

**T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**FARKLI YAŞAM ORTAMLARINDA *Clarias gariepinus*
(Burchell, 1822) TÜRÜNÜN SOLUNGAÇ, KAS VE BEYİN
DOKULARINDAKİ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL VE
VİTAMİN (ADEK) SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ**

Gülender AKYILDIZ

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI**

**KIRŞEHİR
OCAK 2013**

T.C.
AHİ EVRAN ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

FARKLI YAŞAM ORTAMLARINDA *Clarias gariepinus*
(Burchell, 1822) TÜRÜNÜN SOLUNGAÇ, KAS VE BEYİN
DOKULARINDAKİ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL VE
VİTAMİN (ADEK) SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Gülender AKYILDIZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ
BİYOLOJİ ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

KIRŞEHİR
OCAK 2013

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğü'ne

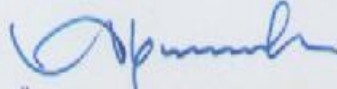
Bu çalışma jürimiz tarafından Biyoloji Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ / ~~DOKTORA TEZİ~~ olarak kabul edilmiştir.



Başkan Prof. Dr. Vahit KONAR



Üye Doç. Dr. Mahmut YILMAZ



Üye Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ

Onay

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylıyorum.

.../.../2013

Doç. Dr. Mahmut YILMAZ

Enstitü Müdürü

ÖZET

FARKLI YAŞAM ORTAMLARINDA *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) TÜRÜNÜN SOLUNGAÇ, KAS VE BEYİN DOKULARINDAKİ YAĞ ASİDİ, KOLESTEROL VE VİTAMİN (ADEK) SEVİYESİNİN BELİRLENMESİ

Bu tezde, hava kesesi, farinks ve solungaç boşluğu ile bağlantılı yardımcı solunum organı bulunan karabalığın, (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)), atmosfer oksijenini kullandıktan sonraki solungaç, kas ve beyin dokusundaki, yağ asidi, kolesterol ve vitamin (ADEK) seviyesinde meydana gelen değişimleri araştırılmıştır. Tezdeki deneysel uygulama izni için, 04.07.2011 tarih ve 2011/02 Protokol numaralı Ahi Evran Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurulu tarafından onay alındı. Tezde hayvanlar, Ceyhan Nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından temin edildi ve doğal yaşam ortamından alınan grup (kontrol, n=6) ve atmosferik ortamda 12 saat yaşatılan grup (n=6) olmak üzere iki guruba ayrıldı. Uygulamalar sonunda uygun dokular çıkarıldı, gerekli ekstraksiyonlar yapıldı ve yağ asit değerleri gaz kromatografisi (GC) cihazı ile analiz edilirken, vitamin ve kolesterol değerleri de yüksek performanslı likit kromatografisi (HPLC) cihazında analiz edildi. Hesaplanan analiz sonuçlarının istatistiksel karşılaştırmalarına göre, atmosfer gruplarındaki stearik asit (18:0) ve araşidonik asit (20:4 n6)'in tüm dokularda, dokosaheksaenoik asit (22: 6n3)'in ise kas ve beyin dokusundaki miktarının kontrole göre azaldığı gözlemlendi (p<0,05). Linoleik asit (18:2 n6c) ve alfa-linolenik asit (18:3, n3)' in tüm dokularda, dokosapentaenoik asitin (22:5 n3) solungaç ve kas dokusunda, Palmitoleik asit (16:1 n7)'in beyin ve kas dokusundaki miktarının kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir artış tespit edildi (p<0,05). Eikosapentaenoik asit (20:5 n3) miktarının ise tüm dokulardaki gruplar arasında anlamlı farklılık gözlenmedi (p>0.05). Ergosterolün üç dokuda da, δ-Tokoferolün solungaç ve beyin dokusunda, β-Sitosterol ve retinolün beyin dokusunda kontrol grubuna göre istatistiksel olarak anlamlı bir azalma gözlemlendi (p<0,05). K1, K2 ve D2 vitaminlerinin, stigmasterol ve retinolün solungaç ve kas dokusunda kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı hesaplandı (p<0,05). Atmosfer grubundaki kolesterolün kas dokusunda kontrole göre arttığı gözlenirken (p<0,05), solungaç ve

beyin dokusunda gruplar arası anlamlı farklılık gözlenmedi ($p>0,05$). Sonuç olarak, karabalıkların hayatlarının belirli periyotlarında atmosferik oksijen kullanımının, metabolik değişikliklerle tolere edildiği ve bu durumda da doğal yaşam alanlarına göre hiperoksik ortamda yağ asiti, kolesterol ve bazı vitamin değerlerinin etkilendiği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), solungaç, kas, beyin, yağ asiti, kolesterol, vitamin.

ABSTRACT

THE MEASUREMENT OF FAT ACID, CHOLESTEROL AND VITAMIN LEVELS OF *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) IN MUSCLE, BRAIN AND GILL TISSUES AT DIFFERENT ENVIRONMENTS

This study aims to assess the change of the levels of fat acid, cholesterol and vitamin (A, D, E, K) after inhaling atmospheric oxygen in tissues like brain, gill and muscle of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) which has an auxiliary respiratory system annexed to air sac, pharynx and gill sac. Authorization for the experiments was given by Ahi Evran University's Committee for Ethical Treatment of Animals on 04.07.2011 with protocol number 2011/02. The animals were picked from Ceyhan River basin and divided into two groups: The ones kept in natural habitat as a control group (6 in total) and the ones made live in atmospheric environment for 12 hours (6 in total). Various tissues were removed and these tissues were analyzed for the purpose of this study. To find out the level of fat acids Gas Chromatography (GC) device was used. For measuring the vitamin and the cholesterol levels High Performance Liquid Chromatography (HPLC) machine was employed. At the end of analysis process, findings are as follows. The levels of stearic and arachidonic acids in atmospheric group's are (18:0) and (20:4 n6) respectively in all tissues. Docosahexaenoic acid (22:6n3) decreased in muscle and brain tissues compared to control group's (p<0,05). Linoleic acid (18:2 n6c) and alpha-linolenic acid (18:3, n3) increased in all tissues. Docosapentaenoic acid (22:5,n3) increased in gill and muscle tissues and palmitoleic acid (16:1 n7) increased in brain and muscle tissues compared to control group (p<0,05). Eicosapentaenoic acid (20:5,n3) levels did not change much in all tissues (p>0,05). Quantity of ergosterol decreased in all three tissues, δ-Tokoferol diminished in gill and brain tissues, and finally β-Sitosterol and retinol lessened in brain tissue compared to control group (p<0,05). K1, K2 and D2 vitamins, stigmasterol and retinol augmented in gill and muscle tissues compared to control group (p<0,05). It is observed that the muscle tissue's level of cholesterol had risen in atmospheric group compared to control group (p<0,05), however it is not possible to say there is a meaningful

divergence between the levels of gill and brain tissues results for both groups ($p > 0,05$). Consequently, we can say that in certain period of their lives *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) can use atmospheric oxygen and they can tolerate inhalation of atmospheric oxygen by metabolic adjustments. Thus, contrary to their natural habitat in hyperoxidic environments their fat acid, cholesterol and vitamin levels change meaningfully.

Keywords: *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), gill, muscle, brain, fatty acid, cholesterol, vitamin.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans öğrenimim boyunca verdiği bilimsel katkılardan, tez çalışmalarım esnasında arazi çalışmalarım ve araştırmalarımı yönlendirmede desteklerinden dolayı danışman hocam Sayın Doç. Dr. Alpaslan DAYANGAÇ'a,

Biyoloji lisans ve yüksek lisans eğitimim boyunca benim bu günlere yetişmemde büyük bilgi ve tecrübeleriyle katkı sağlayan fakültemizdeki tüm biyoloji bölümü hocalarıma teşekkürü bir borç bilirim.

Tez çalışmalarına FBA-11-06 nolu proje ile finansal destek sağlayan T.C. Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi'ne, arazi çalışmalarım da deney hayvanlarının temininde yardımlarını esirgemeyen Mücahit ÇATAL ve Zübeyir ÇATAL'a, dokuların alınması ve incelenmesi sırasında yardımlarını gördüğüm yüksek lisans öğrencisi Taylan AKTAŞ'a, dokuların ekstraksiyon ve analiz işlemlerinin gerçekleştirilmesinde yardımlarını gördüğüm Fırat Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü öğretim üyesi Sayın Prof. Dr. Ökkeş YILMAZ, Eğitim Fakültesi öğretim üyesi Sayın Yrd. Doç. Dr. Muammer BAHŐI ve doktora öğrencisi Ersin DEMİR'e, verilerin istatistiksel değerlendirilmesinde yardımlarını gördüğüm Necla YAŞI'ye,

Ayrıca; bugüne kadar her konuda maddi ve manevi desteklerini hiçbir zaman eksik etmeyen canım annem Adile AKYILDIZ'a ve babam Hüseyin AKYILDIZ'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	I
ABSTRACT.....	III
TEŞEKKÜR.....	V
İÇİNDEKİLER.....	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	X
KISALTMALAR.....	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822).....	1
1.1.1. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)'un Görüldüğü Alanlar.....	1
1.1.2. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Sistematikteki Yeri.....	2
1.1.3. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Morfolojik Özellikleri.....	2
1.1.4. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Beslenme ve Üreme Özellikleri.....	3
1.1.5. <i>Clarias gariepinus</i> 'un Biyolojik Açıdan Önemi.....	4
1.2. LİPİTLER.....	5
1.2.1. Lipitlerin Genel Olarak Sınıflandırılması.....	6
1.2.1.1. Yağ asitleri ve türevleri.....	6
1.2.1.2. Bileşik lipidler.....	7
1.2.1.3. Glikolipidler.....	8
1.2.1.4. İzopren lipidler.....	9
1.2.2. Yağ Asitleri.....	10
1.2.3. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmeleri.....	11

1.2.4. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması.....	12
1.2.4.1. Doymuş yağ asitleri.....	12
1.2.4.2. Doymamış yağ asitleri.....	13
1.2.5. Esansiyel Yağ Asitleri.....	15
1.2.6. Yağ Asitlerinin De novo Sentezi.....	15
1 2.7. Yağ Asitlerinin β Oksidasyonu	16
1.2.7.1. Aktivasyon (Yağ asitlerinin aktifleşmesi).....	17
1.2.7.2. Desaturasyon (Dehidrojenizasyon I).....	18
1.2.7.3. Hidrasyon.....	18
1.2.7.4. Oksidasyon (Dehidrojenizasyon II).....	19
1.2.7.5. Tiyolitik parçalanma (Kırılma safhası).....	19
1.2.8. Yağ Asitlerinin Sentezi (Lipogenezis).....	20
1 2.9. Yağ Asidi Zincirlerinin Uzaması ve Desatürasyonu.....	22
1.2.10. Plazma Lipidleri	23
1.2.10.1. Triasilgliserol (Trigliseritler).....	23
1.2.10.2. Kolesterol.....	24
1.2.10.3. Plazma Lipoproteinler	24
1.3. VİTAMİNLER.....	26
1.3.1. Vitaminlerin Sınıflandırılması.....	26
1.3.1.1. Suda çözünen vitaminler	26
1.3.1.2. Yağda eriyen vitaminler	29
1.3.2. Balık Vitamin İçeriği.....	31
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI (KURAMSAL ÇERÇEVE).....	32

3. MATERYAL ve METOD	35
3.1. Kimyasal Malzemeler ve Organik Çözücüler	35
3.2. Deney Hayvanlarının Temini ve Bakımı.....	35
3.3. Kolesterol ve ADEK Vitaminlerinin Analizi.....	36
3.4. Lipidlerin Ekstraksiyonu.....	37
3.5. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Hazırlanması.....	37
3.6. Yağ Asidi Metil Esterlerinin Gaz Kromatografik Analizi.....	37
3.7. İstatistik Hesaplama.....	38
4. BULGULAR VE TARTIŞMA	39
4.1. Solungaç Dokusundaki Bazı Yağ Asitlerinin Değişimleri ve Değerlendirilmesi.....	39
4.2. Kas Dokusundaki Bazı Yağ Asitlerinin Değişimleri ve Değerlendirilmesi.....	40
4.3. Beyin Dokusundaki Bazı Yağ Asitlerinin Değişimleri ve Değerlendirilmesi.....	41
4.4. Solungaç Dokusundaki ADEK Vitaminleri İle Kolesterol Düzeyleri.....	43
4.5. Kas Dokusundaki ADEK Vitaminleri İle Kolesterol Düzeyleri.....	44
4.6. Beyin Dokusundaki ADEK Vitaminleri İle Kolesterol Düzeyleri	45
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	47
6. KAYNAKLAR	52
ÖZGEÇMİŞ	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. Ceyhan Nehri Havzası'nda <i>Clarias gariepinus</i> ' un yaşadığı drenaj kanalları..	1
Şekil 2. <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822).....	3
Şekil 3. Bir yağ asidinin genel formülü	10
Şekil 4. Yağ asitlerinden Palmitoleik asit 16:1 (Δ^9)'in isimlendirilmesi.....	11
Şekil 5. Doymuş yağ asidinin açık formülü.....	12
Şekil 6. Doymamış yağ asidinin açık formülü	14
Şekil 7. Yağ asitlerinin β oksidasyonu	16
Şekil 8. YA-CoA'nın sitozolden mitokondriye taşınması	17
Şekil 9. YA- CoA'nın Açıl CoA DH enzimi tarafından Delta- trans-enoil-CoA'ya dönüşümü	18
Şekil 10. Delta- trans-enoil-CoA'nın Enoil CoA hidrolaz enzimi tarafından β -hidroksi-açıl CoA' ya dönüşümü	18
Şekil 11. β - hidroksi-açıl CoA'nın β - keto-açıl CoA DH enzimi tarafından β - keto-açıl CoA' ya dönüşümü	19
Şekil 12. β - keto-açıl CoA'nın Tiolaz enzimi aracılığı ile YA- CoA+Asetil CoA'ya dönüşümü	19
Şekil 13. Yağ asitlerinin mitokondrial sentezi.....	21
Şekil 14. Yağ asitlerinin sitoplazmik sentezi	22
Şekil 15. Çift bağ taşıyan yağ asitlerinin sentezi.....	23
Şekil 16. <i>Clarias gariepinus</i> , (Burchell 1822)'un doğal yaşam ortamından alınması...	36
Şekil 17. Kas dokusundaki kontrol grubu ADEK vitaminleri ve kolesterole ait HPCL kromatogramı	46
Şekil 18. Kas dokusundaki yağ asidi metil esteri karışımına ait GC kromatogramı.....	46

