(C24:1)	N05
0,0344	10,13986	0,05048	Nervonic Acid	(C24:1)	N06
0,0342	7,42096	0,05451	Nervonic Acid	(C24:1)	N07
0,0394	5,83612	0,04802	Nervonic Acid	(C24:1)	N08
0,0369	5,56342	0,02475	Nervonic Acid	(C24:1)	N09

Çizelge 3.19. Oleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0808	1769,06775	12,8316	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N01
0,0811	1874,17786	8,05355	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N02
0,0956	2727,70215	17,2806	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N03
0,0585	879,5816	12,282	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N04
0,0870	2327,79614	18,47123	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N05
0,0898	1972,32373	9,82058	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N06
0,0842	2003,73999	14,71964	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N07
0,0742	1513,48621	12,45074	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N08
0,106	2985,81104	13,2801	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N09
0,084	2051,92651	15,6369	Oleic Acid	(C18:ln9c)	N10

Çizelge 3.20. Palmitic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0985	3731,81299	27,0681	Palmitic Acid	(C16:0)	N01
0,0562	779,55518	3,34985	Palmitic Acid	(C16:0)	N02
0,0904	2997,66797	18,9909	Palmitic Acid	(C16:0)	N03
0,0749	1884,71765	26,3172	Palmitic Acid	(C16:0)	N04
0,0808	2298,16235	18,23614	Palmitic Acid	(C16:0)	N05
0,1141	5232,59619	26,05413	Palmitic Acid	(C16:0)	N06
0,0992	3769,32935	27,68981	Palmitic Acid	(C16:0)	N07
0,0928	3248,51050	26,72395	Palmitic Acid	(C16:0)	N08
0,1212	6041,93701	26,8731	Palmitic Acid	(C16:0)	N09
0,0956	3504,57251	26,7069	Palmitic Acid	(C16:0)	N10

Çizelge 3.21. Palmitoleic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0522	813,95715	5,90392	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N01
0,0457	314,05984	1,34954	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N02
0,0546	981,71667	6,21938	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N03
0,0463	449,11417	6,27117	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N04
0,0500	724,37262	5,74798	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N05
0,0524	891,43738	4,43865	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N06
0,0553	1058,61719	7,77668	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N07
0,0537	939,24847	7,72676	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N08
0,0645	1864,62695	8,29342	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N09
0,0576	1252,62305	9,54574	Palmitoleic Acid	(C16:1)	N10

Çizelge 3.22. Pentadecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0462	71,42257	0,51806	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N01
0,0492	7,02846	0,03021	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N02
0,0477	43,98751	0,27866	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N03
0,0424	34,41262	0,48053	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N04
0,0442	37,05690	0,29405	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N05
0,0472	79,77144	0,39721	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N06
0,0452	75,97261	0,55811	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N07
0,0449	57,29398	0,47132	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N08
0,0485	100,30516	0,44612	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N09
0,045	67,68797	0,51583	Pentadecanoic Acid	(C15: O)	N10

Çizelge 3.23. Stearic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0791	976,77484	4,19733	Stearic Acid	(C18:0)	N02
0,0753	617,69183	3,91321	Stearic Acid	(C18:0)	N03
0,0568	251,93785	1,91993	Stearic Acid	(C18:0)	N10

Çizelge 3.24. Tricosanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0415	22,81264	0,31855	Tricosanoic Acid	(C23:0)	N04
0,0539	76,15152	0,58033	Tricosanoic Acid	(C23:0)	N10

Çizelge 3.25. Trans linolenic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0419	29,66828	0,21518	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N01
0,0485	51,3786	0,22077	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N02
0,0458	48,52258	0,30741	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N03
0,0443	18,05042	0,25204	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N04
0,0423	40,66053	0,32266	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N05
0,0425	38,54976	0,19194	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N06
0,0412	31,98409	0,23497	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N07
0,0390	26,49963	0,21800	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N08
0,0423	53,30295	0,23708	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N09
0,0399	24,77964	0,18883	Trans Linolenic Acid	(C18:3n6)	N10

Çizelge 3.26. Tridecanoic acid içeren numuneler ve içerikteki miktarları

Genişlik (Min)	Alan (pA*s)	Alan (%)	Asit Adı	Karbon Sayısı	Numune
0,0432	10,77403	0,07813	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N01
0,0465	4,79306	0,00205	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N02
0,0482	5,11444	0,03241	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N03
0,0446	6,59369	0,09206	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N04
0,0478	3,69543	0,02933	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N05
0,0465	10,06812	0,05012	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N06
0,0416	11,35837	0,08345	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N07
0,0466	9,55860	0,07864	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N08
0,0419	12,51629	0,05568	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N09
0,0423	8,77702	0,06685	Tridecanoic Acid	(Cl3:0)	N10

Çizelge 3.27. Yağ asitlerinin sınıflarına göre ayrılarak sırayla gösterilmesi

Doymuş yağ asidi çeşitleri	Arakidik Asit Behenik asit Heptadekanoik asit Kaprik asit Kaprilik asit Laurik asit Miristik asit Palmitik asit Pentadekanoik asit Stearik asit Tridesilik asit Tricosylic asit veya tricosanoic acid Tridecanoic Acid
Omega-3 yağ asidi çeşitleri	11, 14, 17-Eicosatrienoic asit veya Eicosatrienoic Acid Eicosapentaenoic asit Dokosaheksaenoik asit Linolenik Asit Alfa-linolenik asit
Omega-5 yağ asidi çeşitleri	Miristoleik asit
Omega-6 yağ asidi çeşitleri	Araşidonik asit Linoleik asit
Omega-7 yağ asidi çeşitleri	Palmitoleik asit
Omega-9 yağ asidi çeşitleri	Gondik asit Oleik asit Nervonic Acid

Araştırmamıza konu olan ve bizlerin numunelerimizde bulunmasını istediğimiz, bu araştırma için kıymetli olan Omega-3 yağ asitlerinin isimleri aşağıda verilmiştir.

- Octenoik (8: 1)
- Decenoik (10: 1)
- Decadienoik (10: 2)

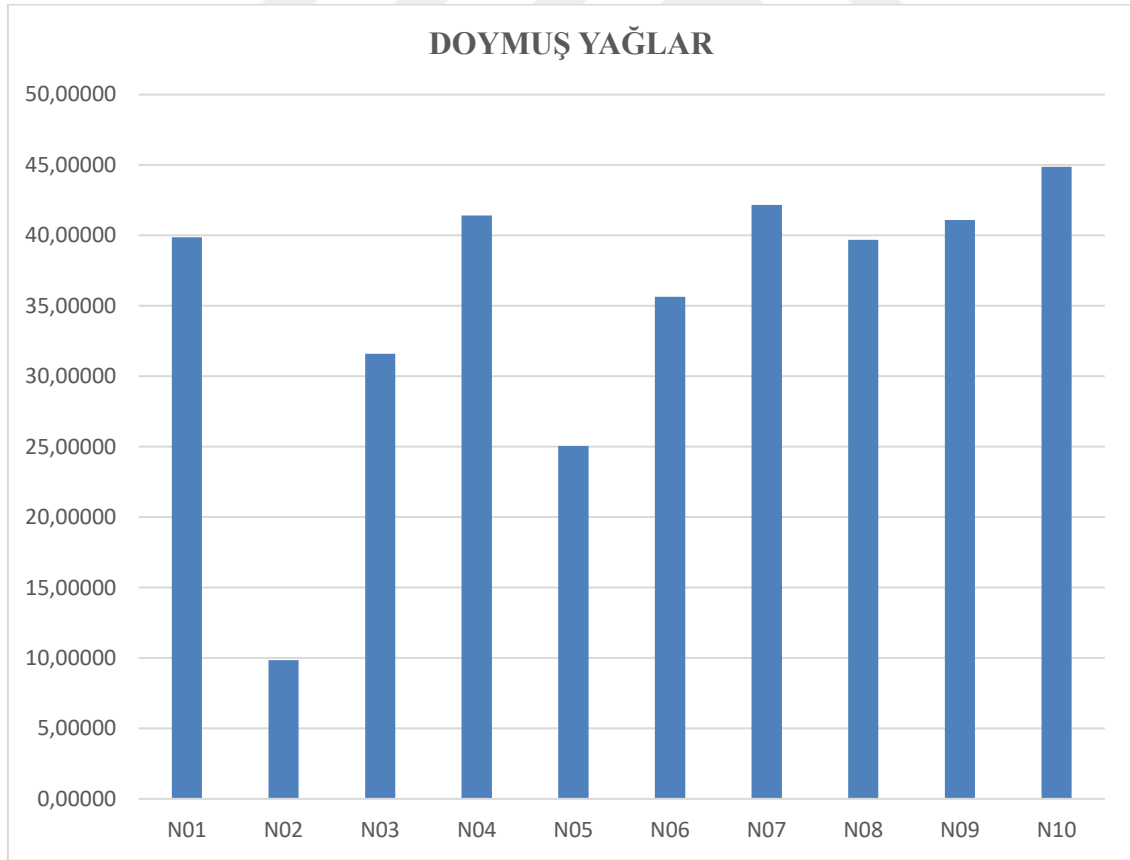
- Lauroleik (12: 1)
- Laurolinoleik (12: 2)
- Myristovaccenic (14: 1)
- Myristolinoleic (14: 2)
- Miristolinolenik (14: 3)
- Palmitolinolenik (16: 3)
- Palmitidonik (16: 4)
- a-Linolenik (18: 3)
- Stearidonik (18: 4)
- Dihomo- α -linolenik (20: 3)
- Eicosatetraenoic (20: 4)
- Eikosapentaenoik (20: 5)
- Clupanodonic (22: 5)
- Docosahexaenoic (22: 6)
- 9,12,15,18,21-Tetracosapentaenoik (24: 5)
- 6,9,12,15,18,21-Tetracosahexaenoic (24: 6)

Yukarıda verilen ve araştırmamıza konu olan bulgularımızı Omega-3 yağ asidinin numunelerde bulunma oranları aşağıda verilmiştir.

Numunelerden elde edilen ölçüm sonuçlarını sırasıyla değerlendirmek istenirse aşağıdaki sonuçlar tespit edilmiştir. Çizelgedeki değerler sıralanırken, numune içerikleri küçükten büyüğe doğru sıralaması yapılmıştır.