TABLolar DİZİNİ

Tablo 1. Doymuş yağ asitleri	13
Tablo 2. Doymamış yağ asitleri	14
Tablo 3. Solungaç dokusunun yağ asidi bileşimi (%).....	40
Tablo 4. Kas dokusunun yağ asidi bileşimi (%).....	41
Tablo 5. Beyin dokusunun yağ asidi bileşimi (%).....	42
Tablo 6. Solungaç dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değışimi	43
Tablo 7. Kas dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değışimi	44
Tablo 8. Beyin dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değışimi	45

KISALTMALAR

ACP	: Ail taşıyıcı protein
ATP	: Adenozin trifosfat
CO ₂	: Karbondioksit
Co-A	: Koenzim A
DPA	: Dokozapentanoik asit
EPA	: Eikozapentaenoik asit
FMN	: Flavin mononükleotid
FAD	: Flavin adenin dinükleotit
GC	: Gaz kromotografi
HCO ₃	: Bikarbonat
HDL	: Yüksek yoğunluktaki lipoprotein
H ₂ SO ₄	: Sülfürik asit
HPLC	: Yüksek basınçlı sıvı kromatografisi
HIP	: Hekzan izopropanol
KCl	: Potasyum klorür
KHCO ₃	: Potasyum hidrojen karbonat
LDL	: Düşük yoğunluktaki lipoprotein
MUFA	: Tekli doymamış yağ asidi
NANA	: N- asetil nöyraminik asit
NAD	: Nikotinamid adenin
NADP	: Nikotinamid adenin fosfat
NaCl	: Sodyum klorür
Na ₂ SO ₄	: Sodyum sülfat

PUFA : Çoklu doymamış yağ asidi

TCA : Trikarboksilik asit

UV : Ultraviyole

VLDL : Çok düşük yoğunluktaki lipoprotein

$\Delta 6D$: Delta – 6 desatüraz

$\Delta 5D$: Delta – 5 desatüraz

1. GİRİŞ

1.1. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

1.1.1. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un Görüldüğü Alanlar

Ekonomik öneme sahip olan ve kültür balıkçılığı yapılan karabalık olarak bilinen *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)'un Güney Afrika'daki Orange Nehri'nden başlayarak, tüm Afrika ve Türkiye'ye kadar yayılış gösterdiği bilinmektedir (Spataru, ve ark., 1987). Claridae familyasına ait olduğu bilinen karabalık, sekiz bıyık, gelin balığı, kara yayın gibi isimlerle de adlandırılmaktadır. Ülkemizde Antalya'dan Hatay'a kadar olan sahil kuşağı akarsularıyla tatlı su kaynaklarında doğal olarak bulunmaktadır (Tekelioğlu, N., 1996). Akarsu ve nehirlerde göç etme özelliği sebebiyle potamodromdur. 8-35 C⁰ aralığında tatlı sularda yaşayabilen bu balıklar, pH değişimlerine karşı toleranslıdır (Teugels, G., 1986). Güney bölgelerimiz için ticari bir öneme sahip olan karabalık, özellikle Asi Nehri'nde bol miktarda bulunmakta olup bu bölgede doğadan yavru toplanarak yetiştiriciliği yapılmaktadır (Genç, M. A., ve ark, 2006).



Şekil 1. Ceyhan Nehri havzasında *Clarias gariepinus*' un yaşadığı drenaj kanalları.

1.1.2. *Clarias gariepinus*'un Sistematikteki Yeri

Phylum : Vertabrata

Subphylum: Pisces

Class : Osteichthyes

Subclass : Actinopterygii

Süper-Order: Ostariophysi

Order : Siluriformes

Family : Clariidae

Genus : *Clarias*

Species : *gariepinus* (BURCHELL, 1822) (Narin, G., 2003)

1.1.3. *Clarias gariepinus*'un Morfolojik Özellikleri

Büyük bir kafaya ve ince uzun bir vücuda sahip olan karabalığın boyu doğada 1,4 metreye kadar büyüebilmekte olup, canlı ağırlığı ise 59 kg' a kadar ulaşabilmektedir (Tekelioğlu, N., 1980). Baş, karından sırtta doğru yassılaştırmıştır. Vücut yumuşak pulsuz ve güçlü bir deri ile kaplıdır. Deri üzerinde çok sayıda düzensiz şekilli benekler bulunmaktadır. Burun ucu dişi bireylerde yuvarlak, erkeklerde hafif sivridir. Bir çifti üst çenede, üç çifti de alt çenede olmak üzere dört çift bıyıkları bulunmaktadır (Geldiay. R., ve Balık, S., 1996). Gözler küçük ve yuvarlak olup, ağız, alt konumlu büyük ve yaygındır. Gövde ve kuyruk bölgeleri kısmi bi-lateral basık, küçük tip dorsal ve kanal tipi ventral yüzgeçleri bulunmaktadır (Sarıhan, E., ve Cengizler, İ., 1997). Hava kesesi, farinks ve solungaç boşluğu ile bağlantılı yoğun kan damarları içeren dokularla çevrelenmiş yardımcı solunum organı bulunmaktadır. Bu organı karabalığın su dışında saatlerce, çamur bataklığında haftalarca hayatta kalmasına izin vermektedir (Durmaz Bekmezci, H., 2010). Vücut rengi genellikle, sırtı koyu kahverengi, yanlar gri-kahverengi, karın bulanık beyaz renkli ve karın yüzgecinin kenarları sarıdır (Demirsoy, A., 1993, Çelikkale, M. S., 1994).



Şekil 2. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) (Jurek, L., 2011, Djamiko, W. A., 2008)

1.1.4. *Clarias gariepinus*'un Beslenme ve Üreme Özellikleri

Clarias gariepinus omnivor beslenme özelliği göstermektedir. Ana besin kaynaklarını böcek, plankton, yengeç, karides ve diğer omurgasızlar oluşturmaktadır. Aynı zamanda karabalık, ölmüş olan kuş, çürümüş meyve ve bitki tohumları yiyebilmektedir (Ergene, S., ve ark., 1999). Yapılan araştırmalar karabalığın Diptera larvaları olmak üzere Arthropodları tükettikleri ve yaz aylarında daha çok beslendiklerini göstermiştir (Yalçın, Ş., ve ark., 2001). Elde ettikleri birçok besinden faydalanan *Clarias gariepinus*'un doğal koşullardaki büyüme özellikleri araştırılmış ve sıcak su periyodunda 9 ayda 18-20 cm boya eriştikleri belirtilmiştir (Clay, D., 1979).

Clarias gariepinus'un olgun dişileri vücut ağırlığının büyük bir kısmını kaplayan büyük bir çift ovaryuma sahiptir. Erkeklerde ürogenital açıklık dışarı doğru uzandığından diş ve erkekler birbirlerinden kolaylıkla ayırt edilebilmektedir (Tekelioğlu, N., 1996). Yapılan çalışmalar ile *Clarias gariepinus*'un diş ve erkeklerinin bir yaşında eşeyssel olgunluğa ulaşmaya başladıkları, iki yaşında ise tüm popülasyonun ergenliğe ulaştığı gözlemlenmiştir. Karabalık da gonad gelişimi

kışın başlamaktadır ve mayıs-ağustos ayları (21-30 °C) içersinde üremenin gerçekleştiği bilinmektedir (Yalçın, Ş., ve ark., 2001).

1.1.5. *Clarias gariepinus*'un Biyolojik Açıdan Önemi

Sıcak bölgelerde geniş bir yayılım gösteren *Clarias gariepinus*'un çevre isteklerinin az oluşu, düşük oksijen ve yoğun stoklama oranlarında da gelişebilmesi, farklı besinleri değerlendirme kabiliyetinde olması bu türün üretimini avantajlı kılan özelliklerdir (Tekelioğlu, N., 1996). Çok fazla yumurta verebilmeleri ve kültüre alındıklarında kolay döllenebilmeleri açısından en ideal türler arasındadır (Hecht, T., ve ark., 1996). pH değişimlerine toleranslı olan bu balıklar, 0-12 ppt tuzluluk değerleri arasında yaşamlarını sürdürebilmektedir (Narin, G., 2003).

Clarias gariepinus'un bataklık ve çamurlu yerlerde yaşaması, dipten beslenmesi etinde istenmeyen bir kokuya neden olduğundan dolayı çok fazla besin olarak tüketilmemektedir. Bu durum ekonomik açıdan değerlendirmesini sınırlamaktadır. Ancak Uzak Doğu ve Afrika ülkelerinde sevilerek tüketilmektedir (Bilgin, Ş., ve ark., 2001, Çelikkale, M. S., 1988).

1.2. LİPİTLER

Organik bileşiklerin heterojen grubunu oluşturan lipitler, kloroform, eter, benzen, sıcak alkol ve aseton gibi organik çözücülerde kolayca çözünen ancak sudaki çözünürlükleri çok az olan bileşiklerdir (Montgomery, R., ve ark., 2000). Lipitlerin hepsinde 16–20 karbon atomu uzunluğunda yağ asidi bileşeni bulunmaktadır. Bu yağ asitleri alkollerle esterleşerek lipitleri oluşturmaktadır. Lipitler yapılarında yer alan yağ asitlerine göre; hücre membranı yapısında, metabolik olaylarda enerji üretiminde, enerji gerektiren taşınma olaylarında, hücre zarında glikokaliksi oluşturmada ve bu şekilde hücrelerin birbirini tanımada ve canlı organizma dışında koruyucu kılıf teşkil etmede önemli rol oynamaktadır (Başaran, A., ve ark., 2006).

Lipitler bazı vitaminlerin absorpsiyonunun sağlanması ve prostoglandinler gibi önemli biyolojik etkiye sahip maddelerin ön maddesi olarak kullanılmaları açısından da çok önem taşımaktadırlar. Lipitlerin büyük bir kısmı organizmaya dışarıdan alınmaktadır, bir kısmı ise doğrudan doğruya organizmada yapılmaktadır. Besinlerle alınan lipitlerin büyük çoğunluğu trigliseritlerden, daha azı fosfolipitler ile ester kolesterolden oluşmaktadır (Çelik, E. Ş., ve ark., 2007). Esansiyel yağ asitleri gibi bazı önemli lipitlerin muhakkak bu yağ asitlerini bulduran gıdalarla birlikte dışarıdan alınması gerekmektedir (Bingöl, G., 1976).

Balık yağlarının karasal memeli yağlarından en önemli farklılığı n-3 grubu çoklu doymamış yağ asitlerince (PUFA) zengin olmasıdır. Dokozapentanoik asit (DPA) ve eikozapentanoik asit (EPA) balığa özgü iki temel yağ asidini oluşturmaktadır. Balıklar poikilotherm özellikleri sebebiyle vücut ısılarını ayarlayamadıklarından dolayı bütün metabolik faaliyetleri ortam sıcaklığı ile yakından ilişkili olmaktadır (Uysal, K., 2004). Balıklardaki yağ asidi değerleri, balığın türü, yaşı, cinsiyeti, suyun sıcaklık ve tuzluluk miktarı ve değişik coğrafik bölgelere göre farklılık göstermektedir (Çelik, E. Ş., ve diğ., 2007).

1.2.1. Lipitlerin Genel Olarak Sınıflandırılması

1.2.1.1. Yağ asitleri ve türevleri

- Doymuş yağ asitleri
- Doymamış yağ asitleri

1.2.1.2. Bileşik lipitler

- Nötral yağlar (Triaçilgliserol, trigliserit)
- Fosfolipidler
 - Gliserofosfolipid (Fosfoliseridler)
 - Sfingofosfolipid (Sfingomiyelin)

1.2.1.3. Glikolipidler

- Serebrosit
- Gangliosit

1.2.1.4. İzopren lipidler

- Steroidler
- Karotenoidler

(Onat, T., ve ark., 2002)

1.2.1.1. Yağ asitleri ve türevleri

Genel formülü $R-(CH_2)_n-COOH$ olan yağ asitleri, yağın doymuşluk derecesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirinden oluşan trigliseridler olduklarından hem kompleks lipitlerin önemli bir parçası hem de kendisinden kolayca enerji sağlanan bir kaynağı oluşturmaktadır (Kaya, Y., ve ark., 2004).

Yağ asitleri genelde düz zincirli, çift karbon sayılı moleküller olup doymuş ve doymamış yağ asitleri olarak iki grupta incelenmektedir (Güvenç, M., 2008).

Doymuş yağ asitleri, karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan oluşan ve oda sıcaklığında katı olan yağ asitleridir. Genel formülleri $R-(CH_2)_n-COOH$ olan

doymuş yağ asitleri 2 C' ludan 24 C' luya kadar bulunabilmektedir (Karaca, E., ve ark., 2007, Güvenç, M., 2008).

Doymamış yağ asitleri ise, karbon zinciri üzerinde çeşitli konumlarda, -C-C- arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleridir. Genel formülleri $C_nH_{2n-a}COOH$ (a=çift bağ sayısı) olan doymamış yağ asitleri yapılarındaki çift bağlar nedeniyle doymuş yağ asitlerine göre daha reaktif olmaktadır (Nas, S., ve ark., 2001, Güvenç, M., 2008).

1.2.1.2. Bileşik lipitler

Nötral yağlar (Triaçilgliserol, trigliserit), bir alkol olan gliserolün yağ asidi esterlerine denilmektedir. Nötral yağlar büyük çoğunlukla depo lipitleri olarak görev yapmaktadır. Pek çok hayvan ve bitki hücresinin sitosolünde küçük mikroskobik yağ damlacıkları halinde ve emülsifiye halde bulunmaktadırlar. Bazı hayvanlarda deri altına depolanan nötral yağlar hem enerji elde etmede hem de soğuktan korumak için bir tabaka oluşturmaktadır (Gözükara, E. M., 1997). Nötral yağların yapısında yer alan yağ asitlerinin zincir uzunlukları ne kadar kısa ve ne derecede doymamış halde bulunurlarsa bu yağların erime noktaları o derece düşük, besin değerleri de o derece büyük olmaktadır (Bingöl, G.,1976).

Fosfolipidler, lipitlerin %70-80'ini oluşturan, fosfat grubu içeren, lipozomların ve hücre zarının yapıtaşlarını oluşturan özel bir lipittir. (Yurdakul, A., ve ark., 2007). Gıdalarla da alınabilen fosfolipitler ince bağırsakta bulunan enzimler ile hidroliz edilerek yapı taşlarına ayrılmaktadır (Gürbilek, M., 2011).

Fosfolipitler molekül yapılarındaki alkol türüne göre gliserofosfolipit ve sfingofosfolipit olmak üzere iki grupta incelenmektedir (Altınışık, M., 2006).