Çizelge 3.28. Doymuş yağ miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

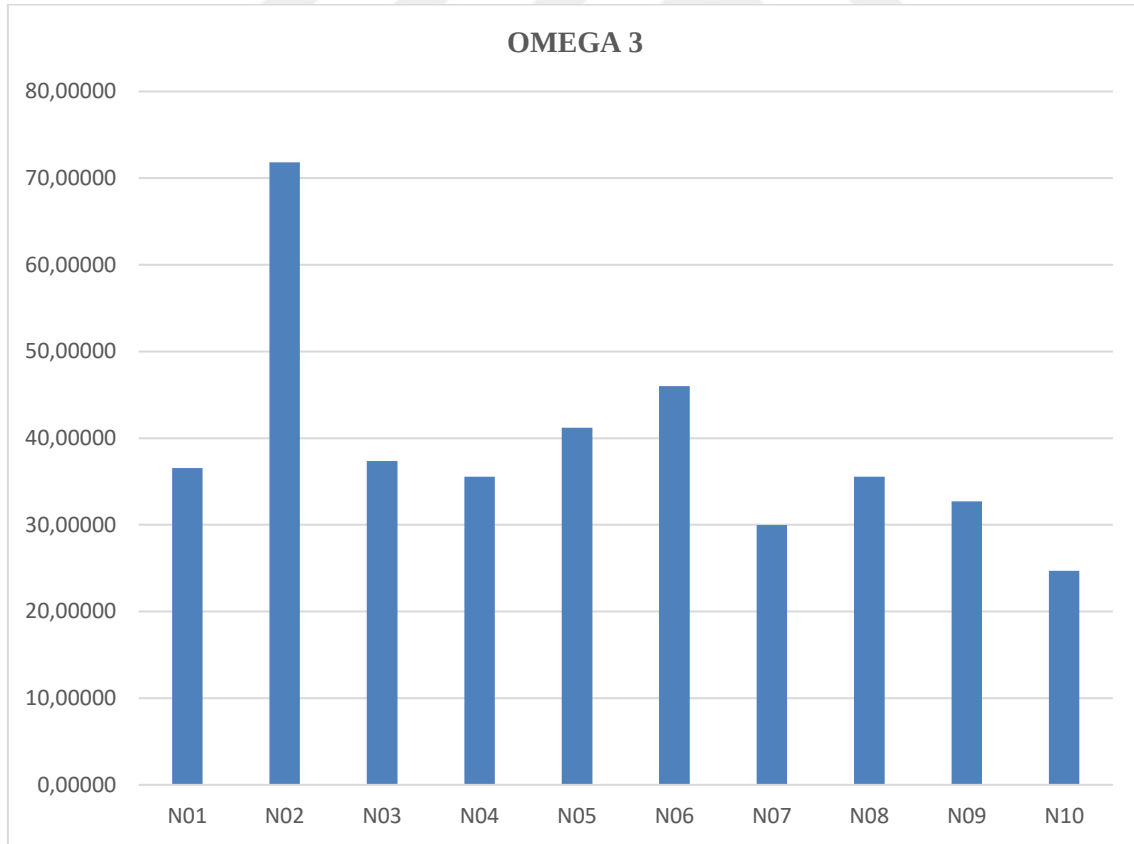
Numune	Ölçülen Değer
N02	9,85971
N05	25,05180
N03	31,59728
N06	35,63721
N08	39,68046
N01	39,87851
N09	41,09798
N04	41,40664
N07	42,16931
N10	44,86736



Şekil 3.3. Doymuş yağ miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.29. Omega-3 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

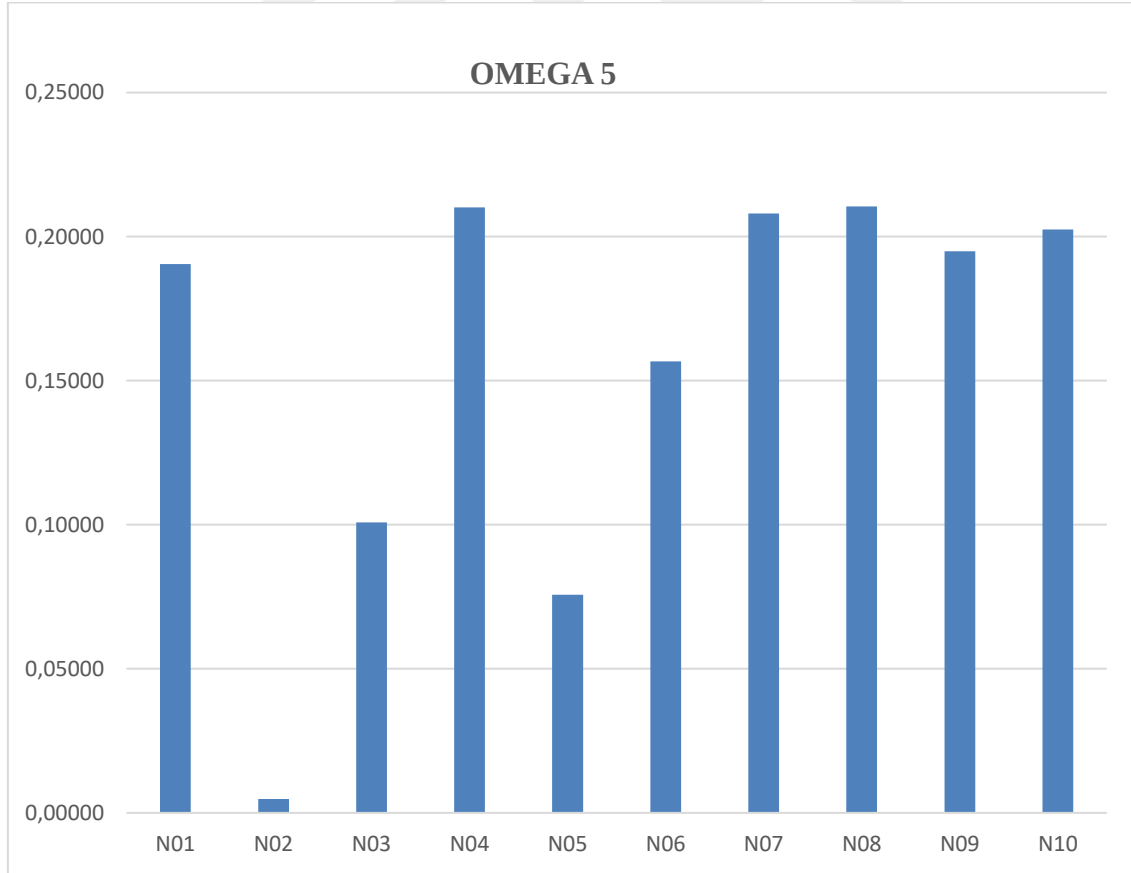
Numune	Ölçülen Değer
N10	24,71071
N07	29,98870
N09	32,70314
N04	35,55100
N08	35,57191
N01	36,55796
N03	37,37802
N05	41,20077
N06	45,99782
N02	71,80980



Şekil 3.4. Omega-3 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.30. Omega-5 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

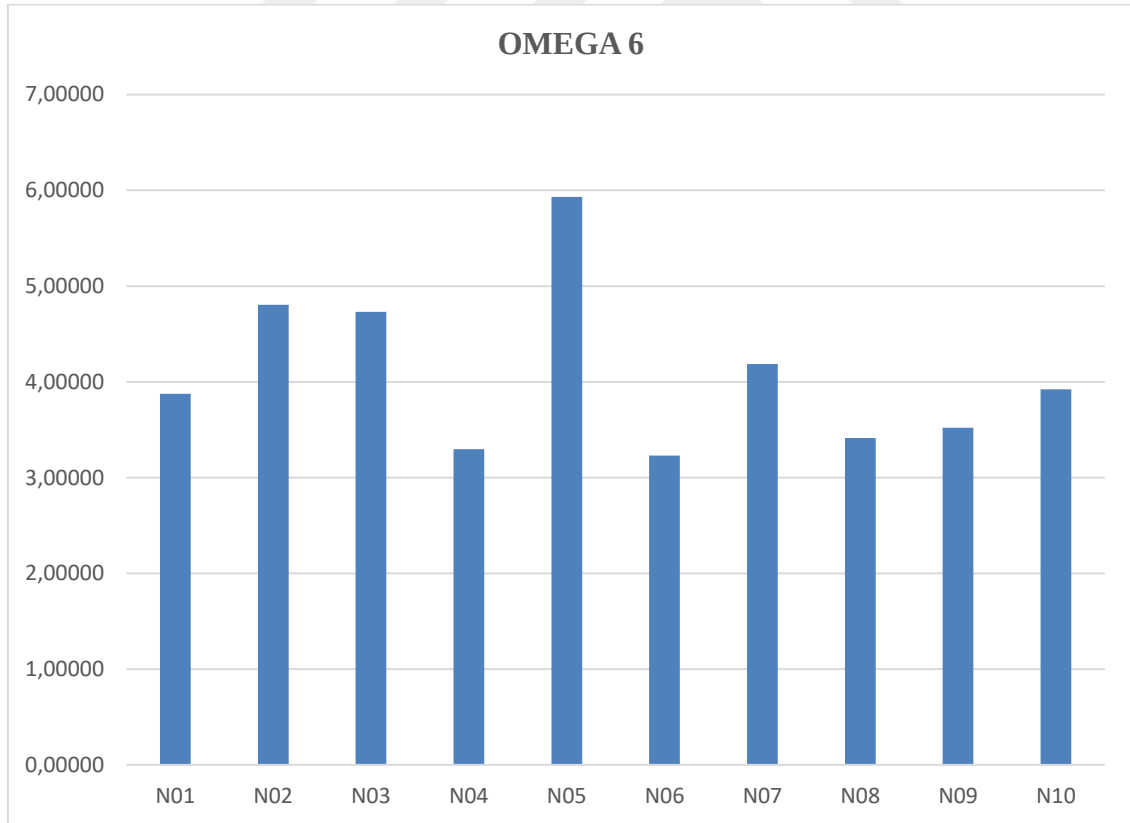
Numune	Ölçülen Değer
N02	0,00477
N05	0,07575
N03	0,10085
N06	0,15665
N01	0,19043
N09	0,19494
N10	0,20252
N07	0,20804
N04	0,21013
N08	0,21043



Şekil 3.5. Omega-5 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.31. Omega-6 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