Gliserofosfolipid (fosfogliseridler)'de gliserole iki yağ asidi ve bir fosfat grubu bağlanmıştır. Fosfat grubunun alkollerle esterifiye edilmesi sonucu çeşitli fosfogliseridler meydana gelmektedir. Fosfolipidler içerisinde en çok bulunanı,

fosfogliseridlerdir. Gliserofosfolipidler amfipatik yani polar bir başa ve uzun nonpolar bir kuyruğa sahiptir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Fosfogliseridlerde genellikle gliserolün birinci hidroksil grubuna bağlı olan yağ asidi doymuş, ikinci hidroksil grubuna bağlı olan ise doymamış yağ asitidir. Fosfogliseridlerde yer alan yağ asitleri genellikle 16 veya 18 karbon atomu bulundurmaktadır (Gözükara, E. M., 1997).

Sfingofosfolipitler (Sfingomiyelin) en basit ve en çok bulunan sfingolipitlerdir. Sfingomiyelinler polar baş gruplarında özellikle fosfokolin ve fosfoethanolamin bulunmaktadır. Yapılarında fosfat grubu ihtiva ettiklerinden fosfogliseritlerle beraber bazen fosfolipit olarak da sınıflandırılmaktadırlar (Gözükara, E. M., 1997). Amfipatik yapıya sahip olan sfingomiyelinler, beyin ve sinir dokusu hücre plazma membranlarında bulunmaktadır. Myelinli nöronların aksonlarını saran ve izole eden myelin kılıfta, iyi bir sfingomiyelin kaynağını oluşturmaktadır (Bingöl, G., 1976).

1.2.1.3. Glikolipidler

Glikolipitler, nötral yağlardaki gliserol ve iki yağ asidi molekülünün yerine, bir amino alkol olan sfingosin molekülü ve buna da galaktoz ve glikoz gibi moleküllerin bağlanmasıyla oluşmaktadır. Bütün dokularda hücre zarı dış yüzeyinde, kısmen de beyin gibi sinir dokularda yaygın olarak bulunmaktadır (Başaran, A., ve ark., 2006).

Serebrositler, taşıdıkları polar gruptan dolayı elektriksel yüke sahip değillerdir. Karakteristik olarak başı oluşturan gruplarında bir veya daha fazla şeker ünitesi ihtiva ettiklerinden genelde glikosfingolipitler olarak da adlandırılmaktadır. Galaktoserebrosidler polar baş grubu olarak bir şeker olan D-galaktoz bulundurmaktadır (Gözükara, E. M., 1997). Galaktoserebrositler, sinir dokusunda bol bulunmaktadır ve myelin kılıf lipidinin %15'ini oluşturmaktadır. Çeşitli serebrositler yapılarında taşıdıkları yağ asitlerine göre birbirinden ayrılmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

Gangliositler en kompleks sfingolipitlerdir. Gangliositlerde, serebrositlerdeki galaktoza ilaveten birkaç molekül daha karbonhidrat bulunmaktadır. Bu karbonhidrat

genelde sialik asit olarak da bilinen ve pH 7 civarında negatif yük taşıyan N-asetil nöyraminik asit (NANA)'dir. Membran glikoproteinlerinin oligosakkarit ihtiva eden yan zincirlerinde N-asetil nöyraminik aside rastlanmaktadır. Beynin gri kısmındaki hücre zarlarının % 6'sını gangliosidler oluşturmaktadır. Bunun yanı sıra diğer başka hücrelerin zarlarında da bulunmaktadırlar. Hücre zarlarında reseptörlerin yapısında görev alarak uyarıların iletilmesinde ve hücreler arasındaki haberleşmenin sağlanmasında etkili olmaktadır (Gözükara, E. M., 1997, Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

1.2.1.4. İzopren lipidler

İzopren lipit grubunda steroidler ve karotenoidler bulunmaktadır.

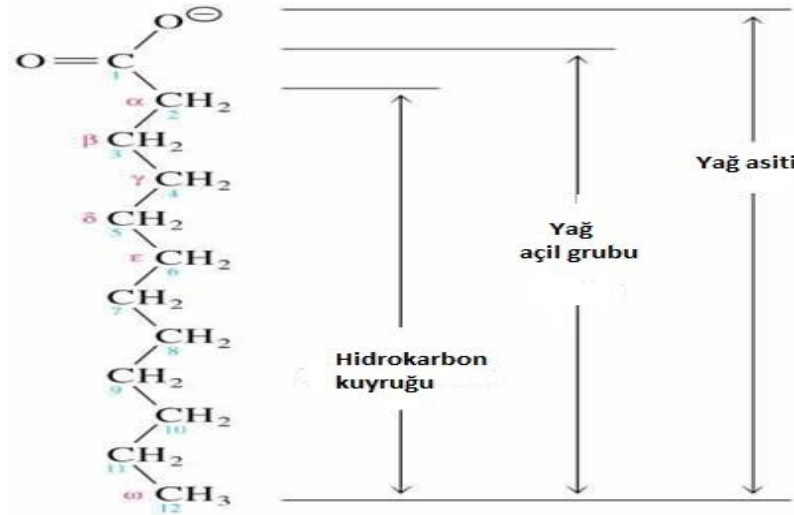
Lipitlere göre daha sert yapıda olan steroidler organizmada önemli fizyolojik fonksiyonlara sahip olup biyolojik reaksiyonlarda da en fazla incelenen yapıları oluşturmaktadır. Hayvansal ve bitkisel dokularda yaygın olarak bulunan steroidler dört halkalı bir yapıya sahiptir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Steroidler, steroller (sterinler), safra asitleri, cinsiyet hormonları, adrenal korteks hormonları ve vitamin D grubu olmak üzere beş gruba ayrılmaktadır (Halliwell, B., ve ark., 1993).

Steroller, zoosteroller (kolesterol, lanesterol), mukosteroller (ergosterol) ve fitosteroller (stigmasterol, sitosterol) olmak üzere üç gruptan oluşmaktadır. Mukosterollerin en önemli üyesi olan ergosterol, mantar hücre zarının başlıca sterolu olup, hücrenin çeşitli fonksiyonlarına katılmakta ve tüm mantarların canlılığında temel bir görev üstlenmektedir (Kantarcıoğlu, A., S., ve ark., 2003). Ergosterol UV ışık etkisinde kaldığında vitamin D₂'ye dönüşmektedir (Halliwell, B., 1993).

Karotenoidler, bioaktif maddelerdir ve esas olarak bitkilerde sentezlenmektedir. Moleküler yapıları, 600'ün üzerinde farklı form ve biyolojik fonksiyon göstermektedir. Ayrıca, biyolojik sistemlerde antioksidan, endokrin ve immun sistemde vitamin A'nın ön maddesi olarak da görev almaktadır (Bortolotti, G. R., ve ark., 2003, Şamlı, H. E., ve ark., 2005).

1.2.2 Yağ Asitleri

Lipitlerin en önemli sınıfını teşkil eden yağ asitleri 4-24 karbon atomuna sahip uzun zincirli organik asitlerdir. Yağ asidi yapısında bir hidrokarbon kuyruğu ve karboksil grubu bulundurmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).



Şekil 3. Bir yağ asidinin genel formülü (Fidancı, U. R., 2012)

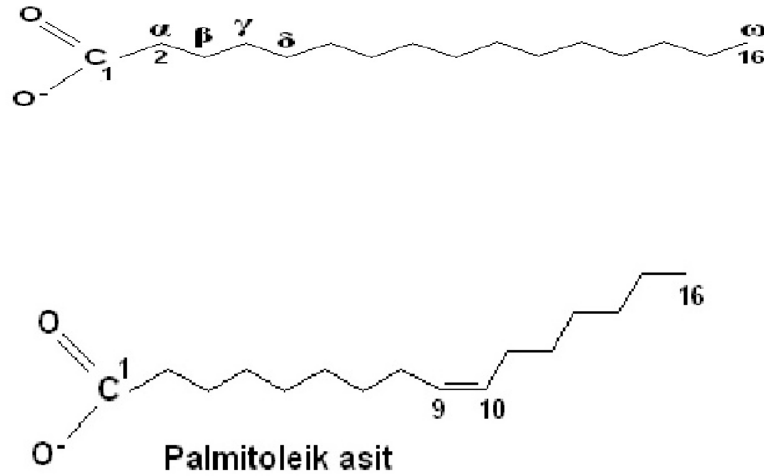
Yağ asitleri; hidrokarbon zincirinde karbon sayısı, karbon atomları arasında çift bağ bulunup bulunmaması, çift bağ varsa yeri ve sayısı gibi özellikler bakımından birbirinden ayrılmaktadır (Baydar, H., 2000, Karaca, E., ve ark., 2007). Yağ asitleri bu yapılarından dolayı suda çözünmeme ve yağlılık karakteri göstermektedir.

Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevlidir ve iki karbon ünitesinden sentez edildikleri için çift sayıda karbon atomu içermektedir (Murray, R. K., ve ark., 1990). Yağ asitleri hücre ve dokularda diğer lipitlere kovalent olarak bağlı halde, çok az bir kısmı da bazı hücrelerde serbest yağ asidi halinde bulunmaktadır (Dinç, M., 2001). Bitki, hayvan ve mikroorganizmalarda 100'ün üzerinde yağ asidi tanımlanmaktadır. Tabiatta bulunan yağ asitlerinin hemen hemen hepsi çift karbon atomuna sahiptir ve genellikle 16 ve 18 C atomlu olanları çoğunluktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

1.2.3. Yağ Asitlerinin İsimlendirilmeleri

Yağ asitlerinin sistematik isimlendirilmesinde yağ asidi ile aynı sayıda karbon atomundan oluşan hidrokarbondaki karbon sayısının metan, etan, propan ve pentan gibi Latince ifadesinden türetilen sistematik ismi ele alınmaktadır. Bu ismin sonundaki “an” eki kaldırılıp, yerine alkan yağ asitlerinde anoik asit, alken yağ asitlerinde enoik asit ve alkin yağ asitlerinde inoik asit takısı eklenerek yapılmaktadır (Kayahan, M., 2003, Alptekin, E., 2008).

Karbon atomu sayısı esas alınarak yapılan isimlendirilmede Yunan alfabetik sırası takip edilmektedir. İsimlendirilmede karboksil grubundan sonraki karbon atomuna α , daha sonra gelenlere ise β , γ , δ gibi isimler verilmektedir. Karboksil grubundan en uzaktaki C atomu ise ω ile isimlendirilmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).



Şekil 4. Yağ asitlerinden Palmitoleik asit 16:1 (Δ^9)'in isimlendirilmesi (Stetuskop, 2010).

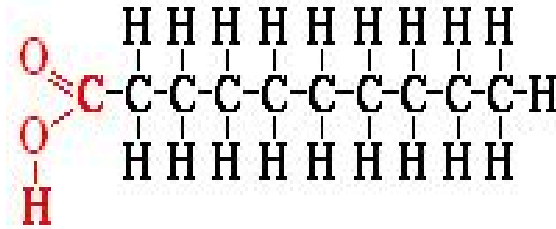
Bu gösterim biçimi 16 karbon atomuna sahip yağ asidinde tek bir çift bağ olduğunu göstermektedir. Çift bağın yerinin belirlenmesinde Δ sembolü kullanılmaktadır. Bu numara sisteminde ω simgesi çift bağın yerinin metil grubundan belirlenmesinde kullanılmaktadır (Altan, N., 2000, Adam, B., 2000., Kara, Y., 2007).

1.2.4. Yağ Asitlerinin Sınıflandırılması

Yağ asitleri, yapısında çift bağ taşıyıp taşımadığına göre doymuş (saturated fatty acids) ve doymamış (unsaturated fatty acids) yağ asitleri olmak üzere iki şekilde sınıflandırılmaktadır.

1.2.4.1. Doymuş yağ asitleri

Uzun hidrokarbon zincirine sahip olan, karbon- karbon atomları arasında tek bir kovalent bağdan oluşan yağ asitleri, doymuş yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır (Nas, S., ve ark., 2001). Oda sıcaklığında genelde katı olan doymuş yağ asitleri 4-24 karbon ihtiva etmektedir. (Bingöl, G., 1976). Karbon sayısı 10'a kadar olan bütün doymuş yağ asitleri adi ısıda sıvı ve daha fazla sayıda karbon taşıyanlar ise katı halde bulunmaktadır. (Bayşu, N., 1979). Doymuş yağ asitleri en az enerji gerektiren düzgün bir konfigürasyona sahiptir. Yağ asitlerinin karbon zinciri fazlalaştıkça yağ asidi sertleşmeye ve erime noktası yükselmeye başlamaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).



Şekil 5. Doymuş yağ asidinin açık formülü (Fidancı, U. R., 2012)

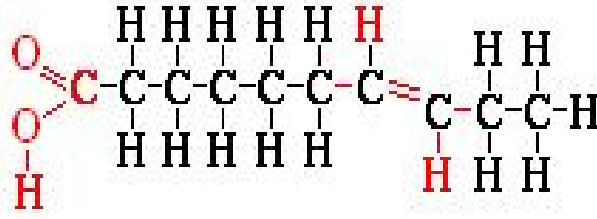
Doymuş yağ asitleri insan vücudunda sentez edilirler, hiç yağ yenilirse bile bu tip yağ asitleri karbonhidrat metabolizması ile oluşan moleküllerden sentez edilebilmektedir. (Kümeli, 2006, Karaca, E., ve ark., 2007). Doymuş yağlar arasında hayvansal yağlarda en fazla bulunanı Palmitik asit ve stearik asittir. En fazla ve en yaygın olarak bulunan doğal doymuş yağ asidi olan palmitik asit özellikle balıklarda çok fazla miktarda bulunmaktadır (Montgomery, R., ve ark., 2000).

Tablo 1 . Doymuş yağ asitleri (Fidancı, U. R., 2012)

Asetik Asit	C ₂ H ₄ O ₂	CH ₃ COOH
Propiyonik Asit	C ₃ H ₆ O ₂	CH ₃ CH ₂ COOH
Bütirik Asit	C ₄ H ₈ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂ COOH
Kaproik Asit	C ₆ H ₁₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₄ COOH
Kaprilik Asit	C ₈ H ₁₆ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH
Kaprik Asit	C ₁₀ H ₂₀ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH
Laurik Asit	C ₁₂ H ₂₄ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Miristik Asit	C ₁₄ H ₂₈ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Palmitik Asit	C ₁₆ H ₃₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Stearik Asit	C ₁₈ H ₃₆ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Araşidik Asit	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Behenik Asit	C ₂₂ H ₄₄ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH
Lignoserik Asit	C ₂₄ H ₄₈ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₂ COOH
Serotik Asit	C ₂₆ H ₅₂ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₄ COOH
Montanik Asit	C ₂₈ H ₅₆ O ₂	CH ₃ (CH ₂) ₂₆ COOH

1.2.4.2. Doymamış yağ asitleri

Hidrokarbon zincirinde çeşitli konumlarda, karbon-karbon arasında bir veya daha fazla kovalent çift bağ içeren yağ asitleri doymamış yağ asitleri olarak adlandırılmaktadır (Nas, S., ve ark., 2001). Yan yana iki karbon atomu üzerinde duran hidrojen atomları bağın aynı tarafında uzandığında bu cis çift bağı olarak bilinmektedir. İki hidrojen atomu bağın karşı taraflarında uzandığında zayıf bir düğüm oluşmakta ve bu trans izomer olarak tanımlanmaktadır. Cis şekilleri trans şekillerine göre daha az kararlı olmaktadır. (Kara, Y., 2007, Gürcan, Ü., 2001).