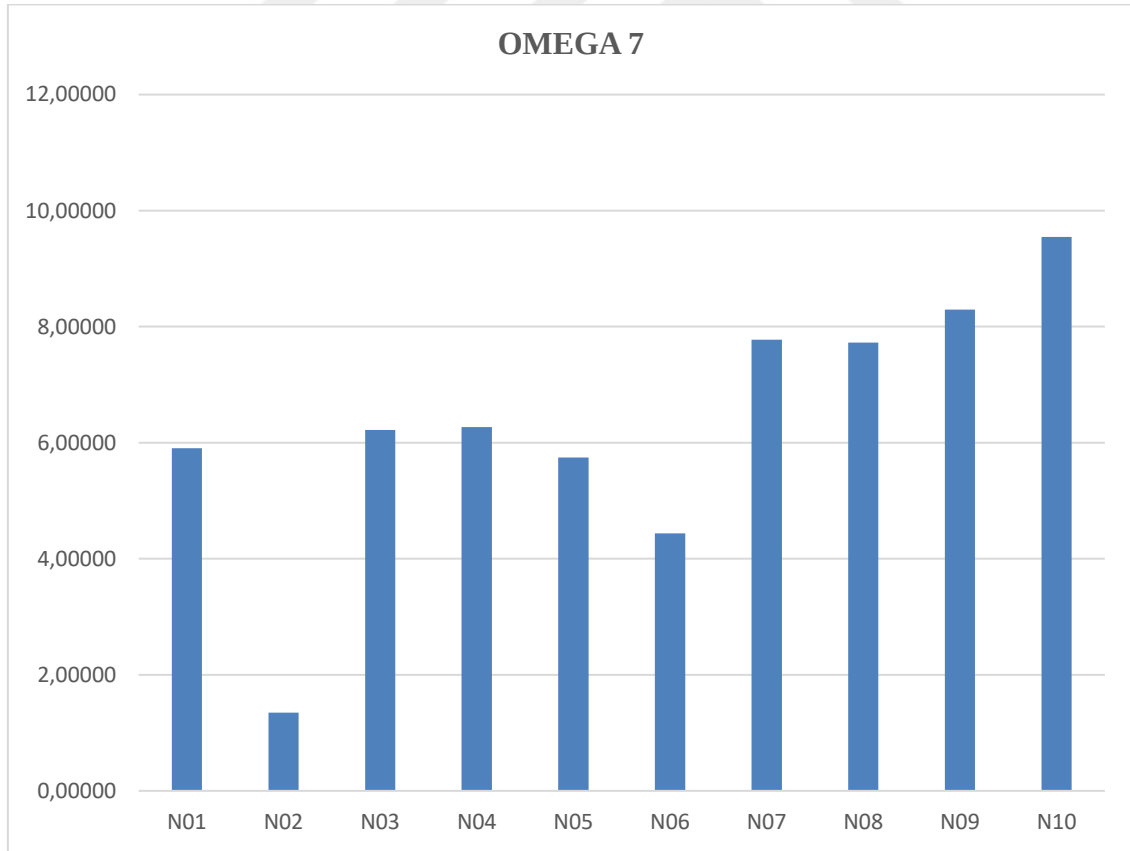
Numune	Ölçülen Değer
N06	3,23110
N04	3,29838
N08	3,41487
N09	3,51934
N01	3,87500
N10	3,92285
N07	4,18520
N03	4,73178
N02	4,80449
N05	5,92966



Şekil 3.6. Omega-6 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.32. Omega-7 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

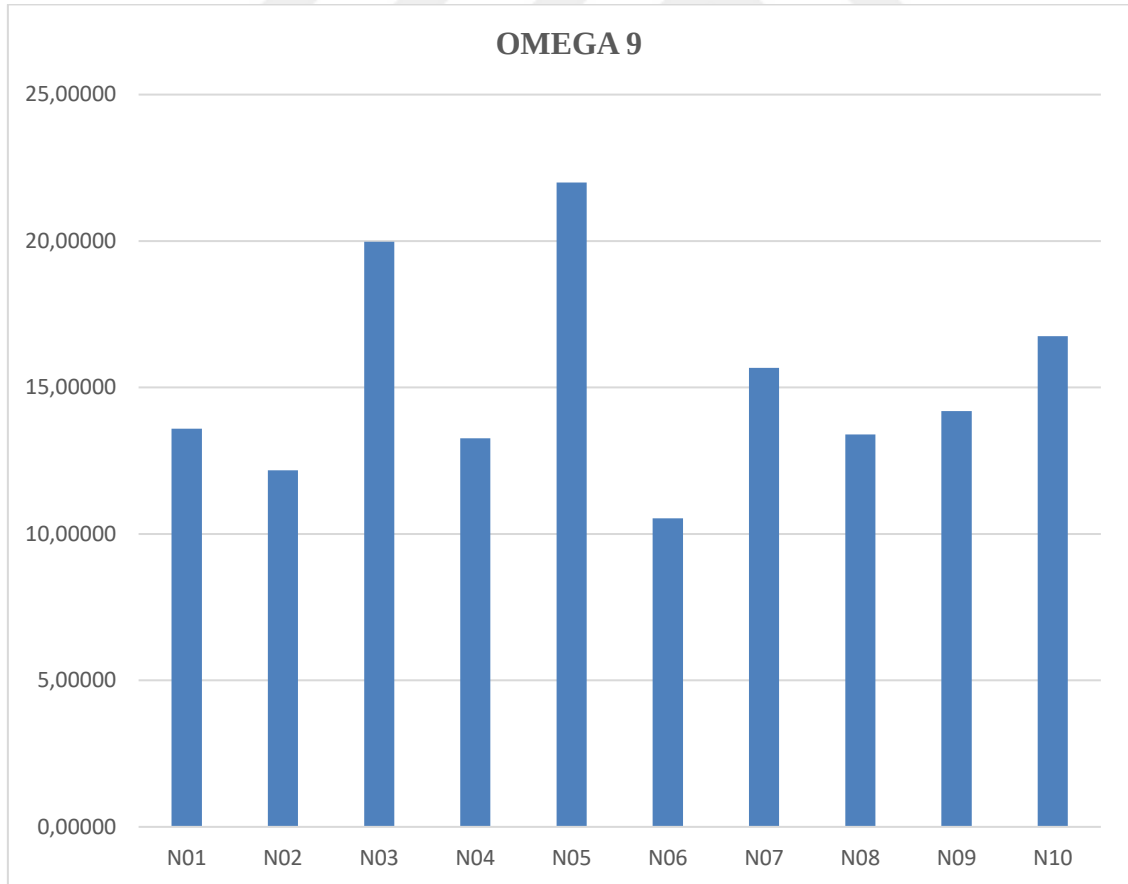
Numune	Ölçülen Değer
N026	1,34954
N06	4,43865
N05	5,74798
N01	5,90392
N03	6,21938
N04	6,27117
N08	7,72676
N07	7,77668
N09	8,29342
N10	9,54574



Şekil 3.7. Omega-7 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.33. Omega-9 miktarı bulunmasına göre numunelerin sıralanması

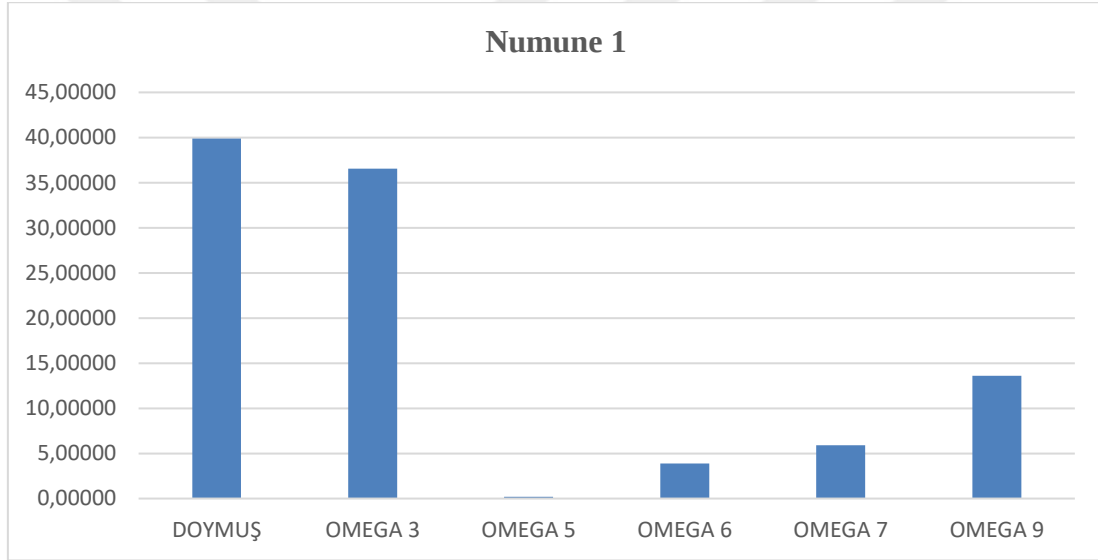
Numune	Ölçülen Değer
N06	10,53857
N02	12,17169
N04	13,26268
N08	13,39557
N01	13,59418
N09	14,19118
N07	15,67207
N10	16,75082
N03	19,97269
N05	21,99404



Şekil 3.8. Omega-9 miktarı bulunmasına göre numunelerin gösterilmesi

Çizelge 3.34. Numune 1'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

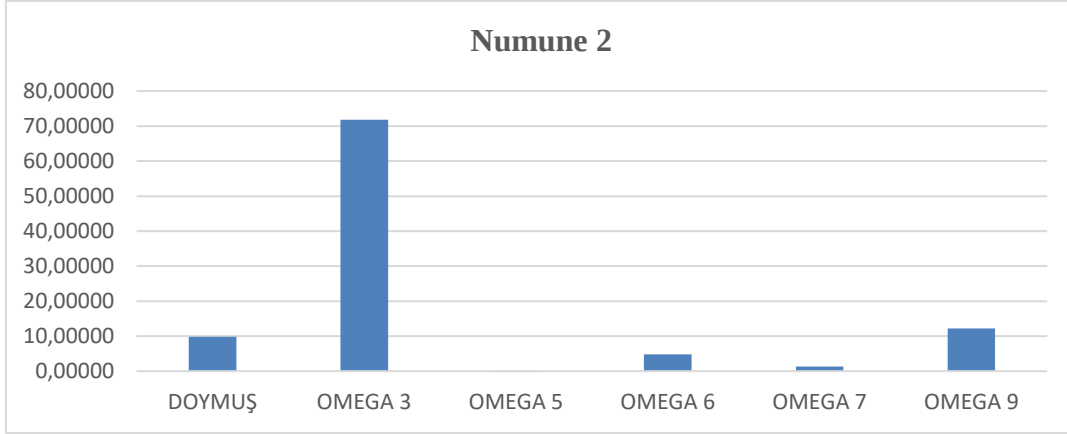
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N01	0,19043	OMEGA 5
	3,87500	OMEGA 6
	5,90392	OMEGA 7
	13,59418	OMEGA 9
	36,55796	OMEGA 3
	39,87851	DOYMUŞ



Şekil 3.9. Numune 1'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.35. Numune 2'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

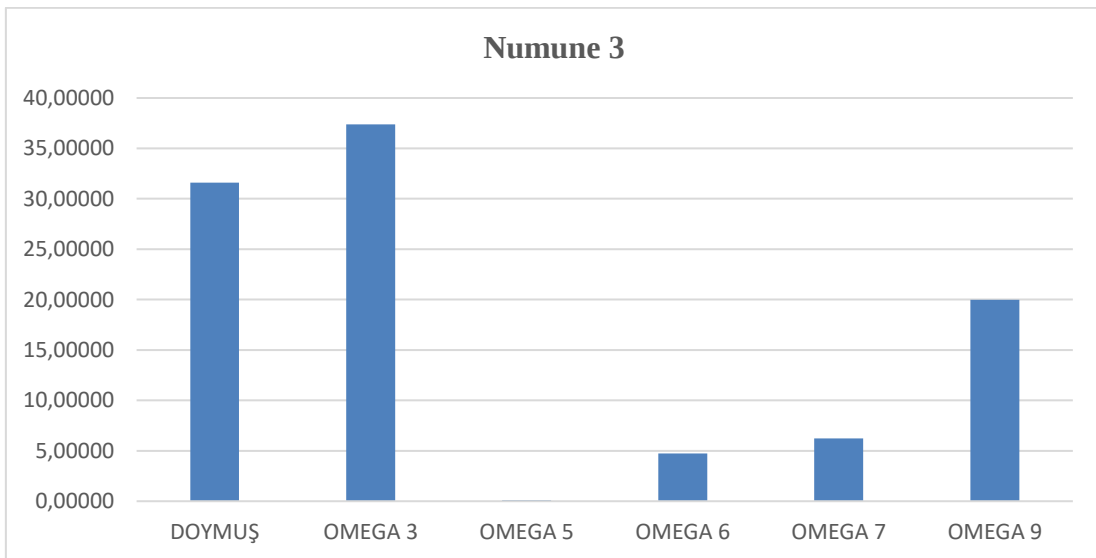
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N02	0,00477	OMEGA 5
	1,34954	OMEGA 7
	4,80449	OMEGA 6
	9,85971	DOYMUŞ
	12,17169	OMEGA 9
	71,80980	OMEGA 3



Şekil 3.10. Numune 2'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.36. Numune 3'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

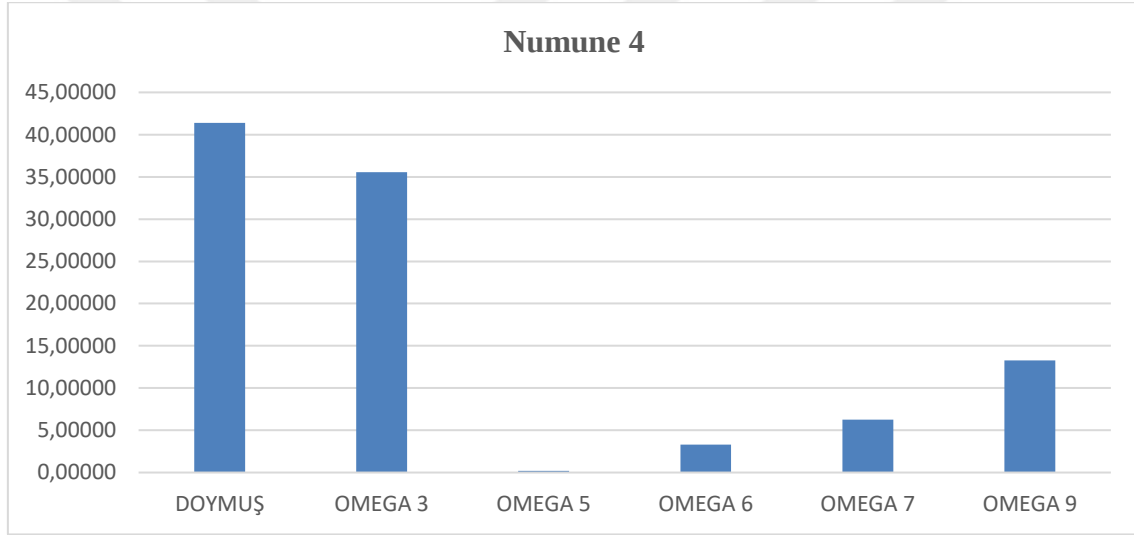
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N03	0,10085	OMEGA 5
	4,73178	OMEGA 6
	6,21938	OMEGA 7
	19,97269	OMEGA 9
	31,59728	DOYMUŞ
	37,37802	OMEGA 3



Şekil 3.11. Numune 3'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.37. Numune 4'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

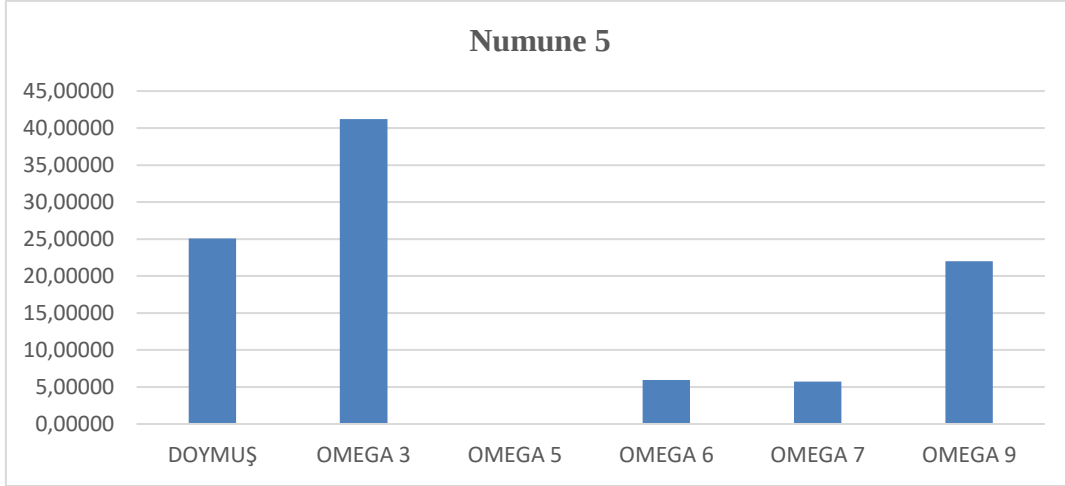
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N04	0,21013	OMEGA 5
	3,29838	OMEGA 6
	6,27117	OMEGA 7
	13,26268	OMEGA 9
	35,55100	OMEGA 3
	41,40664	DOYMUŞ



Şekil 3.12. Numune 4'ün içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.38. Numune 5'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

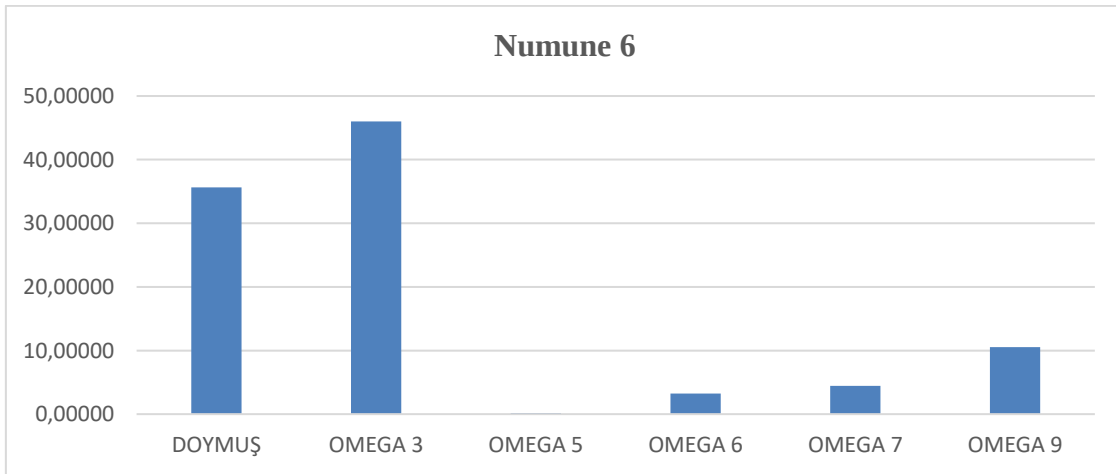
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N05	0,07575	OMEGA 5
	5,74798	OMEGA 7
	5,92966	OMEGA 6
	21,99404	OMEGA 9
	25,05180	DOYMUŞ
	41,20077	OMEGA 3



Şekil 3.13. Numune 5'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.39. Numune 6'nın içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

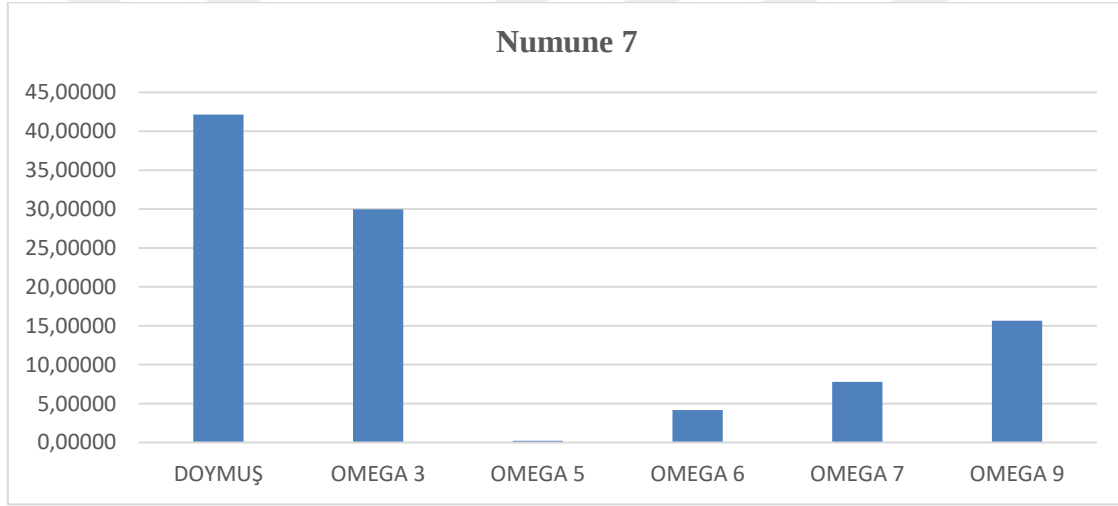
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N06	0,15665	OMEGA 5
	3,23110	OMEGA 6
	4,43865	OMEGA 7
	10,53857	OMEGA 9
	35,63721	DOYMUŞ
	45,99782	OMEGA 3