Şekil 6. Doymamış yağ asidinin açık formülü (Fidancı, U. R., 2012)

Doymamış yağ asitleri yapılarında bir tane çift bağ varsa monounsaturated (MUFA), birden fazla çift bağ varsa polyunsaturated (PUFA) olarak adlandırılmaktadır (Tüzün, C., 1997). Yağ asidi zincirindeki yan yana karbon atomlarının her ikisinden bir hidrojen atomu çıkarsa bu iki karbon atomu arasında bir çift bağ oluşmaktadır. Böyle sadece bir çift bağ içeren yağ asitleri tekli doymamış yağ asitleri (MUFA) olarak tanımlanmaktadır. Bu grubun en önemli iki üyesi, palmitoleik asit (C16:1) ile oleik asittir (C18:1). Bunlardan palmitoleik asit daha çok deniz hayvanları yağları için karakteristik bir bileşen olduğu halde, oleik asit bugüne kadar bilinen bütün doğal yağların yapısında yer almaktadır (Karaca, E., ve ark., 2007, Kayahan, M., 2003). Bir yağ asidi hidrokarbon zincirinde iki ya da daha fazla karbon-karbon çift bağı bulunuyorsa çoklu doymamış yağ asidi (PUFA) olarak adlandırılmaktadır. Linoleik (C18:2), linolenik (C18:3), araşhidonik (C20:4), eikosapentaenoik (C22:5) ve dokosaheksaenoik (C22:6) asitler çoklu doymamış yağ asitlerinin en önemlileridir (Karaca, E., ve ark., 2007).

Tablo 2. Doymamış yağ asitleri (Fidancı, U. R., 2012)

Yağ asidinin adı	Karbon iskeleti	Yapı formülü
Miristoleik asit	14: 1 Δ^9	CH ₃ (CH ₂) ₃ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Palmitoleik asit	16: 1 Δ^9	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Oleik asit	18: 1 Δ^9	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Vaksenik asit	18: 1 Δ^{11}	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH
Nervonik asit	24: 1 Δ^{15}	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₁₃ COOH
Linoleik asit	18: 2 $\Delta^{9,12}$	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Linolenik asit	18: 3 $\Delta^{9,12,15}$	CH ₃ CH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Araşhidonik asit	20: 4 $\Delta^{5,8,11,14}$	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₃ COOH

1.2.5. Esansiyel Yağ Asitleri

Doymamış yağ asitlerinden olan linoleik, linolenik ve araşidonik asit esansiyel yağ asitlerindedir. Vitamin F adı da verilen bu yağ asitleri hayvan organizması tarafından sentez edilemedikleri için besinlerle dışarıdan alınması gerekmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Bu yağ asitleri organizmaya yeterli miktarlarda alınmadığında büyümede yavaşlama, deride görülen bozukluklar, ciltte kuruma, böbreklerde harabiyet ve hematüri (kan işeme) gibi bazı olumsuzluklar ortaya çıkmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998). Hayvansal organizmada ancak bir tek çift bağlı yağ asitleri sentezlenebilmektedir. Birden fazla doymamış yağa sahip olan esansiyel yağ asitleri sentez edilememektedir. Bu yağlar dışarıdan alınarak semptomlar ortadan kaldırılmaktadır (Bingöl, G., 1976).

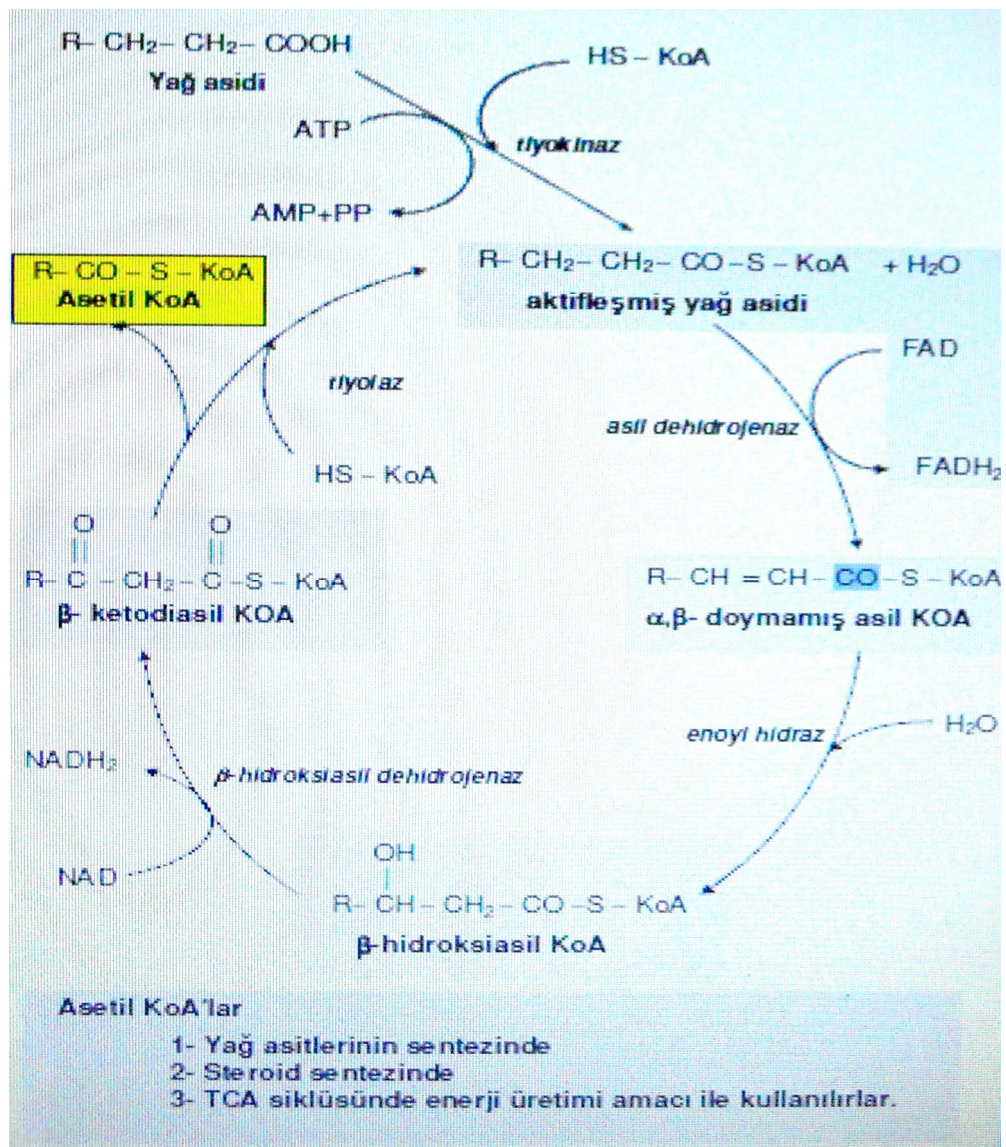
1.2.6. Yağ Asitlerinin De novo Sentezi

Vücut tarafından kullanılan yağ asitlerinin büyük miktarı alınan besinlerle sağlanmaktadır. Diyetle alınan fazla miktardaki karbonhidrat ve protein triasilgliserol olarak depolanan yağ asitlerine dönüştürülmektedir. Yağ asidi sentezi insanda en fazla karaciğerde olmak üzere beyin, akciğer, meme bezi ve daha az oranda yağ dokusu ve böbrek olmak üzere birçok dokuda gerçekleşebilmektedir. Yağ asidi için gerekli maddeleri asetil CoA, bikarbonat formunda (HCO_3), CO_2 , ATP, Mn, biyotin ve NADPH oluşturmaktadır (Champe, P. C., ve ark., 2005).

Yağ asidi sentezi hücre sitoplâzmasında gerçekleşmektedir. Sentezdeki ilk basamakta asetat birimlerinin mitokondriyal asetil CoA'dan sitozolik asetil CoA'ya sitrat sentetaz enzimi ile transferi gerçekleşmektedir. Asetil CoA mitokondri membranından geçemediği için sitrata dönüştürülerek sitozol'e aktarılmaktadır. Sitrat ligaz enzimi ile asetil CoA oksalaasetat ile birleşerek sitratı oluşturmaktadır. Asetil CoA sitoplâzmadaki asetil CoA karboksilaz enzimi ile malonil CoA'ya dönüştürülür. Malonil CoA'nın oluşmasıyla yağ asidi sentetaz enzimi aktif hale gelerek bir dizi reaksiyonun gerçekleşmesi sonucu Palmitik asit (16:0) oluşmaktadır (Mayes, P. A., ve ark., 1996, Güvenç., M., 2008).

1 2.7. Yağ Asitlerinin β Oksidasyonu

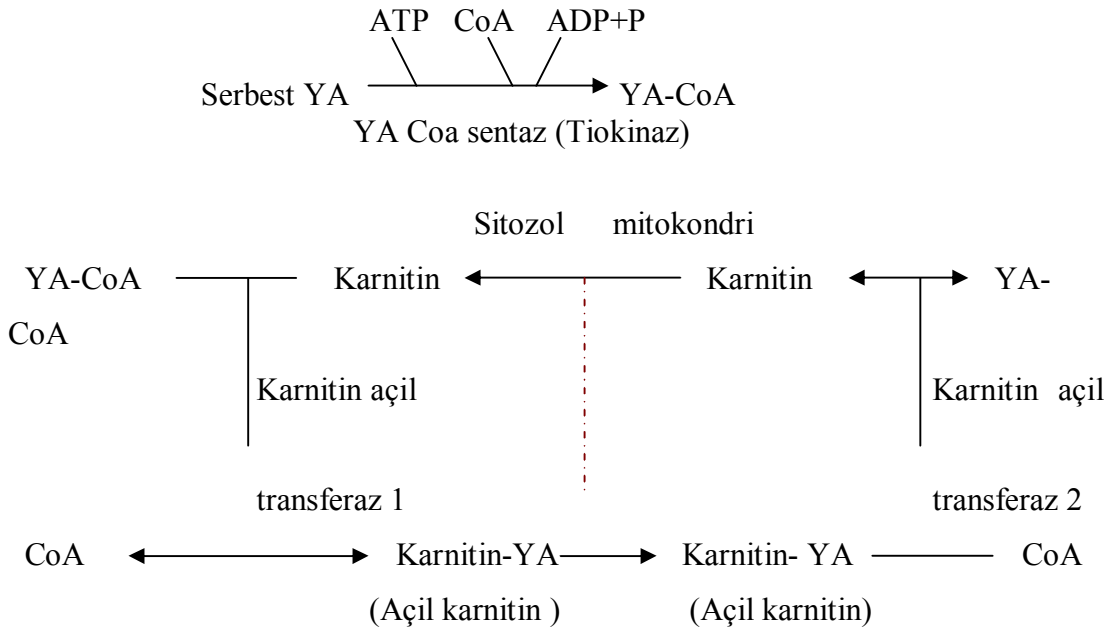
Enerji üretimi amacıyla yağ asitlerinin yıkımında en önemli yol olan β oksidasyonu mitokondride meydana gelmektedir (Bingöl, G., 1976). Sitozole giren yağ asitleri, mitokondriyal membranı doğrudan geçerek mitokondri içerisine girememektedir. Bütün yağ asitleri ancak belli bir takım enzimatik reaksiyona uğradıktan sonra mitokondri matrisine alınmaktadır (Altınışık, M., 2006). β oksidasyonu beş basamaktan meydana gelmektedir (Ası, T., 1999).



Şekil 7. Yağ asitlerinin β oksidasyonu (Ası, T., 1999, Fidancı, U.R., 2012) .

1.2.7.1. Aktivasyon (Yağ asitlerinin aktifleşmesi)

Yağ asidi belli bir hücreye alındıktan sonra uzun zincirli yağ açıl-CoA sentetaz (Tiokinaz) tarafından katalizlenen bir reaksiyonla yağ açıl-CoA'ya dönüştürülür. β oksidasyon mitokondride olduğu için yağ asidi mitokondrinin iç membranına geçmek durumundadır. Yağ asitlerinin sitozolden mitokondriye taşınması için karnitin gerekmektedir (Champe, P. C., ve ark., 2005).



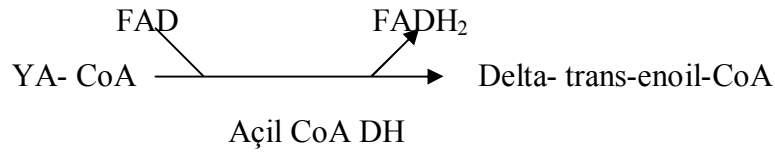
Şekil 8. YA-CoA'nın sitozolden mitokondriye taşınması (Assulapia, 2012).

Yağ asiti CoA'nın sitozolden mitokondriye taşınmasında ilk olarak karnitin, karnitin açil transferaz I (mitokondri dış membran enzimi) tarafından sitozolik CoA karnitine aktarılır. Bu reaksiyon karnitin-YA (açil karnitin) ve serbest CoA oluşturur. İkinci olarak karnitin-açil karnitin transferaz enzimi ile açil karnitin, serbest karnitinle değişerek mitokondriye taşınır. Karnitin açil transferaz II (mitokondri iç membran enzimi) açil gruplarını karnitinden kopararak serbest karnitin oluşturmak üzere CoA'ya transferi katalizler ve tekrar serbest karnitin oluşturur (Champe, P. C., ve ark., 2005).

Malonil CoA karnitin açıl transferaz I inhibe eder. Bu şekilde açıl gruplarının mitokondri matriksine girmesi inhibe olur. Böylece sitozolde yağ asit sentezi meydana gelirken malonil CoA varlığında yeni yapılan palmitat zincirleri mitokondriye transfer edilemez ve yıkılamazlar (Champe, P. C., ve ark., 2005).

1.2.7.2. Desaturasyon (Dehidrojenizasyon I)

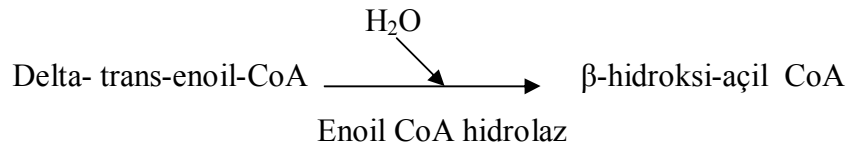
Aktifleşen yağ asidi açıl dehidrojenazlar tarafından α ve β C'lerden dehidrojenize edilip bu noktalarda iki hidrojen kaybederek çift bağ oluşmaktadır. Reaksiyonun geri dönüşü redüktaz enzimi aracılığı ile gerçekleşmektedir. FAD 'ler hidrojen alarak solunum zincirine girmekte ve 2 ATP sentez edilmektedir (Ası, T., 1999).



Şekil 9. YA- CoA'nın Açıl CoA DH enzimi tarafından Delta- trans-enoil-CoA'ya dönüşümü (Assulapia, 2012).

1.2.7.3. Hidrasyon

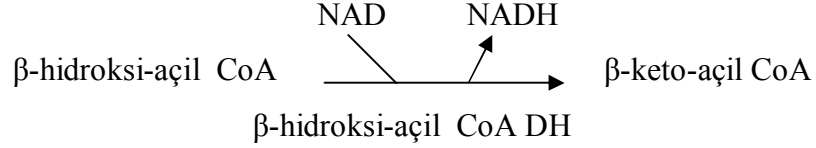
Bu basamakta desaturasyon olayında meydana gelen çift bağa bir molekül su bağlanmakta ve sonuçta β -hidroksi-açıl CoA oluşmaktadır. Bu reaksiyonu enoyl hidraz katalize etmektedir (Ası, T., 1999).



Şekil 10. Delta-trans-enoil-CoA'nın Enoil CoA hidrolaz enzimi tarafından β -hidroksi-açıl CoA'ya dönüşümü (Assulapia, 2012).

1.2.7.4. Oksidasyon (Dehidrojenizasyon II)

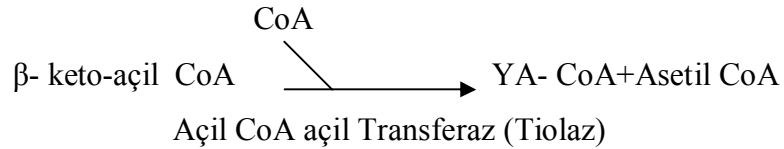
Bir önceki basamakta meydana gelen β -hidroksi-açıl CoA'nın OH grubu bir keto grubuna oksitlenerek β -keto-açıl CoA meydana gelmektedir. Reaksiyonu β -hidroksi-açıl dehidrojenaz enzimi katalize etmektedir. Hidrojenleri NAD' ler olarak solunum zincirine girmekte ve 3 ATP sentezlenmektedir (Ası, T., 1999).



Şekil 11. β -hidroksi-açıl CoA'nın β -keto-açıl CoA DH enzimi tarafından β -keto-açıl CoA'ya dönüşümü (Assulapia, 2012).

1.2.7.5. Tiyolitik parçalanma (Kırılma safhası)

Bu son basamakta, β -keto-açıl CoA, yeni bir CoA ile reaksiyona girerek 1 mol asetil CoA ayrılmaktadır. Geriye 2 C'nu eksilmiş yağ asidinin aktifleşmiş CoA türevi kalmaktadır. β oksidasyon tekrarlanırken bu şekilde 1. basamak yani aktivasyon atlanarak 2. basamaktan devam etmektedir. Bu olayın her tekrarlanışında yağ asit zinciri 2 C kısalarak sonunda tümüyle asetil CoA'lara bölünmektedir. Elde edilen asetil CoA'lar yeniden yağ asidi sentezinde ve steroid sentezinde kullanılabildiği gibi aseto asetil CoA'lar ile birleşerek TCA siklüsüne dahil olarak enerji üretiminde de kullanılmaktadır (Ası, T., 1999).

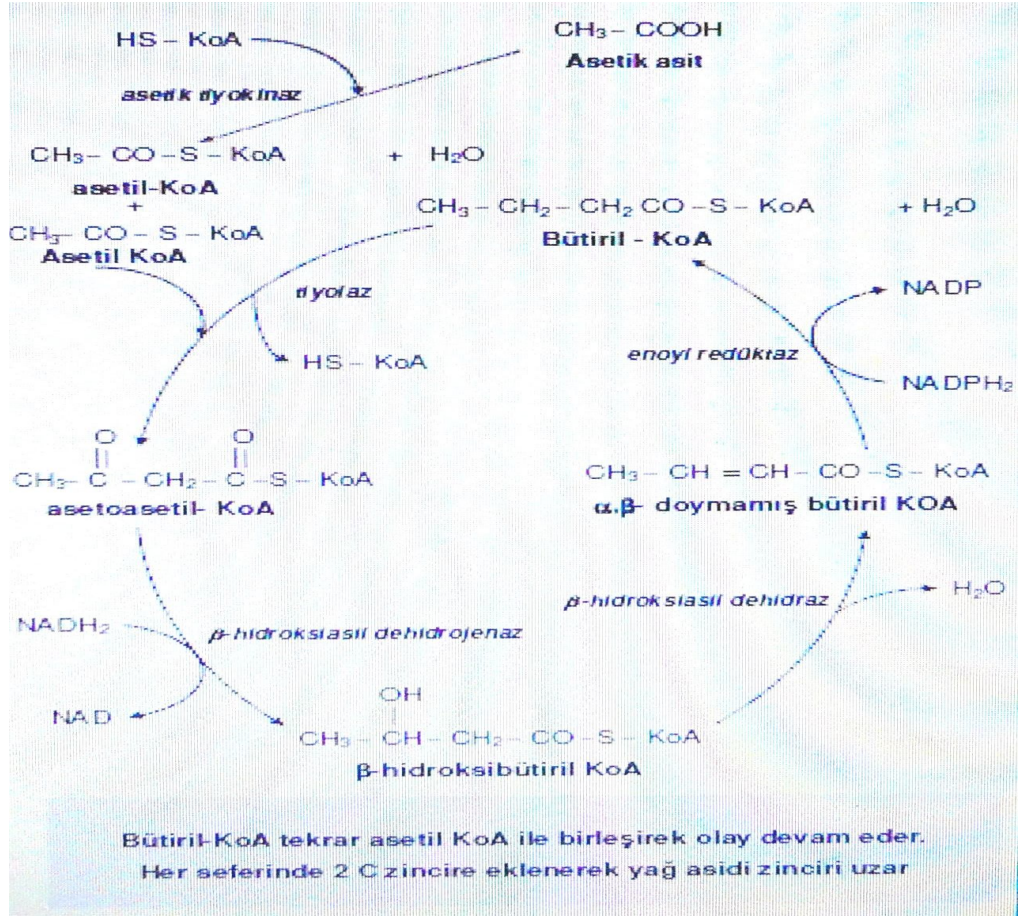


Şekil 12. β -keto-açıl CoA'nın Tiolaz enzimi aracılığı ile YA-CoA+Asetil CoA'ya dönüşümü (Assulapia, 2012).

1.2.8. Yağ Asitlerinin Sentezi (Lipogenezis)

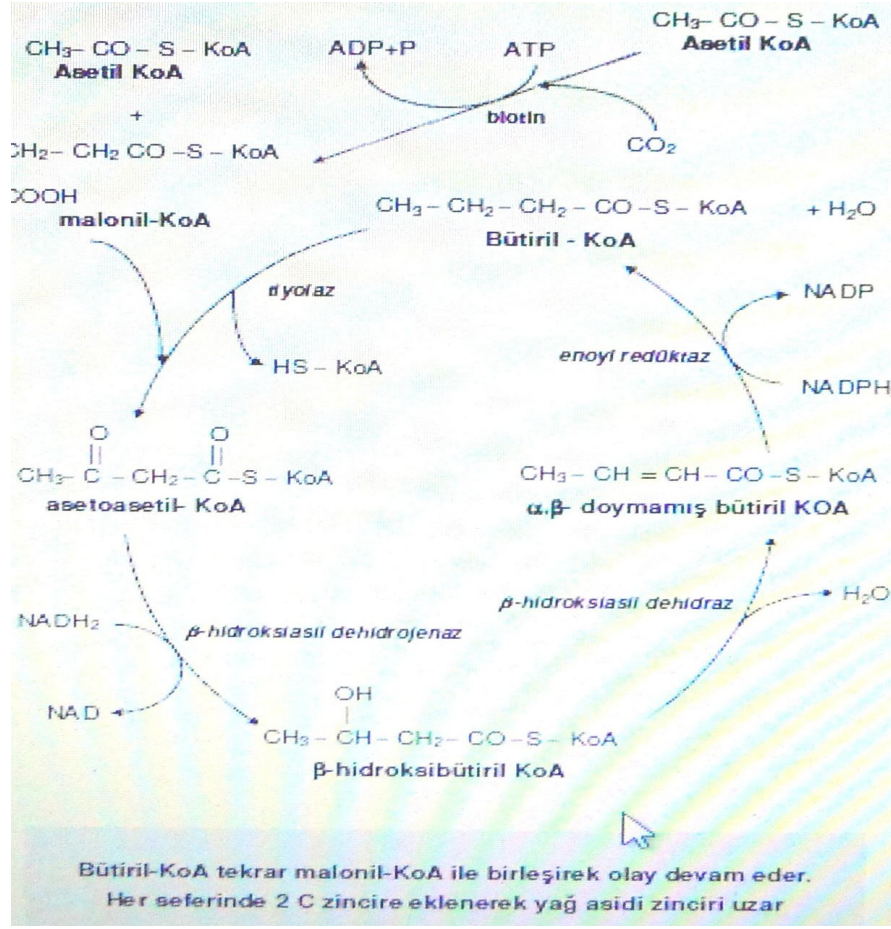
Yağ asitlerinin sentezi, yağ asitlerinin oksidasyonundan farklı bir yolla gerçekleşmektedir. Memeli hücrelerinde yağ asit sentezi geniş bir biçimde karaciğer ve yağ dokusunda daha az olarak da, laktasyon dönemi gibi özel durumlarda meme hücrelerinde yapılmaktadır. Ökaryotiklerde yağ asitlerinin oksidasyonu mitokondride, sentezleri ise sitozolde gerçekleşmektedir. Yağ asidi sentezinde asil taşıyıcılar tiosterler olarak asil taşıyıcı proteinine (ACP) bağlanmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998). Yağ asitlerinin sentezi mitokondri ve sitoplazmik olmak üzere iki şekilde gerçekleşmektedir.

Mitokondrial lipogenezisde daha önceden oluşmuş yağ asitlerine asetil- CoA birimlerinin eklenmesi ile zincirin uzaması esasına dayanmaktadır. İlk olarak asetik asitin aktifleşmesiyle oluşan asetil CoA'ya bir asetil- CoA molekül daha eklenerek asetoasetil- CoA sentezlenmektedir. Daha sonraki basamaklar β - oksidasyon olayının tersi yönde gelişerek bütirik-CoA'nın sentezi ile son bulmaktadır. Bütirik-CoA, tekrar bir asetil- CoA ile birleşerek aynı basamaklar tekrarlanıp 6 C'lu yağ asidi sentezlenerek her seferinde zincir uzatılmaktadır (Ası, T., 1999).



Şekil 13. Yağ asitlerinin mitokondrial sentezi (Ası, T., 1999, Fidancı, U. R., 2012)

Sitoplazmik lipogenezde, CO_2 , asetil-CoA karboksilaz enzimi aracılığıyla malonil-CoA'yı meydana getirmektedir. Malonil-CoA tekrar bir mol asetil-CoA ile birleşerek β -ketoasil ACP sentetaz enzimi ile asetoasetil-CoA'yı oluşturmaktadır. Diğer basamaklar β -oksidasyonun ters yönde gelişmesi gibidir. Bu basamaklar sonunda asetoasetil-CoA, bütirik-CoA ile birleşerek reaksiyon tekrarlanmakta ve her defasında 2 C uzayarak sentez olayı devam etmektedir (Ası, T., 1999).



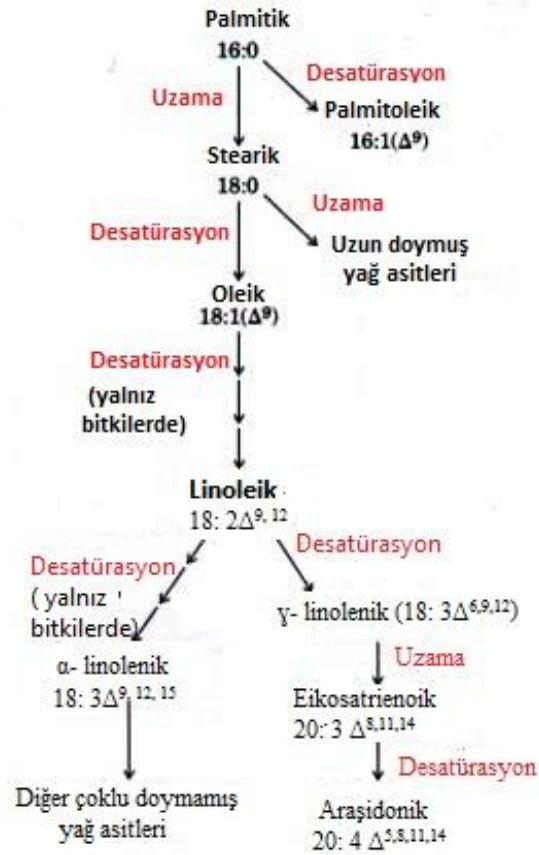
Şekil 14. Yağ asitlerinin sitoplazmik sentezi (Ası, T., 1999, Fidancı, U. R., 2012)

1.2.9. Yağ Asidi Zincirlerinin Uzaması ve Desaturasyonu

Yağ asidi zincirlerinin uzaması için bazı enzimlerin ilavesi gerekmektedir. Palmitat, yağ asidi sentaz tarafından sentez edilen, bitki ve hayvan yağ asitlerinin doymuş uzun zincirli ve en fazla bulunan ürününü oluşturmaktadır Yağ asidi zincir uzaması mitokondri ve endoplazmik retikulumda (ER) türeyen mikrozom denen partiküllerde meydana gelmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998).

Mikrozomlarda yağ asidi zincirlerinin uzaması için, malonil-CoA asetil vericisi olarak ve NADPH indirgeyici olarak kullanılmakta, de novo sentezindeki gibi sırasıyla sentaz, redüktaz, hidrolaz, redüktaz enzimleri rol almaktadır. Sonuçta yağ asitlerinin açıl-CoA bileşikleri, iki karbonu fazla açıl-CoA bileşiklerine

dönüşmektedirler. Açlık, yağ asidi zinciri uzamasını büyük ölçüde ortadan kaldırmaktadır. Mitokondrilerde yağ asidi zincirlerinin uzaması, bir uzun zincirli açıl-CoA ile asetil-CoA'nın tiyolaz tarafından katalize edilen bir reaksiyon sonucu kondensasyonunu kapsamaktadır. Burada bir ACP gerekmemektedir ve malonil-CoA kullanılmayarak, asetil-CoA kullanılmaktadır. Bu yol, karaciğerde anaerobik koşullarda ve aşırı etanol oksidasyonunda işlemektedir (Saatçi, E., 2008, Esen, M., 2012).