Şekil 3.14. Numune 6'nın içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.40. Numune 7'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

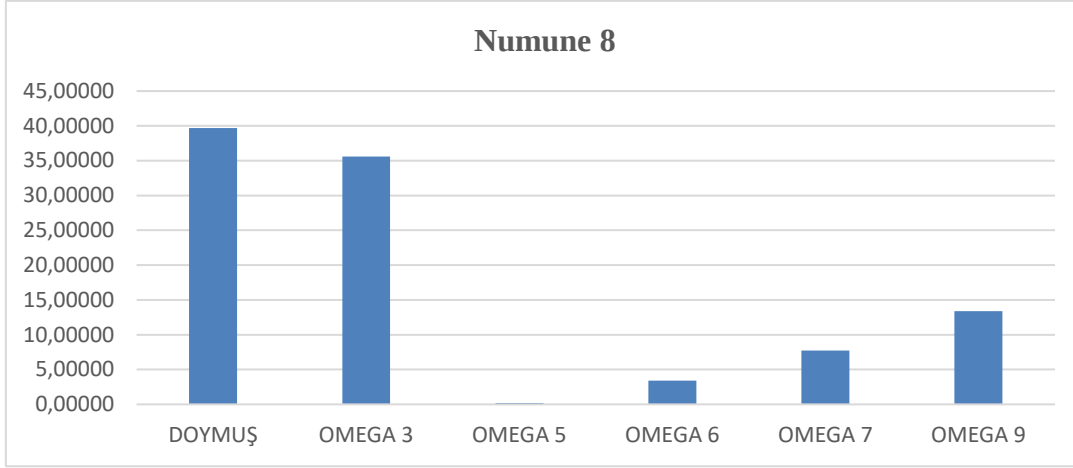
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N07	0,20804	OMEGA 5
	4,18520	OMEGA 6
	7,77668	OMEGA 7
	15,67207	OMEGA 9
	29,98870	OMEGA 3
	42,16931	DOYMUŞ



Şekil 3.15. Numune 7'nin içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.41. Numune 8'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

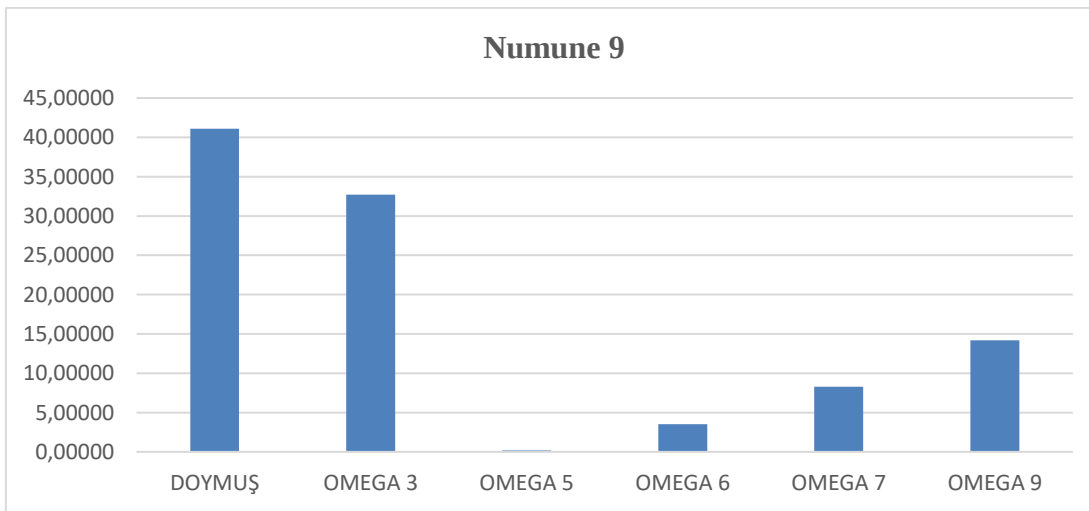
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N08	0,21043	OMEGA 5
	3,41487	OMEGA 6
	7,72676	OMEGA 7
	13,39557	OMEGA 9
	35,57191	OMEGA 3
	39,68046	DOYMUŞ



Şekil 3.16. Numune 8'in içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.42. Numune 9'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

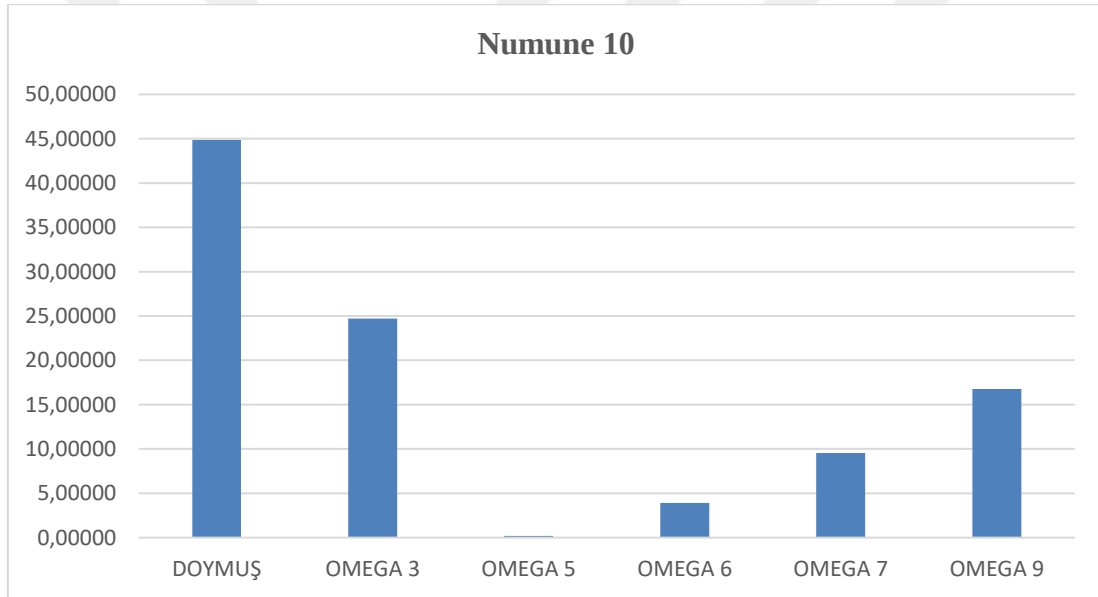
Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N09	0,19494	OMEGA 5
	3,51934	OMEGA 6
	8,29342	OMEGA 7
	14,19118	OMEGA 9
	32,70314	OMEGA 3
	41,09798	DOYMUŞ



Şekil 3.17. Numune 9'un içerdiği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

Çizelge 3.43. Numune 10'un içerdği yağ çeşidi miktarına göre sıralanması

Numune Çeşidi	Ölçülen Değer	Yağ çeşidi
N09	0,20252	OMEGA 5
	3,92285	OMEGA 6
	9,54574	OMEGA 7
	16,75082	OMEGA 9
	24,71071	OMEGA 3
	44,86736	DOYMUŞ



Şekil 3.18. Numune 10'un içerdği yağ çeşidi miktarına göre gösterilmesi

4. TARTIŞMA

Son yıllarda fonksiyonel gıdalar arasında farklı Omega-3 kaynakları yaygın olarak yer almakta, balina yemi olarak da bilinen Krill yağı gittikçe yaygınlaşan biçimde Omega-3 yağ asitlerinin popüler kaynaklarından biri haline gelmektedir. Hem okyanuslarda (soğuk denizlerde) yaşaması hem de tüm okyanuslarda bolca bulunması nedeniyle, en güvenilir Omega-3 kaynağı olarak kabul edilen Krill'in su ürünleri yetiştiriciliği, spor balıkçılığı ve akvaryumlarda yem amaçlı kullanımı dışında (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007; Vacchi, Farinotti, Simi, Di Pietrantonj, Brait ve Filippini, 2012) insanlar için fonksiyonel bir gıda kaynağı olarak tüketimine yönelik girişimler sonucunda Krilller ticarete ham formda dondurularak, haşlanarak ve soyularak Krill eti şeklinde üretilmeye başlanmış ancak son yıllarda Krill yağı en yaygın kullanım formu haline gelmiş, bilimsel araştırmalarda da sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır (Tou, Jaczynski ve Yi-Chen, 2007).

İnsan tüketimine yönelik Krill yağı, balık yağlarına göre daha güvenilir ve daha güçlü Omega-3 yağ asitleri içeriği ve yağ asitlerinin kimyasal bileşimi sebebiyle tercih edilmektedir (Schiermeier 2010). Krill yağının diğer Omega-3 kaynaklarından üstün kılan temel olarak dört bileşen Krill yağının fosfolipit formunda bulunması, ORAC değerinin daha yüksek olması, Omega-3 nitelikli yağ asitlerinin fazla olması içeriğindeki antioksidan astaksantin maddesinin balık yağlarında bulunmamasıdır. (Farooqui ve Farooqui. 2009; Schuchardt, Schneider, Meyer, Neubronner, Von Schacky ve Hahn, 2011). Çalışma bulgularımız Krill yağlarındaki bu dört özelliğin farklı miktarlarda da olsa bütün numunelerde mevcut olduğunu göstermiş, Krill yağlarının fizyolojik işlevleri ve süreçleri desteklemek amacıyla fonksiyonel bir gıda takviyesi olarak kullanımı ve Krill yağı güvenliği üzerindeki bilimsel çalışmalar için referans olacak yeni bulgular oluşturmuştur.