Şekil 15. Çift bağ taşıyan yağ asitlerinin sentezi (Fidancı, U. R., 2012).

1.2.10. Plazma Lipidleri

1.2.10.1. Triasilgliserol (Trigliseritler)

Nötral lipidlerin başlıca sınıfını oluşturan triasilgliseroller, bir gliserol molekülündeki üç hidroksil grubuna birer yağ asidi bağlanması ile oluşmaktadır

(Sargent, J. R., ve ark., 2002). Bir gliserol molekülüne bağlı olan yağ asitleri genellikle aynı türden değillerdir. Birinci karbona bağlı olan yağ asitleri genellikle doymuş, ikinci karbona bağlı olan genellikle doymamış ve üçüncü karbona bağlı olan ise doymuş yada doymamış halde olabilmektedir (Champe, P. C., ve ark., 2005).

Triasilgliseroller pek çok hayvan ve bitki hücrelerinin sitosolünde küçük mikroskobik damlacıklar halinde bulunmakta ve vücudun en büyük enerji deposunu oluşturmaktadır (Gözükara, E. M., 1997). Triasilgliseroller endojen olarak yağ ve karaciğer dokusunda oluşmaktadır. Çoğu kolesterol, kolesterol esterleri, fosfolipit ve protein ile birlikte paketlenerek çok düşük yoğunluklu lipoprotein (VLDL) olarak adlandırılan lipoprotein partikülleri oluşturarak karaciğer dışı dokulara taşınmaktadır (Champe, P. C., ve ark., 2005).

1.2.10.2. Kolesterol

Steroid hormonlarının ve safra asitlerinin ön molekülü olan kolesterol, ya dışarıdan hayvansal besinlerle alınabilmekte ya da başta karaciğer olmak üzere bağırsaklar tarafından, geriye kalanı da deriden sentezlenmektedir (Tamer, İ., ve ark., 2011, Tamser, M., 2006). Total kolesterolün 2/3'ü yağ asitleri ile esterleşmiş halde, 1/3'ü de serbest kolesterol halinde bulunmaktadır (Ası, T., 1999). Karaciğer tarafından alınan kolesterolün bir kısmı membran ve VLDL sentezi için kullanılırken, bir kısmı da safrada kolesterol ve safra asitleri halinde bağırsağa atılmaktadır (Aydilek, N., 2002, Tamser, M., 2006). Karaciğerde sentezlenen ve besinlerle alınan kolesterol, triasilgliserol gibi lipidler proteinler ile birleşerek kanda çözünebilen lipid ve protein kompleksi halinde taşınabilmektedir (Kolancı, Ç., 2004, Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998, Tamser, M., 2006, Onat, T., ve Emerk, K., 2002).

1.2.10.3. Plazma lipoproteinleri

Lipitler, plazmada çözüner halde taşınabilmeleri için bağlandıkları hidrofilik yapıdaki apoproteinler (Apo) ile lipoprotein denilen yapılar oluşturmaktadır (Tamer, İ., ve ark., 2011). Plazma lipoproteinleri genellikle suda çözünmeyen kolesterol ve onun esterleri gibi lipidleri ve triasilgliserolleri bulundurmaktadır (Ekmekci, A.,

2011). Plazma lipoproteinleri ihtiva ettikleri lipidlerin parçacıklarına ve onların yoğunluklarına göre dört gruba ayrılmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998).

Şilomikronlar: Şilomikronun %83'ünü trigliserid, %2'sini protein, %7'sini fosfogliserid, %8'ini kolesterol oluşturmaktadır (Ası, T., 1999). İnce bağırsak epitel hücreleri tarafından üretilen şilomikronlar triasilgliserollerini dokulara taşımaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998, İşbilir, S., 1997).

Çok Düşük Yoğunluktaki Lipoproteinler (VLDL): Bu lipoproteinler yapılarında karaciğerde sentez edilen triasilgliserollerini ihtiva etmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998). VLDL'nin % 90-92'si lipid, % 10'u ise proteinden oluşmaktadır (İşbilir, S., 1997). Endojen trigliseridler (TG) adipöz dokulara esas olarak VLDL ile taşınmaktadır (Tamer, İ., ve ark., 2011).

Düşük Yoğunluktaki Lipoproteinler (LDL): Çok düşük dansiteli lipoproteinlerin son ürünü olup yapılarında en fazla kolesterol taşıyan lipoproteinlerdir. LDL'nin rolü kolesterol ve fosfolipidleri periferik dokulara taşımak ve bu yerlerde kolesterol sentezini düzenlemektir (Komsuoğlu, B., 1992).

Yüksek Yoğunluktaki Lipoproteinler (HDL): Karaciğerde sentezlenen yüksek dansiteli lipoproteinlerin % 20'sini kolesterol diğerlerini protein ve fosfolipid oluşturmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 1998). HDL'nin temel rolü kolesterolün periferik hücrelerden karaciğere taşınmasını sağlamaktır. Ayrıca endokrin organlara steroid sentezi için gerekli kolesterolü taşımaktır (Komsuoğlu, B., 1992).

1.3. VİTAMİNLER

Vitaminler, vücutta metabolik olayların normal bir şekilde meydana gelmesi ve sağlıklı bir şekilde sürdürülebilmesi için çok az miktarları yeterli olan, yiyecekler içerisinde doğal olarak bulunan ve eksikliklerinde bazı sorunlara neden olan organik bileşiklerdir (Artık, N., ve ark., 2011, Gökhan, A., 1999).

1.3.1. Vitaminlerin Sınıflandırılması

Vitaminler fiziksel özelliklerine göre iki ana gruba ayrılmaktadır: Suda çözünen vitaminler (B ve C grubu vitaminler), Yağda çözünen vitaminler (A, D, E, K vitaminleri) (Onbaşı, O., ve ark., 2006).

1.3.1.1. Suda çözünen vitaminler

Tiamin (B1 vitamini): Tiamin baz karakterli olup, suda kolayca çözünen beyaz kristal halde tuz şeklindedir (Bingöl, G., 1977). Vitamin B1 bitkiler ve mikroorganizmalar tarafından sentez edilebilmektedir. Hayvansal dokularda karaciğer, kalp ve böbreklerde çok az depolandığı için günlük olarak alınması gerekmektedir. Vitamin B1 özellikle beynin, enerji üretiminde gerekli olan bir vitamindir, eksikliğinde daha çok sinir, sindirim ve dolaşım sisteminde ortaya çıkan bozukluklara neden olmaktadır (Artık, N., ve ark., 2011).

Riboflavin (B2 vitamini): Flavin mononükleotid (FMN) ve flavin adenin dinükleotid (FAD) koenzim şekilleri ile, solunum zinciri ile enerji üretimi ve birçok reaksiyonda oksidasyon ve redüksiyon olaylarında görev almaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). B2 vitamini hayvansal dokularda sentezlenmemektedir. Riboflavin, yumurta sarısından, karaciğerden, balıktan, süttten ve bitkilerden elde edilebilmektedir. Besinlerle alınan B2 vitamininin emilimi ince bağırsağın üst kısımlarından transport edilerek kana karışmaktadır. Bağırsaklarda bakteriler tarafından sentez edilebildikleri için yetersiz alımlarda eksiklik bazen oluşmayabilmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006, Artık, N., ve ark., 2011).

Nikotinamid (Niyasin, Vitamin PP): Niyasin dokularda triptofandan üretilmektedir. Nikotinamid, dokularda nikotinamid adenin dinükleotid (NAD) ve nikotinamid adenin dinükleotid fosfat (NADP) şeklinde bulunmaktadır. NAD ve NADPH birçok oksidoredüktazın koenzimleri olup oksidasyon ve redüksiyon olaylarında görev almaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Diğer vitaminler içerisinde ısıya ve ışığa karşı en dayanıklı olan niyasindir (Artık, N., ve ark., 2011). Niyasin karbonhidrat, protein ve yağ metabolizmasında görev almaktadır. Bu vitamin yetersizliği, sinir ve sindirim sistemi bozukluğuna ve deride bazı lezyonlara neden olmaktadır (Samur, G., 2008).

Pantotenik Asit (B5 Vitamini): Tabiatta bol miktarda bulunan pantotenik asit çoğu mikroorganizma ve bitki tarafından sentez edilebilmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Pantotenik asit, vücutta karbonhidrat, yağ ve nitrojen bileşiklerinin metabolizmasında önemli bir rol oynayan koenzim A (CoA)'nın yapısında yer almaktadır. Pantotenik asit ince bağırsaktan absorbe edilmektedir ve portal dolaşım ile karaciğere gelerek vücuda dağılmaktadır (Mut, K., 2008, Lehane, A. M., ve ark., 2007). Bu vitaminin eksikliği, sinir ve sindirim sisteminde bozukluklara, büyümede yavaşlamaya ve cilt lezyonlarına sebep olabilmektedir (Güngör, K., 2003).

Piridoksin (Vitamin B6): Bitkiler ve hayvanlar tarafından sentez edilebilen vitamin B6, besinlerde piridoksin, piridoksamin ve piridoksal olarak üç şekilde bulunmaktadır (Artık, N., ve ark., 2011). Protein metabolizmasında rol oynayan B6 vitamini, alyuvar ve akyuvar oluşumuna da yardımcı olmaktadır. Bunun yanı sıra sinir sisteminin sağlıklı kalmasında ve bağışıklığın artırılmasında da büyük önem taşımaktadır (Güngör, K., 2003, Ollilainen, V., ve ark., 2001). B6 vitamininin eksikliğinin en önemli etkisi sinir sisteminde ve kan hücrelerinde görülmektedir. Bunun yanı sıra deride yaralara ve büyümede geriliğe yol açabilmektedir (Samur, G., 2008).

Biyotin (Vitamin H): Suda eriyen, ısıya ve oksitlenmeye dayanıksız olan bu vitaminin dışarıdan alınması gerekmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Biyotin vücudumuzda ince bağırsak bakterileri tarafından sentezlenmektedir. Günlük

tüketilen besinlerde biyotin yeterli miktarda bulunduğundan eksiklik belirtileri görülmemektedir (Samur, G., 2008). Asetil Co-A karboksilaz, propionil Co-A karboksilaz ve piruvat karboksilaz gibi CO₂ fiksasyonuna ya da transkarboksilasyona katılan enzimlerin, prostetik grubu olarak görev yapmaktadır (Erden, F., ve ark., 2004).

Folik Asit (Folasin): Yeşil yapraklı yiyeceklerde bol miktarda bulunan folik asit, alınan besinlerde de bol miktarda bulunmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Folik asitin yapısı başlıca üç organik maddenin birleşmesinden meydana gelmektedir. Bunlar Pteridin, p-Aminobenzoik-asit ve glutamik asitlerdir (Bingöl, G., 1977). Folik asidin metabolizmada etkinlik gösteren şekli molekülün indirgenmesiyle oluşan koenzimdir. Vücuda girdikten sonra kimyasal yapısı değişmekte ve karaciğerde bir miktar depolanabilmektedir (Artık, N., ve ark., 2011). Amino asit ve kan hücrelerinin yapımı için gerekli olan folik asit bağırsaktaki mikroorganizmalar tarafından da sentez edilebilmektedir (Samur, G., 2008). Folik asit eksikliğinde, büyümede gerileme, hemoglobun, lökosit, eritrosit, ve trombosit değerlerinde azalma, iştahsızlık ve zayıflama görülmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

Vitamin B12 (Kobalamin): Genellikle hayvanlar ve yüksek yapılı bitkisel organizmalar tarafından sentez edilemeyen, ancak mikroorganizmalarca sentez edilebilen vitamin B12 çok önemli bir besin faktörünü oluşturmaktadır (Bingöl, G., 1977). Vitamin B12' nin bağırsaklarda emilim ve taşınmasını kolaylaştıran birçok bağlayıcı protein bulunmaktadır (Tufan, G., 2006, Snow, C. F., 1999). İntrinsik faktör, sialinik asit ihtiva eden bir glikoprotein olup mide salgısında bulunmaktadır. Vitaminin intrinsik faktöre bağlanması ile ileumun mukozal hücrelerinden emilimi gerçekleşmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Yapısında kobalt, fosfor gibi minerallerde bulunmaktadır. Vücutta karaciğerde depolanan Vitamin B12, ayrıca kalp, böbrek, pankreas, beyin ve kemik iliğinde de bulunmaktadır (Artık, N., ve ark., 2011). Vitamin B12 eksikliği, pernisiyöz anemiye, sinir sistemi bozukluklarına, yorgunluğa, büyümede geriliğe ve yumurta veriminde azalma gibi bozukluklara neden olmaktadır (Samur, G., 2008, Güngör, K., 2003).

Vitamin C (Askorbik asit): C vitamini oksitlenmiş ve indirgenmiş olarak, askorbik asit ve dehidroaskorbik asit olarak iki şekilde bulunmaktadır. Bu vitamin hücreye girmeden dehidroaskorbik asit şeklinde iken, hücreye girdikten sonra askorbik asit şeklini almaktadır. Vitamin C'nin emilimi daha çok dehidro şekline çevrildiği yer olan midede olmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006, Bingöl, G., 1977). Vitamin C antioksidan özelliği nedeniyle serbest radikaller ile reaksiyona girerek hücre zarını hasarlardan korumaktadır (Güngör, K., 2003). Vücudumuzda kan yapımı için gerekli olan demir ve folik asidin kana geçmesini kolaylaştırmaktadır (Samur, G., 2008). Vitamin E' nin rejenerasyonunu sağlayarak antioksidan etkinliğini arttırmaktadır (Derviş, E., 2011) Yapılan araştırmalarda, vitamin C'nin immun sistemin bağışıklık yeteneği ve fagositlerin fonksiyonları için büyük önem taşıdığı bildirilmektedir. Vitamin C ilave edilmesinin bakteriyel ve viral hastalıklarla mücadelede önemli rol oynadığı görülmektedir. Vitamin C'nin artması ile antikor oluşumunun erkenden başladığı ve arttığı bildirilmektedir (İmik, H., ve ark., 2000, Mccorkle, F., ve ark., 1980, Tuekam, T.D, ve ark., 1994).

1.3.1.2. Yağda eriyen vitaminler

Vitamin A (retinol, akserofol): A vitamini, yağda ve organik çözücülerde eriyen bir vitamin olup, büyük bir kısmı karaciğerde depolanmaktadır (Köksal, G., ve diğ., 2007). Sebzelerde β -karoten halinde bulunan ve karaciğerde retinol esterleri olarak depolanan A vitaminin işlevleri, retinal ve steroid hormonlarına etki eden retinol ve retinoik asit tarafından yapılmaktadır (Yılmaz İkizoğlu, Ö., ve ark., 2005). A vitamini sentezi genel olarak ince bağırsak mukozası ile karaciğerde gerçekleşmektedir, ayrıca korpus luteumun da β -karotenden A vitamini sentezleyebilme kapasitesi bulunmaktadır (Arıkan, Ş., ve ark., 1999). A vitamini, T ve B-hücrelerinin büyümesi için gerekmede ve immüniteyi güçlendirmektedir (Yılmaz İkizoğlu, Ö., ve ark., 2005, Coşkun, T., 1999). Vitamin A eksikliği, böbrek bozuklukları, plasentanın gelişmemesi ve üreme bozuklukları, retinada yetersizlik ve gece kölüğü gibi birçok bozukluğa neden olabilmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

Vitamin D (Kalsiferol): Yapısal olarak steroid hormonlara benzeyen vitamin D'nin hayvansal kaynaklı kolekalsiferol (vit D₃) ve bitkisel kaynaklı ergokalsiferol (vit D₂) olmak üzere iki tipi bulunmaktadır (Ataş, A., ve ark., 2008). Vitamin D₂'nin provitamini ergosterol, vitamin D₃'ün ise 7-dehidrokolesterol'dür. Hayvanlarda sentezlenen 7-dehidrokolesterol 'ün D₃ haline dönüştürülmesi hayvanlarda ultraviyole ışığın etkisi ile deri altında olmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve diğ., 2006). D vitamini, kalsiyum ve fosfor metabolizmasına olan etkileri yanısıra immün sisteme de katkıda bulunmaktadır (Yılmaz İkozioğlu, Ö., ve ark., 2005). Vitamin D noksanlığı ile yeteri kadar kalsiyum alınamayışı kemik dokusundaki mineralizasyon olayını etkileyerek kemiklerin yumuşamasına ve deformasyonuna neden olmaktadır (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006).

Vitamin E (Tokoferol): E Vitamini, besinlerle alınması şart olan, yağda eriyen bir vitamin olup, karaciğer, plazma ve yağ dokularında yüksek oranda bulunmaktadır. Bitkisel yağlardan ve buğday embriyosundan elde edilen vitamin E'ye tekoferoller de denilmektedir (Kalaycıoğlu, L., ve ark., 2006). Doğal olarak mevcut olan 8 tane tokoferol bulunmaktadır. Plazmadaki E vitamininin %80-90'ını oluşturan α - tokoferol bunlardan en aktif olanıdır. E vitamini bağırsaklardan önce lenf sistemine sonra da kan yoluyla karaciğere gelmektedir, kullanılmayan miktarın fazlası genellikle dışkı ile atılmaktadır (Çelik Güzel, E., 2007, Şeker, M. E., 2006, Champe, P. C., ve ark., 1997). E vitamini hücre membranında yer alan çoklu doymamış yağ asitlerini (PUFA), düşük yoğunluklu lipoproteini (LDL) ve diğer membransal öğeleri serbest radikallerden korumaktadır (Köksal, G., ve ark., 2007). Antioksidan etkisi yüksek oksijen konsantrasyonlarında etkili olduğundan, lökosit ve solunum sistemi membranları ve retina gibi yüksek parsiyel oksijen basıncı olan bölgelerde yoğunlaşarak bunların hasarını engellemektedir (Yılmaz İkozioğlu, Ö., ve ark., 2005, Mayes, P. A., 1996). Bunun yanı sıra E vitamininin, antikor oluşumu, hücresel bağışıklık, bakteriyel enfeksiyonlara karşı direnç, immün yanıt, tümör oluşumunun durdurulmasına ilişkin vücudun savunma mekanizmalarını da desteklemek gibi çeşitli fonksiyonlarda bulunduğu bilinmektedir (Ünlü, E., ve ark., 2010).

K Vitamini: Adını koagülasyon (pıhtılaşma) kelimesinin baş harfinden alan K vitamini, doğada K1 ve K2 olarak bulunmaktadır. K1 bitkilerde değişik formlarda bulunurken, K2 ise bağırsaklardaki bakteriler tarafından üretilmektedir (Artık, N., ve ark., 2011). K vitamininin, kan pıhtılaşmasında ve kemik metabolizmasında önemli görevleri bulunmaktadır (Bingöl, G., 1976, Bayram, Y., ve ark., 2009). K vitamini yiyeceklerde yeteri kadar bulunduğu ve kalın bağırsakta bakterilerce yapıldığı için yetersizliğinde oluşan bir hastalık tanımlanmamıştır (Samur, G., 2008).

1.3.2. Balık Vitamin İçeriği

Balıklar B grubu vitaminlerinden, tiamin (B1), riboflavin (B2), niyasin (B3), B6 (piridoksin), B12 vitaminini ve yağda eriyen vitaminler olan A, D vitaminlerini hem etlerinde hem yağlarında bulundurmaları açısından iyi bir besin kaynağı olarak kabul edilmektedirler (Şimşek, A., ve ark., 2009). Su ürünleri A ve E vitamin içeriği açısından zengin bir kaynağı oluşturmaktadır. A vitamini balıkların vücut yağında bulunmasının yanı sıra karaciğer yağında da fazla yoğunlukta bulunmaktadır (Şimşek, A., ve ark., 2009, Varlık, C., 2004). Vitamin A'nın gonadal oluşum ve yumurtlama hakkında tam olarak etkisinin bilinmemesine karşın embriyo ve larvanın gelişimi, kemik oluşumu ve immün sisteme önemli etkisi olduğu bilinmektedir (Hunt, A. Ö., ve ark., 2004, Hemre, G. I., ve ark., 1994). Balıklarda D vitamini eksikliğinde, büyüme bozuklukları, operkulum ve yüzgeçlerde deformasyonlar, Ca metabolizmasında yavaşlama, hemogloblin seviyesinde düşme gibi bozukluklar görülmektedir (Korkut, A. Y., ve ark., 2002, Barnet, ve ark., 1979, Brown, D., 1988). Yağda eriyen diğer bir vitamin olan E vitamini de balık başta olmak üzere deniz ürünlerinin büyük kısmında bulunmaktadır (Hunt, A. Ö., ve ark., 2004). Sazan ve ayı balığı gibi bazı balık türleri ile yapılan çalışmalarda E vitamini eksikliğinde olgunlaşmamış gonadlar, düşük haçeri miktarı ve larvanın yaşama oranında azalma görülmüştür (Watanable, T., 1990, Hunt, A. Ö., ve ark., 2004).

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI (KURAMSAL ÇERÇEVE)

Bevan, D. J., ve Kramer, D. R., 1987' de yaptıkları çalışmada *Clarias macrocephalus*'un normoksik su altında ve derin yüzey erişimi olmaksızın 25 günden fazla hayatta kaldığı görülmüştür. Canlılık azalmış ve yüzey erişim engellenmişken sudaki solunum ve atmosferik solunum sıklığının arttığı, ancak atmosferik solunum girişimi ve büyüme oranı sıklığının değişmediği gözlemlenmiştir. Sudaki solunum ve atmosferik solunum sıklığı ölçülmüş tekil olarak (7,6-20,92 L⁻¹ mg O) ve hipoksik (0.3, 0.7, 1.2 ve 2.02 L⁻¹ mg O) koşullarda havada ve suda solunum sıklığı araştırılmış, çözülmüş oksijenin 8.0'den 2.02 L⁻¹ mg' ye düştüğü gözlemlenmiştir. Bu seviyede hava solunumu artmaya devam etmiş, ancak suda solunum ciddi biçimde düşmüştür. Daha yüksek orandaki çözülmüş oksijen oranlarında yürütülen deneylerde (8.0 ve 2.02 L⁻¹), derin sulardaki balıkların yüzeye yakın balıklara kıyasla daha fazla hava solunumu ve daha az suda solunum gerçekleştirdiği görülmüştür. Bu sonuçlar atmosferik oksijen kullanımının çözülmüş oksijen konsantrasyonu izin verdiği ölçüde azaltarak karşıladıklarını kanıtlamaktadır.

Yapılan başka bir çalışmada, hava solunumu durumundaki *Clarias gariepinus* için melatoninin sabah ve akşam üç doz enjeksiyonunun etkilerinin tiroksin plazma seviyeleri (T (4)) ve tri-iyodotironin (T (3)) bağlamında durağan faz ve üreme aşamaları araştırılmıştır. Mevsim ve uygulama süresine bağlı olarak melatoninin artmasının, azalmasının ya da enjekte edilen miktarının değiştirilmemesinin T (4) ve T (3) plazma seviyeleri üzerinde hiçbir etkisi olmadığı anlaşılmıştır. Mevcut bulgular kuvvetle melatoninin *Clarias gariepinus*'un tiroid hormonlarının düzenlenmesinde etkili olduğunu, ancak T(4) ve T (3) düzeyini etkilemediğini düşündürmektedir (Gupta, B. B., ve Premabati, Y., 2002).

Yapılan çalışmalarda hipoksinin, atmosferik solunum yapan memelilerin aksine suda solunum yapan pek çok balık türünde, plazmadaki serbest yağ asit (FFA) artış düzeylerinde bir azalmaya neden olduğu görülmüştür. Bu değişimin solunum türüyle ilişkilendirildiği varsayılarak, 8 saat boyunca asfiksi döneminde kanüllü hava solunumu yapan Afrika kedi balığının metabolik yanıtları izlenmiştir. Hematokrit ve hemoglobin miktarının asfiksi sırasında önemli ölçüde arttığı gözlenmiştir. Ancak

hücresel hemoglobin konsantrasyonunun da herhangi bir değişiklik gözlenmemiş olmasının metabolizmanın dolaşıma daha çok eritrosit sokuyor olabileceğini düşündürmüştür. Asfiksi sırasında plazma laktat konsantrasyonunun sürekli artışının kalıcı bir oksijen sıkıntısına yol açtığı, anaerobik glikoz daimi aktivasyonu gözlenilmiştir. Asfiksi sırasında plazma glukoz seviyeleri değişmezken, FFA düzeyleri ile plazma noradrenalin düzeyleri artış göstermiştir. Bu elde edilen sonuçlara göre atmosferik solunum yapan Afrika kedi balığının suda solunum yapan balık türlerinde olduğu gibi noradrenalin oranındaki değişmelerin plazma FFA düzeylerinde azalmaya sebep olduğunu düşündürmektedir (Van Heeswijk, J. C. F., ve ark., 2005).

Ip, Y. K., ve arkadaşları 2005’de atmosferik solunum yapan ve kuraklık olduğunda da karada yaşayabilen Afrika keskindişli kedibalığı olan *Clarias gariepinus* ‘un karasal koşullara maruz kaldığındaki amonyak toksisitesine karşı kendisini nasıl savunduğunu yaptıkları çalışmalarla aydınlatmışlardır. Atmosferik solunumun dördüncü gününün sonunda dahi dokularda üre birikiminin olmadığı ve üre atılım oranının düşük seviyelerde seyrettiği görülmüştür. Atmosferik solunum sırasında NH₃ volatilizasyonunun (amonyak uçması) dahi amonyak dışkılamaya neden olmadığı tespit edilmiştir. Ayrıca bu dokularda glutamin düzeylerinde ve kas, karaciğer ile *Clarias gariepinus*’un plazma alanin düzeylerinde hiçbir değişiklik olmadığı ancak, dört gün boyunca karasal koşullara maruz kalan balıkta olağanüstü yüksek amonyak düzeyleri kas (14 mikromol g (-1)), karaciğer (18 mikromol g (-1)) ve beyinde (11 mikromol g (-1)) tespit edilmiştir. Bu atmosferik solunum sırasında amonyak toksisitesine karşı bir büyük strateji olarak hücre ve dokularda yüksek amonyak toleransını benimseyen bir balık türünün varlığına dair ilk rapor olduğu belirtilmiştir. Şu anda, *Clarias gariepinus*’un özellikle beyinde yüksek düzeyde amonyağı nasıl tolere edebildiği hakkında net bir bilgi bulunmamaktadır. Ancak Hindistan’daki iki kedi balığından (*Clarias batrachus* ve *Heteropneustes fossilis*) elde edilen sonuçların aksine *Clarias gariepinus*’un üre ya da toprak üzerindeki serbest amino asitler için amonyak detoksifiye etmediği sonucuna varılabilmektedir.

Tairao cinsinden aynı aileye ait bir balık olan traira (*Hoplias malabaricus*), oksijen çözünlüğü düşük olan suya karşı çok dayanıklıdır. Hipoksi dönemlerinde dokularda glikoz seviyesinin azalmasının strese karşı bir tepki olarak adaptasyon mekanizması geliştirdiği gözlenilmiştir (Moraes, ve ark., 1996). Bu balığın stres koşullarına ayak uydurmak için metabolik aktiviteyi düşürerek oksijen isteğini azalttığı tespit edilmiştir. Anaerobik metabolizma için mevcut bir yeteneğe sahip olan *Hoplias* türünün suyun düşük oksijen seviyesine karşı olan dayanıklılığının, kas dokularında fazla miktarda glikojen depo etmeleri ile bağlantılı olabileceği düşünülmektedir (Driedzic, ve ark., 1978).

3. MATERYAL ve METOD

3.1. KİMYASAL MALZEMELER ve ORGANİK ÇÖZÜCÜLER

Araştırmada analitik saflıkta olan SIGMA-ALDRICH (Germany) marka; vitamin E (a-tokoferol), hekzan, izopropanol, potasyum klorür (KCl), sodyum sülfat (Na₂SO₄), sülfürik asit (H₂SO₄), sodyum klorür (NaCl), potasyum hidrojen karbonat (KHCO₃), yağ asidi metil esteri standartları (doymuş ve doymamış türleri), kolesterol, retinol, δ-tokoferol, α-tokoferol, α-tokoferol asetat, D2, D3, K1, K2 vitaminlerinin standartları, spektrofotometre, santrifuj, döner buharlaştırıcı, gaz kromatografi, azot tüpü, vortex, dereceli su banyosu ve otomatik pipetler, derin dondurucu, sızdırma yapmayan vida kapaklı deney tüpleri, santrifüj tüpleri ve deney hayvanlarının tartımı için terazi kullanılmıştır.

3.2. DENEY HAYVANLARININ TEMİNİ ve BAKIMI

Karabalık ile ilgili araştırma yapabilmek için, 04.07.2011 tarih ve 2011/02 Protokol numaralı Ahi Evran Üniversitesi Deney Hayvanları Etik Kurulu tarafından onay alındı. Çalışma aynı zamanda Ahi Evran Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından FBA-11-06 nolu proje kapsamında desteklenmiştir. Çalışmada hayvan materyali olarak (23.03.2012–25.03.2012 tarihleri arasında) Ceyhan nehri havzasında bulunan drenaj kanallarından 12 adet dişi ergin karabalık (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) türü kullanıldı. Hayvanlara deney esnasında Etik Kurulu'nda belirtilen hususlara göre muamele edildi. Karabalıklar doğal yaşam ortamından alınan grup (n=6) ve atmosferik ortamda 12 saat yaşatılan grup (n=6) olmak üzere iki gruptan oluşturuldu. Atmosferik ortamda yaşatılan balıklara doğal besin ve su temin edildi. *C. gariepinus* türü balıklar buz içerisinde laboratuvara getirildi, başları kesildi, karın boşluğuna ensizyon yapılarak iç organları çıkarıldı, derileri yüzüldü. Daha sonra solungaç, kas, ve beyin dokularındaki yağ asidi, kolesterol ve vitamin (ADEK) seviyesinin incelenmesi için laboratuvar ortamına alındı.