Günümüzde yaygın diyet alışkanlığı, oldukça fazla doymuş yağ, trans-yağ asitleri ile bozulmuş Omega-6 / Omega-3 yağ asidi içerdiğinden özellikle gelişmiş toplumların beslenmesinde Omega-3 yağ asitleri yetersizdir. Omega-6: Omega-3 oranı 1:1 yerine yaklaşık 15-20:1 şeklindedir (Simopoulos, 2008). Bu durum Krill yağı EPA, DHA ve diğer Omega 3 yağ asitleri ölçümlerde baz alınması gereken öncelikli kriterler haline getirmektedir. Miristik asit (C14:0), Palmitik asit (C16:0), Palmitoleik asit (C16:1), Oleik asit (C18:1), EPA (C20:5) ve DHA (C22:6) bunların başlıcalarıdır. Krill yağlarındaki yağ

asitleri (Phleger, Nelson ve Nichols, 2002; Xie, Jin, Sun, Liang, Wang, Zhang, Wang ve Jin, 2017). Çalışmamızda, 10 ticari Krill yağından 9'u, Krill yağı için Codex standardıyla karşılaştırılabilir EPA ve DHA ve diğer Omega 3 yağ asitleri içeriğine sahip olarak bulunmuştur (Codex Standartları 2017; Xie, Gong, Wei, Jin, Wang, Wang ve Jin 2019).

Bireylerin daha uzun ve fizyolojik olarak daha sağlıklı yaşantı sürdürmek amacıyla Omega 3 kaynaklarına (Omega diyeti) rağbeti, Krill yağlarının yüksek EPA ve DHA içeriği ve ağır metallerden arı olmaları nedeniyle aşırı talep görmelerine yol açmaktadır (Bang ve Dyerberg, 1971). Eskimoların, Omega-3 bakımından zengin deniz ürünü diyeti sebebiyle çok düşük inflamatuvar ve otoimmün hastalık yaşadıkları, astım, kardiyovasküler hastalıklar ve multipl skleroz gibi hastalıkların görülme sıklığının oldukça düşük olduğu bildirilmektedir (Yashodhara, Umakanth, Pappachan, Bhat, Kamath ve Choo, 2009).

Kodeks standartları (2017), yaygın yağ asitlerini ve bunların Krill yağındaki yüzdelerini doymuş yağ asitleri Myristic %5-13 ve Palmitik asitler %17-24,6, Omega 3 yağ asitleri (Eikosapentaenoik asit-EPA) %14,3-28 ve Dokosaheksaenoik asit-DHA %7,1-15,7, Omega 6 (Linoleik asit) %0-3, Omega 7 (Palmitoleik asit) %2,5-9 ve Omega 9 (Oleik asit) %6 olarak belirlemiştir. Tez çalışmamızda numunelerden elde edilen yağ asidi içerikleri Codex standartlarıyla (Codex Standartları 2017) karşılaştırıldığında 4 numunenin Miristik asit seviyelerinin limitler içerisinde olmadığı, yalnızca 3 Krill yağı örneğinin standart Palmitik asit içeriğine sahip olduğu, Krill yağlarındaki esas Omega 3 yağ asitleri olan EPA ve DHA'nın tüm numunelerde kodeks kapsamında olduğu belirlenmiştir. 10 numunenin 9'unda EPA ve DHA miktarları standartların öngördüğü (Codex Standartları 2017) düzeyden daha yüksek, birinde daha düşük bulunmuştur. 8 Krill yağı numunesinin Linoleik asit içerikleri farklılık göstermekle birlikte hepsi standartlara uygundur. Bir numune, olumlu şekilde çok düşük doymuş yağ asidi ve yüksek Omega 3 seviyesine sahip bulunmuş, bir numune ise standart Krill yağı yağ asitleri içeriğiyle kıyaslandığında düşük Omega 3, yüksek Omega 6 içeriğine sahip olarak tespit edilmiştir (Codex Standartları 2017). Bazı literatürler, Krillerde yılın farklı dönemlerinde değişen yağ asidi içeriği ve konsantrasyonlarının mümkün olabileceğini bunun hayvanın cinsel olgunluk, üreme, su derinliği ve besin kaynağı olan fitoplankton bolluğu ve kalitesi gibi faktörlere bağlı olarak farklılık gösterebileceğini belirtmişlerdir

(Phleger, Nelson ve Nichols, 2002). Ayrıca avlanan Krillerin depolama koşulları, taşıma süreçleri ve tabi tutuldukları işleme yöntemlerinin de ekstrakte edilen Krill yağının lipit bileşimi üzerinde etkiye sahip olacağı bildirilmektedir (Sun, Cao, Li, Chen, Cao, Li ve Liu, 2017; Tilseth ve Hostmark 2015; Yin, Liu, Fan, Zhou, Xu, Zhu ve Murata, 2015). Bununla birlikte, bir örnekteki çok yüksek Omega 6 ve çok düşük Omega 3 içeriği, bu verilerle açıklanan sebeplere değil de taşıma sebebiyle oluşmuş olabilir. Tez çalışmasının bir amacı da ürünlerin Omega 3 ve diğer yağ asitleri kompozisyonunun taşıma ve toksik içerikler nedeniyle fizyolojik açıdan riskli olup olmadığını anlamak olduğundan çalışmada, ticari olarak temin edilebilen Krill yağı numuneleri güvenilir satış noktaları olması sebebiyle eczanelerden temin edilmiştir. Analiz bulguları, çalışmaya dahil edilen Krill yağlarının yağ asidi içeriğinin büyük ölçüde değişiklik gösterdiğini ancak bunun tolere edilebilir sınırlar dahilinde olduğunu göstermiştir.

Yağlardaki peroksit seviyeleri, ürünlerde oksidasyon/peroksidasyonun göstergelerindendir. Peroksit seviyeleri Krill Codex Standartlarına (Codex Standartları 2017) göre maksimum 5 mEq O₂/kg olmalıdır. Her ne kadar peroksit seviyesi yağların bozulmasında (peroksidasyonunda) tek başına karar verilebilen bir parametre olmasa da her zaman yüksek peroksit değerleri yağlara şüpheyle yaklaşılmasına yol açmakta, yağdaki yağ asitleri kompozisyonunda bozulmayı akla getirmektedir. Numunelerdeki Asit Değeri Tayini ölçümleri de yağın kalitesini belirlemede peroksit sayısı ile birlikte önemsenmekte ve yağ kalitesini belirlemede sıklıkla başvurulmaktadır. Tez çalışmasında yaygın olarak kullanılan akredite standart olması sebebiyle Asit Değeri Tayini oleik asit cinsinden yapılmıştır standart dışı bir değer bulunmamaktadır. Yağlardaki peroksit değerleri, yağın bozulmasına etki ettiği için peroksit değeri en küçük olan N01, N03, N04, N05, N06, N07, N08, N09, N10 numuneleri tercihen daha sağlıklı ürünler olarak düşünülebilir. Krill kodeks standardında (Anonim 2017) peroksit değeri maksimum 5 meq olması gerekirken tez çalışmasında numunelerin peroksit içeriği 10 ila 30 meqO₂/kg-yağ arasında değişmiştir. Bu bulgular Krill yağı örneklerinin peroksit sayıları açısından Avrupa Birliği standartlarına uygun olmadığını göstermektedir. Krill yağı üretim süreçlerinin tüm dünyada birkaç firmanın tekelinde olduğu bilinmektedir. Bu sebeple ham Krill yağı kaynakları çok değişmemektedir. Ancak ambalajlama ve depolama koşullarının bu hammaddeleri ticari ürün olarak pazarlayan firmalara göre çeşitlendiğini düşündüğümüzde, Avrupa Birliği standartlarına uygunluk göstermeyen ürünlerin

muhtemelen ambalajlama ve depolama hatalardan veya uzamış bekleme süreçlerinden kaynaklanması mümkündür. Bu durum uzun vadede fizyolojik yararlanım ve halk sağlığı açısından bir risk oluşturabilir.

Numunelerdeki yağ asidi kompozisyonlarının standartlara uygunluğu göz önüne alındığında, yüksek peroksit seviyelerinin üretim prosesi veya üretim sonrası ambalajlama ve saklama koşulları ile ilişkisi araştırılmalıdır. Ayrıca Krill yağlarının son kullanım tarihi ile ilgili miadın yeniden gözden geçirilmesi uygun olabilir. Benzer bir bulgu ham yağlarla ilgili olarak Dündar ve Aslan'ın (2001) çalışmasında elde edilmiş, fındık yağının, zeytin yağı, ayçiçek yağı, haşhaş yağı ve don yağına göre en düşük peroksidasyona sahip olmasına rağmen depo koşullarında (maksimum 14 C) bekleme sürecinde en hızlı peroksidasyona uğrayan yağ olduğu ve peroksit sayısının iki aylık depolama süreci sonunda en fazla arttığı yağ haline geldiği bildirilmiştir (Dündar ve Aslan 2001). Bu veriler, Krill yağlarının depolama, raf koşulları ve son kullanım tarihi standartlarının yeniden gözden geçirilebileceğini düşündürmektedir. Tez çalışmamızda numunelerin standartlardan yüksek peroksit içeriğine sahip olması, bu ürünlerin son kullanma tarihleri konusunda tereddüt oluşmasına yol açmış, bunun sebebinin yeni araştırmalarla ortaya konulması gerektiği düşünülmüştür. Bu sonuçlar, ham madde temini sürecinin rolü yanı sıra, ambalajlama, depolama, saklama koşullarının tüm Krill yağı ürünlerinde gözden geçirilmesini ve araştırılarak önemsenmesini zorunlu kılmaktadır.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Tez çalışması verileri, yağlardaki asit değerlerinin yağın bozulmasındaki rolü sebebiyle asit değeri düşük olan numuneler tercih edilmelidir.

Yağlarda doymuş yağ asitlerinin fazla olması Omega-3 kaynağının az olmasına neden olduğundan doymuş yağ asitleri oranı düşük Krill yağları tercih edilebilir. Doymuş yağ asidi çeşidi en az olan N02 no'lu numunedir.

Omega-3 yağ asitlerince zengin yağlar öncelenmesi gerekmekte, tez çalışmasında N02 numune bu konuda en tercih edilebilir yağ asidi kompozisyonuna sahip olarak önerilebilir bir referans değer göstermektedir. Diğer yağ asidi çeşitleri açısından ise numuneler en fazla olan çeşide göre Omega-5 kaynağı olarak N08, Omega-6 kaynağı olarak N05, Omega-7 kaynağı olarak N10 ve Omega-9 kaynağı olarak da N05 numunesi dikkat çekse de Omega-5, 6, 7, 9 kaynağı olarak başka yağ kaynaklarının tercih edilmesi önerilebilir. Omega 5, 6, 7 ve 9 için Krill yağı almak ekonomik ve fonksiyonel bir tercih olmayacaktır.

Sonuç olarak; yağlar açısından örneklerin çoğunda peroksit düzeyleri dışında Dünya Sağlık Örgütü ve AB standartlarına ve kodekse uygun yağ asidi bileşimi olmasına rağmen Krill yağlarına ilişkin kodeks standartları sınırları içinde de olsa birbirlerine göre ciddi düzeyde değişiklikler göstermeleri, bu yağların yağ asidi standartları açısından soru işareti oluşturmaktadır. Ayrıca firmaların verdikleri bilgilerde yer alan değerler ile analiz değerleri arasındaki yağ asidi kompozisyonları da uyumlu çıkmamıştır. Bu tutarsızlıklar, denetleyici prosedür ve mekanizmaların birey ve halk sağlığı açısından daha iyi ve sürdürülebilir olarak kontrol ediliyor olması gerektiğini göstermektedir. Krill yağlarının ambalaj ve bilgilendirme notlarında belirtilen değerlere uygunluğu amacıyla tüketicilere online takip, kontrol ve notlandırma imkanlarının sağlanması da önemli olabilir.

6. KAYNAKÇA

- Aguilera, C.M., Tortosa, M.C.R., Mesa, M.D., Tortosa, C.L., Gil, A. (2002). Sunflower, virgin olive and fish oils differentially affect the progression of aortic lesions in rabbits with experimental atherosclerosis. *Atherosclerosis*, 162, 335-344.
- Alasalvar, C., Taylor, K.D.A., Zubcov, E., Shahidi, F., Alexis, M., (2002). Differentiation of cultured and wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*) total lipid content, fatty acid and trace mineral composition. *Food Chemistry*, 79: 145-150.
- Arnold, C., Markovic, M., Blossey, K., Wallukat, G., Fischer, R., Dechend, R., Konkel, A., Von Schacky, C., Luft, F.C., Muller, D.N., 2010. *Biol Chem* 285:32720-33.
- Aydın, A. 2004. Health and Omega-3 fatty acids (in Turkish). İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri Sağlıkta ve Hastalıkta Beslenme Sempozyum Dizisi No: 41 Kasım 2004. 181-189.
- Azain, M.J., Hausman, D.B., Sisk, M.B., Flatt, W.P., Jewell, D.E. (2000). Dietary conjugated linoleic acid reduces rat adipose tissue cell size rather than cell number. *J Nutr*, 130: 1548-54.
- Backes, J., Patricia, A., Howard. 2014. *Hosp Pharm* 49:907-12.
- Bang, H.O, Dyerberg, J. (1971). Plasma lipid and lipoprotein pattern in greenlandic west-coast eskimos, *Lancet* Volume 297, Issue 7710, P1143-1146.
- Başpınar, N., Kurtoğlu, F. (2003). Vitaminler. Ders Kitabı. S.Ü. Veteriner Fak. Yayınevi Ünitesi.
- Bayşu Sözbilir, N., Bayşu, N. (2008). Biyokimya, Güneş Kitabevleri, Ankara.
- Berge, R. K., Ramsvik, M. S., Bohov, P., Svoldal, A., Nordrehaug, J. E., Rostrup, E. and Bjørndal, B. (2015). Krill oil reduces plasma triacylglycerol level and improves related lipoprotein particle concentration, fatty acid composition and redox status in healthy young adults-a pilot study. *Lipids in health and disease*. 14(1): 163.
- Bhattacharya, A., Rahman, M.M., Sun, D., Lawrence, R., Mejia, W., Mccarter, R. (2005). The combination of dietary conjugated linoleic acid and treadmill exercise lowers gain in body fat mass and enhances lean body mass in high fat-fed male Balb/C mice. *J Nutr.*, 135: 1124-30.

- Bjørndal, B., Vik, R., Brattelid, T., Vigerust, N. F., Burri, L., Bohov, P. and Berge, R. K. (2012). Krill powder increases liver lipid catabolism and reduces glucose mobilization in tumor necrosis factor-alpha transgenic mice fed a high-fat diet. *Metabolism*. 61(10): 1461-1472.
- Bravo, E., Flora, L., Cantafora, A., De Luca, V., Tripodi, M., Avella, M., Botham, M. (1998). The influence of dietary saturated and unsaturated fat on hepatic cholesterol metabolism and the biliary excretion of chylomicron cholesterol in the rat. *Biochimica et Biophysica Acta*, 1390, 134-148.
- Brodie, A.E., Manning, V.A., Ferguson, K.R., Jewell, D.E., Hu, C.Y. (1999). Conjugated linoleic acid inhibits differentiation of pre- and post- confluent 3T3-L1 preadipocytes but inhibits cell proliferation only in preconfluent cells. *J. Nutr.* 129: 602-6.
- Burri, L. 2015. Krill Oil and Brain Health, Chapter: 96, 1035.
- Burtis, C.A., Ashwood, E.R. (1994). *Clinical Chemistry*, Second Ed. WB. Saunders Company, USA
- Champe, P.C., Harvey, R.A. (1997). Diyetle alınan lipidlerin metabolizması “Lippincott’s Illustrated reviews serisinden: Biyokimya”, Çeviri Editörleri Tokullugil A, Dirican M ve Ulukaya E, 2. Baskı, Nobel tıp kitapçevleri, İstanbul, 163-202.
- Codex Standartları (03 - 07 Temmuz 2017). Report Of The 11th Session Of The Codex Committee On Contaminants In Foods, Rio de Janeiro, Brazil.
- Codex Standartları (17 - 22 Temmuz 2017). Codex Alimentarius Commisison, Joint Fao/Who Food Standards Programme, 40th Session, CICG, Geneva, Switzerland,
- Connor, W.E. (1999) Linolenic acid in health and disease, *American Journal of Clinical Nutrition*, 69, 827-828.
- Da Boit, M., Mastalurova, I., Brazaite, G., MCGovern, N., Thompson, K. and Gray, S. R. (2015). The effect of krill oil supplementation on exercise performance and markers of immune function. *PloS one*, 10(9), e0139174.
- Deutsch, L. (2007). Evaluation of the effect of Neptune Krill Oil on chronic inflammation and arthritic symptoms. *Journal of the American college of nutrition*. 26(1): 39-48.

- Donzel, J.A., Lucien, G., Maupoil, M., Rochette, L., Rocquelin, G. (1993). Rat vitamin E status and heart lipid peroxidation: Effect of dietary linolenic acid and marine n3 fatty acids. *Lipids*, 28, 651-655.
- Dyerberg, J. (1986). Linolenate derived polyunsaturated fatty acids and prevention of atherosclerosis. *Nutrition Rev.*, 44(8): 125-134.
- Farooqui, T., Farooqui, A. A. (2009). Aging: an important factor for the pathogenesis of neurodegenerative diseases. *Mechanisms of ageing and development*. 130(4): 203-215.
- Fassett, R. G., Coombes, J. S. (2011). Astaxanthin: a potential therapeutic agent in cardiovascular disease. *Marine drugs*. 9(3): 447-465.
- Ferramosca, A., Conte, A., Zara, V. (2015). Krill oil ameliorates mitochondrial dysfunctions in rats treated with high-fat diet. *BioMed research international*. Article ID 645984, 11 pages.
- Giudetti, A.M., Beynen, A.C., Lemmens, A.G., Gnoni, G.V., Geelen, M.J. (2005). Hepatic lipid and carbohydrate metabolism in rats fed a commercial mixture of conjugated linoleic acids (Clarinol G-80). *Eur. J. Nutr.*, 44: 33-9.
- Gogus, U. VE Smith, C. (2010). n-3 Omega fatty acids: a review of current knowledge. *Int. J. Food Sci., Technol.*, 45: 417–436. acid: A review. *Altern. Med. Rev.* 6(4): 367-382.
- Gökçe, R., Akkuş, İ., Yöntem, M., AY, M., Gürel, A., Çağlayan, O., Bodur, S. (2000). Effects of dietary oils on lipoproteins, lipid peroxidation and thromboxane A2 production in chicks *Turk J Vet Anim Sci*, 24, 473-478.
- Hector, A. J., Yang, Y., Breen, L., Burd, N. A., Churchward-Venne, T. A., Josse, A. R. and Phillips, S. M. (2012). Resistance exercise enhances myofibrillar protein synthesis with graded intakes of whey protein in older men. *British Journal of nutrition*. 108(10): 1780-1788.
- Helland, I.B., Smith, L., Saarem, K., Saugstad, O.D., Drevon, C.A. (2003). Maternal supplementation with very-long-chain n-3 fatty acids during pregnancy and lactation augments children's IQ at 4 years of age. *Pediatrics* 111, 39-44.
- Hur, S. J., Park, G. B., AND Joo, S. T. (2007). Biological activities of conjugated linoleic acid (CLA) and effects of CLA on animal products, *Livestock Science*, 110, 221–222.

- Jenson, R.C. (2002). The composition of bovine milk lipid. *J. Dairy Sci.*, 85: 295-350.
- Karaca, E., Aytaç, S. (2007). Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etkieden faktörler. *Ondokuz Mayıs Üniv. Ziraat Fak. Derg.*, 22(1): 123-131.
- Keha, E.E., Küfrevioğlu, Ö.İ. (1997). Biyokimya, Şafak yayınevi, 183-207, 394-399, Erzurum.
- Kelly, GM, Vanderbeld, B. ve Knowlton, MN (2001) Zebra balığı embriyonik gelişimi sırasında G proteini gama 3 sinyali. *FASEB dergisi: Amerikan Deneysel Biyoloji Dernekleri Federasyonu'nun resmi yayını*. 15(5): A743
- Knekt, P., Jarvinen, R., Seppanen, R., Pukkala, E., Aroma, A. (1996). Intake of dairy products and the risk of breast cancer. *Br. J. Nutr.*, 129, 2135-2142.
- Kodeks Standartları 329-2017. Balık yağları için kodeks standardı. Codex Alimentarius Komisyonu. 2017'de kabul edildi.
- Kromhout, D., E. J. Giltay, J. M. Geleijnse. (2010). n-3 fatty acids and cardiovascular events after myocardial infarction. *N. Engl. J. Med.*, 363: 2015 – 2026.
- Kurban, S., Mehmetoğlu, İ. (2006). Konjuge linoleik asit metabolizması ve fizyolojik etkileri. *Türk Klinik Biyokimya Derg.*, 4(2): 89-100.
- Leaf, A., Weber, P. C. (1988). Cardiovascular effects of n-3 fatty acids, *N. Engl. Journal of Medicine*, 318: 549-557.
- Mattson, F.H., Grundy, S.M. (1985). Comparasion of effects of dietary saturated, monounsaturated and polyunsaturated fatty acids on plasma lipids and lipoproteins in man, *Journal of Lipid Research*, 26, 194-202.
- Mayes, P.A. (1993). Lipidlerin fizyolojik önemi (Çeviren: Gülriz Menten) Bölüm 16. Harper'ın Biyokimyası (Ed: Murray, R.K., Mayes, P.A., Granner, D.K., Rodwell, V.W).
- Mayes, P.A. (1996). Biyoenerji vericiler ve karbonhidrat ile lipid metabolizması "Harper'ın Biyokimyası" Çeviri Dikmen N, Özgünen T, Barış Kitapevi, 116-306, İstanbul, 24.baskı.
- Mısıır, G. B. (2012). Denizel Kaynaklı Bazı Fonksiyonel Gıdalar ve Gıda Bileşenleri. *Yunus Araştırma Bülteni*. 2012(1).

- Mišurcová, L. (2011). Chemical composition of seaweeds. In Handbook of Marine Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology; Kim, S.K., Ed.; John Wiley & Sons Ltd.: Chichester, UK, pp.173–192.
- Mori, T.A., Dunstan, D.W., Burke, V., Croft, K.D., Rivera, J.H., Beilin, L.J., Puddey, I.B. (1999). Effect of dietary fish and exercise training on urinary F2-isoprostane excretion in non insulin dependent diabetic patients. *Hypertension*, 34, 253-260.
- Nakanishi, T., Koutoku, T., Kawahara, S., Murai, A., Furuse, M.(2003). Dietary conjugated linoleic acid reduces cerebral prostaglandin E(2) in mice. *Neurosci. Lett.*, 341: 135-8.
- Nash B., Schlabach M., Nichols A. (2014). Nutritional-toxicological assessment of Antarctic krill oil versus fish oil dietary supplements. PD. 3382-402, doi:10.3390/nu6093382.
- Nelson, D.L, Cox, M.M. (2008). Principles of Biochemistry, W.H. Freeman and Company, New York s. 343 365.
- Nicol, S., Endo, Y. (1997). FAO. Fisheries Techn Paper, 367: 100 pp. FAO, Rome.
- Nicolosi, R.J., Rogers, E.J., Kritchevsky, D., Scimeca, J.A., Huth, P.J. (1997). Dietary conjugated linoleic acid reduces plasma lipoproteins and early aortic atherosclerosis in hypercholesterolemic hamsters. *Artery*, 22: 266-77.
- Nizamlioğlu, M. (2000). Lipidler “Biyokimya” İkinci Baskı, Selçuk Üniversitesi Veteriner Fakültesi Yayinevi Ünitesi, 216-264, Konya.
- Özkan, Y. ve Koca, S. S. (2006). Hiperlipidemi tedavisinde Omega-3 yağ asidinin (balık yağı) etkinliği. *Fırat Tıp Derg.*, 11(1): 40-44.
- Pariza, M.W., Hargraves, W.A. (1985). A beef derived mutagenesis modulator inhibits initiation of Mouse epidermal tumors by 7,12 dimethylbenz(a)anthracene. *Carcinogenesis*, 6, 591-593.
- Phleger C. F., Nelson M. M., Nichols P. D., (2002). Seasonal Lipid Composition in Macroalgae of the Northeastern Pacific Ocean, <https://doi.org/10.1515/BOT.2002.007>.
- Reiss, CS., Walsh, J., Goebel, ME. (2015). Kış ön koşullandırması, Antarktika Yarımadası'ndaki Euphausiasuperba'nın beslenme ekolojisini belirler. *Mar Ecol Prog Ser.*; 519: 89-101. <https://doi.org/10.3354/meps11082>.

- Schiermeier, S. (2010). Ekolojistler Antarktika'daki kril krizinden korkuyorlar. *Doğa*. 467 (7311): 15. <https://doi.org/10.1038/467015a>.
- Schmidt, K., Atkinson, A., Gölet, D.W., İrlanda L.C. (2014). Antarktika krillerinin başlıca habitatlarında beslenmesi ve kışlaması: Deniz buzı örtüsünün, su derinliğinin ve fitoplankton bolluğunun rolü. *Limnol Oceanogr*. 59(1): 17-36. <https://doi.org/10.4319/lo.2014.59.1.0017>
- Schuchardt, J. P., Schneider, I., Meyer, H., Neubronner, J., Von Schacky, C., Hahn, A. (2011). Incorporation of EPA and DHA into plasma phospholipids in response to different Omega-3 fatty acid formulations-a comparative bioavailability study of fish oil vs. Krill oil. *Lipids in health and disease*. 10(1), 145.
- Sevim F. (2013). <https://www.diyetkolik.com/tum-Omega-3ler-ayni-degildir>
- Sidhu, K.S. (2003). Health benefits and potential risks related to consumption of fish or fish oil. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 38: 336-344.
- Simopoulos, A.P. (1991). Omega -3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *Am. J. Clin. Nutr.*, 54, 438-463.
- Skarpańska-Stejnborn, A., Pilaczyńska-Szcześniak, L., Basta, P., Foriasz, J., Arlet, J. (2010). J Human Kinetics.
- Skonberg, D.I., Perkins, B.L. (2002): Nutrient composition of green crab (*Carcinus maenas*) leg meat and claw meat. *Food Chemistry*, 77: 401-404.
- Skrivan, M., Skrivanova, V., Marounek, M., Tumova, E., Wolf, J. (2000). Influence of dietary fat and copper supplementation on broiler performance, fatty acid profile of meat and depot fat, and on cholesterol content in meat. *Brit. Poultry Sci.*, 41(5):608-614.
- Sompalis, F.S., Bunea, R., Pellend, M.F., Kowalski, O., Duguet, N., Dupuis, S. 2003. *Altern Med Rev* 8:171-9.
- Sun, D., Cao, C., Li, B., Chen, H., Cao, P., Li, J., Liu, Y. (2017). Antarktika krilinin dondurularak kurutulması ile kombine ısı pompası kurutulması ve bunun lipitler üzerindeki etkileri üzerine çalışma. *J Gıda Proc Mühendisi*. 40(6), e12577. <https://doi.org/10.1111/jfpe.12577>.

- Tapiero, H., Ba, G.N., Couvreur, P., Tew, K.D. (2002). Polyunsaturated fatty acids and eicosanoids in human health and pathologies. *Biomedicine Pharmacotherapy*, 56(5): 215-222.
- Thomas, T.R., Smith, B.K., Danahue, O.M., Altena, T.S., Marily, J., Krake, Sun, G.Y. (2004). Effect of omega 3 fatty acid supplementation and exercise on LDL and HDL subfractions metabolism, 53,6,749-754.
- Thompson, H., Zhu, Z., Banni, S., Darcy, K., Loftus, T., IP, C. (1997). Morphological and biochemical status of the mammary gland as influenced by conjugated linoleic acid: implication for a reduction in mammary cancer risk. *Cancer Res.*,57: 5067-72.
- Tilseth, S., Høstmark, Ø. (2015). Krill yemeği yapmak için yeni yöntem. ABD Patenti 20150050403 A1.
- Tou, J.C., Jaczynski, J., Yi-Chen C. (2007). Krill for Human Consumption: Nutritional Value and Potential Health Benefits. *Nutrition Reviews*, 65(2):63-77.
- Tsuboyama-Kasaoka, N., Takahashi, M., Tanemura, K., Kim, H.J., Tange, T., Okuyama, H. (2000). Conjugated linoleic acid supplementation reduces adipose tissue by apoptosis and develops lipodystrophy in mice. *Diabetes*, 49: 1534-42.
- Uysal, M. (2002). Esansiyel yağ asitleri (Omega-3 ve Omega-6 Yağ Asitleri). <http://www.klinikbiyokimya.com/seminer/omega/omega.html>
- Vacchi, L., Farinotti, M., Simi, S., Di Pietrantonj, C., Brait, L., Filippini, G. (2012). Dietary Interventions for multiple sclerosis. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, Issue 12.
- Venkatraman JT., Chandrasekar B., Troyer DA., Fernandes G. (1996). *Nutr Res* 16:489–503.
- Watkins, B. A. (1991). Importance of essential fatty acids and their derivatives in poultry. *J. Nutr.*,121:1475-1485.
- Xie, D., Gong, M., Wei, W., Jin, J., Wang, X., Wang, X., Jin, Q. (2019). Antarktika Krili (*Euphausia superba*) Yağı: Kimyasal Bileşim, Ekstraksiyon Teknolojileri, Sağlık Faydaları ve Güncel Uygulamaların Kapsamlı Bir İncelemesi. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* 18:514-534. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12427>.
- Xie, D., Gong, M., Wei, W., Jin, J., Wang, X., Wang, X., Jin, Q. (2019). Antarctic Krill (*Euphausia superba*) Oil: A Comprehensive Review of Chemical Composition,

Extraction Technologies, Health Benefits, and Current Applications, <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12427>.

Xie, D., Jin, J., Sun, J., Liang, L., Wang, X., Zhang, W., Wang, X., Jin, Q. (2017). Krill yağının krill unundan ekstraksiyonu için solventlerin karşılaştırılması: Lipid verimi, fosfolipid içeriği, yağ asitleri bileşimi ve küçük bileşenler. *Gıda Kimyası* 233:434-441. doi: 10.1016/j.foodchem.2017.04.138.

Yashodhara, B.M., Umakanth, S., Pappachan, J.M., Bhat, S.K., Kamath, R., Choo, B.H. (2009). Omega-3 yağ asitleri: sağlık ve hastalıktaki rollerinin kapsamlı bir incelemesi. *Doktora Sonrası Med J.*; 85:84-90. <https://doi.org/10.1136/pgmj.2008.073338>.

Yin, F.W., Liu, X.Y., Fan, X.R., Zhou, D.Y., Xu, W.S., Zhu, B.W., Murata, Y.Y. (2015). Antarktika krili (*Euphausiasuperba*) küspesinin ekstrüzyonu ve bunun yağ ekstraksiyonuna etkisi. *Int J Gıda Bilimi Teknolojisi*. 50(3):633-639. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12673>.

Young, G., Conquer, J. (2005). Omega 3 fatty acid and neurophysichyatric disorders. *Reprod. Nutr., Dev.* 45, 1-28.

Yurko-Mauro, K., Kralovec, J., Bailey-Hall, E., Smeberg, V., Stark, J. G., Salem, N. (2015). Similar eicosapentaenoic acid and docosahexaenoic acid plasma levels achieved with fish oil or krill oil in a randomized double-blind four-week bioavailability study. *Lipids in health and disease*. 14(1): 99.