Şekil 16. *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)'un doğal yaşam ortamından alınması

3.3. KOLESTEROL ve ADEK VİTAMİNLERİNİN ANALİZİ

1. Kolesterol ve vitamin analizleri için 1 g doku örneği tartıldı ve 5 ml hekzan /izopropanol (60:40, v/v) karışımı ile 1 dakika süreyle homojenizatör cihazı ile homojenize edildi.
2. Doku homojenizatı 15 ml'lik santrifüj tüpler içerisine alınarak 4 °C de 10 dakika 6000xg'de santrifüj edilerek doku pelletinden ayrıldı. Süpernatant kısmın çözücüsü 45 °C'de uçuruldu, 1 ml asetonitril/metanol karışımı (50/50) ile çözülerek otosampler viallerine alındı ve HPLC cihazında analiz edildi.
3. Kolesterol ve ADEK vitaminlerinin analizinde mobil faz olarak % 60 asetonitril ve % 40 (v/v) metanol karışımı kullanıldı. Mobil fazın 1 dakikada akış miktarı 1 ml/dakika olarak belirlendi. Kolon sıcaklığı 35 °C de tutuldu.
4. Analiz sonucunda bulunan moleküllerin miktarı µg/g olarak hesaplandı.

3.4. LİPİDLERİN EKSTRAKSİYONU

Doku örneklerinde lipitlerin ekstraksiyonu Hara ve Radin metoduna göre yapıldı.

3.5. YAĞ ASİDİ METİL ESTERLERİNİN HAZIRLANMASI

1. Lipitler içinde bulunan yağ asitlerinin gaz kromatografik analizinin yapılabilmesi için metil esterleri gibi türevlerine dönüştürüldü.
2. Metil esteri türevlerini hazırlamak için hekzan/izopropanol fazı içindeki lipit ekstraktı 20 ml'lik deney tüplerine alındı. Üzerine 5 ml % 2'lik metanolik sülfirik asit ilave edildi, vorteks ile karıştırıldı. Karışım 55 C° lik etüvde 1 gece bırakıldı.
3. Tüpler etüvden çıkarılarak oda sıcaklığına kadar soğutuldu ve 5 ml % 5 lik sodyum klorür ilave edilerek karıştırıldı.
4. Oluşan yağ asidi metil esterleri 5 ml hekzan ile ekstrakte edildi ve hekzan fazı pipetle alınarak, 5 ml % 2 lik KHCO₃ ilave edilip fazların ayrılması için 1-2 gün bekletildi.
5. Daha sonra üst faz alınıp biyokimya tüplerine konularak 30-37 C° 'de etüvde uçuruldu. 1 ml hekzan ile çözülerek 2 ml'lik ağzı kapaklı otosampler vialleri içine alınarak gaz kromatografisinde analiz edildi.

3.6. YAĞ ASİDİ METİL ESTERLERİNİN GAZ KROMATOĞRAFİK ANALİZİ

Lipit ekstrakt içindeki yağ asitleri metil esterlerine dönüştürüldükten sonra SHIMADZU GC 17 Ver. 3 gaz kromatografisi ile analiz edildi. Analiz sırasında kolon sıcaklığı 130-220 °C' de enjeksiyon sıcaklığı 240 °C ve dedektör sıcaklığı 280 °C olarak tutuldu.

Taşıyıcı gaz olarak azot gazı kullanıldı. Analiz sırasında örneklere ait yağ asidi metil esterlerinin analizinden önce, standart yağ asidi metil esterlerine ait karışımlar enjekte edilerek (0.5-1 µl) her bir yağ asidinin alıkonma süreleri belirlendi. Bu işlemden sonra gerekli programlama yapılarak örneklere ait yağ asidi metil esterleri karışımlarının analizi yapıldı.

3.7. İSTATİSTİK HESAPLANMASI

İstatistiksel değerlendirmeler, SPSS 15.0 for Windows paket programı kullanılarak yapıldı. Gruplar arasındaki karşılaştırmalar için tek yönlü t testi uygulandı. Sonuçlar ortalama \pm standart sapma olarak ifade edildi ve $p < 0.05$ değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

4. BULGULAR ve TARTIŞMA

Yapılan bu deneysel çalışmada, doğal yaşam ortamlarından alınan dişi ergin karabalık (*Clarias gariepinus*, Burchell 1822) türlerinin, atmosferik ortamda 12 saat yaşatıldıktan sonra, solungaç, kas, beyin dokularındaki yağ asidi, kolesterol ve vitamin (ADEK) seviyelerinde meydana gelen değişimler araştırılmıştır.

4.1. SOLUNGAÇ DOKUSUNDAKİ BAZI YAĞ ASİTLERİNİN DEĞİŞİMLERİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Solungaç dokusundaki palmitik asit (16:0), stearik asit (18:0), oleik asit (18:1 n 9), araşidonik asit (20:4 n6) miktarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi ($p < 0,05$).

Linoleik asit (18:2 n6c), alfa-linolenik asit (18:3, n3), dokosapentaenoik asit (22:5,n3), dokosahekzaenoik asit (22:6n3) miktarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı gözlemlendi ($p < 0,05$). Diğer yağ asitlerinin miktarlarında ise kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$).

Tablo 3. Solungaç dokusunun yağ asidi bileşimi (%)

YAĞ ASİTLERİ	KONTROL	ATMOSFER	P DEĞERİ
Palmitik asit (16:0)	24,378 ± 0,4169	20,677 ± 2,3807^b	0,014
Palmitoleik asit (16:1 n7)	7,0641 ± 0,1635	7,7278 ± 1,3879	0,296
Stearik asit (18:0)	10,870 ± 0,2212	9,4231 ± 1,1321^b	0,035
Oleik asit (18:1 n 9)	24,838 ± 0,7235	20,8584 ± 1,5573^b	0,004
Linoleik asit (18:2 n6c)	5,2748 ± 0,4562	9,2036 ± 1,2885^a	0,003
Alfa-linolenik asit (18:3, n3)	1,1294 ± 0,7543	2,9036 ± 0,7462^a	0,026
Araşidonik asit (20:4 n6)	11,6427 ± 1,7093	7,6408 ± 0,8216^b	0,002
Eikosapentaenoik asit (20:5,n3)	3,4065 ± 0,2084	3,6221 ± 0,3657	0,264
Dokosapentaenoik asit (22:5,n3)	2,4129 ± 0,2869	3,5464 ± 0,418^a	0,002
Dokosahekzaenoik asit (22:6n3)	7,2108 ± 0,6638	8,8092 ± 0,97905^a	0,007

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir $p<0,05$.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir $p<0,05$.

4.2. KAS DOKUSUNDAKİ BAZI YAĞ ASİTLERİNİN DEĞİŞİMLERİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Kas dokusundaki stearik asit (18:0), araşidonik asit (20:4 n6), dokosahekzaenoik asit (22: 6n3) miktarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$).

Palmitoleik asit (16:1 n7), oleik asit (18:1 n9), linoleik asit (18:2 n6c), alfa-linolenik asit (18:3, n3), dokosapentaenoik asit (22:5, n3), miktarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı gözlemlendi ($p<0,05$). Diğer yağ asitlerinin miktarlarında ise kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 4. Kas dokusunun yağ asidi bileşimi (%)

YAĞ ASİTLERİ	KONTROL	ATMOSFER	P DEĞERİ
Palmitik asit (16:0)	21,785 ± 0,3984	21,736 ± 0,7854	0,782
Palmitoleik asit (16:1 n7)	4,6426 ± 0,4354	6,4580 ± 0,7146^a	0,0016
Stearik asit (18:0)	10,8111 ± 0,6941	8,8749 ± 0,7210^b	0,010
Oleik asit (18:1 n 9)	14,096 ± 0,7896	20,048 ± 1,3821^a	0,0047
Linoleik asit (18:2 n6c)	6,4389 ± 1,0574	12,853 ± 1,1268^a	0,0012
Alfa-linolenik asit (18:3, n3)	1,7074 ± 0,2726	3,7612 ± 0,6827^a	0,0028
Araşidonik asit (20:4 n6)	11,0701 ± 1,0412	8,3270 ± 0,489^b	0,002
Eikosapentaenoik asit (20:5,n3)	5,3146 ± 0,0726	5,0391 ± 0,8565	0,485
Dokosapentaenoik asit (22:5,n3)	3,1185 ± 0,1434	3,8903 ± 0,5164^a	0,031
Dokosahekzaenoik asit (22:6n3)	17,8421 ± 1,34918	11,7812 ± 1,4704^b	0,001

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir p<0,05.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir p<0,05.

4.3. BEYİN DOKUSUNDAKİ BAZI YAĞ ASİTLERİNİN DEĞİŞİMLERİ ve DEĞERLENDİRİLMESİ

Beyin dokusundaki stearik asit (18:0), oleik asit (18:1 n9), araşidonik asit (20:4 n6), dokosahekzaenoik asit (22:6 n3) ve dokosapentaenoik asit (22:5 n3) miktarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi (p<0,05).

Palmitik asit (16:0), palmitoleik asit (16:1 n7), linoleik asit (18:2 n6c) ve alfa-linolenik asit (18:3, n3) miktarlarının kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı

gözlendi ($p<0,05$). Diğer yağ asitlerinin miktarlarında ise kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 5. Beyin dokusunun yağ asidi bileşimi (%)

YAĞ ASİTLERİ	KONTROL	ATMOSFER	P DEĞERİ
Palmitik asit (16:0)	16,338 ± 0,5642	18,063 ± 0,5346^a	0.006
Palmitoleik asit (16:1 n7)	4,2615 ± 0,578	6,3876 ± 0,4773^a	0.0004
Stearik asit (18:0)	13,1552 ± 0,772	9, 3052 ± 0,9984^b	0,002
Oleik asit (18:1 n 9)	25,0336 ± 0,7527	21,6953 ± 1,47991^b	0,001
Linoleik asit (18:2 n6c)	3,7072 ± 1,466	7,3405 ± 1,0569^a	0,011
Alfa-linolenik asit (18:3, n3)	0,9396 ± 0,5579	2,7649 ± 0,7282^a	0,012
Araşidonik asit (20:4 n6)	4,588 ± 0,7151	3,5151 ± 0,452^b	0,020
Eikosapentaenoik asit (20:5,n3)	1,4033 ± 0,0042	1,3971 ± 0,00531	0,097
Dokosapentaenoik asit (22:5,n3)	2,351 ± 0,5071	1,0166 ± 0,7882^b	0,050
Dokosahekzaenoik asit (22:6n3)	15,1477 ± 1,981	10,269 ± 1,068^b	0,004

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir $p<0,05$.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir $p<0,05$.

4.4. SOLUNGAÇ DOKUSUNDAKİ ADEK VİTAMİNLERİ ile KOLESTEROL DÜZEYLERİ

δ -Tokoferol ve ergosterolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$). K1, K2 ve D2 vitaminlerinin, stigmasterol ve retinolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı gözlemlendi ($p<0,05$). Kolesterol, α -Tokoferol, β -Sitosterol, retinol ast ve D3 vitamininin kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 6. Solungaç dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değişimi

PARAMETRELER ($\mu\text{g/g}$)	KONTROL	ATMOSFER	P Değeri
Vitamin K2 ($\mu\text{g/g}$)	0,182 \pm 0,00519	1,9605 \pm 0,44217^a	0,0012
δ -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	1,8133 \pm 0,11935	0,5865 \pm 0,63707^b	0,007
D2 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,1835 \pm 0,00536	0,2170 \pm 0,20435^a	0,007
D3 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,278 \pm 0,0799	0,0417 \pm 0,3971	0,495
α -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	2,1273 \pm 0,05362	2,0042 \pm 1,90081	0,882
Ergosterol ($\mu\text{g/g}$)	2,0567 \pm 0,03502	0,4892 \pm 0,22731^b	0,0014
Vitamin K1 ($\mu\text{g/g}$)	0,0045 \pm 0,00138	0,2520 \pm 0,22424^a	0,043
Kolesterol ($\mu\text{g/g}$)	122,300 \pm 1,93907	84,0100 \pm 52,3162	0,128
Stigmasterol ($\mu\text{g/g}$)	5,7667 \pm 0,83844	15,8525 \pm 5,22291^a	0,003
β -Sitosterol ($\mu\text{g/g}$)	0,1417 \pm 0,03656	0,2337 \pm 0,17581	0,238
Retinol ($\mu\text{g/g}$)	0,2433 \pm 0,05750	0,5113 \pm 0,24442^a	0,035
Retinol ast ($\mu\text{g/g}$)	0,0050 \pm 0,00089	0,0120 \pm 0,01876	0,393

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir $p<0,05$.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir $p<0,05$.

4.5. KAS DOKUSUNDAKİ ADEK VİTAMİNLERİ ile KOLESTEROL DÜZEYLERİ

Ergesterolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi ($p<0,05$). Kolesterol, K1, K2, D2 ve D3 vitaminleri, stigmasterol, α -Tokoferol ve retinolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı gözlemlendi ($p<0,05$). δ -Tokoferol ve β -Sitosterolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p>0,05$).

Tablo 7. Kas dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değişimi

PARAMETRELER ($\mu\text{g/g}$)	KONTROL	ATMOSFER	P Değeri
Vitamin K2 ($\mu\text{g/g}$)	0,0504 \pm 0,00647	1,5225 \pm 0,1568^a	0,0026
δ -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	0,0047 \pm 0,00103	0,0045 \pm 0,00138	0,867
D2 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,0050 \pm 0,00141	0,2900 \pm 0,00012^a	0,0064
D3 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,0203 \pm 0,00781	0,0548 \pm 0,01619^a	0,011
α -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	1,1200 \pm 0,05154	2,7432 \pm 1,21835^a	0,024
Ergesterol ($\mu\text{g/g}$)	0,2618 \pm 0,03464	0,2068 \pm 0,00655^b	0,008
Vitamin K1 ($\mu\text{g/g}$)	0,0050 \pm 0,00063	0,1317 \pm 0,04227^a	0,001
Kolesterol ($\mu\text{g/g}$)	44,7850 \pm 2,70042	64,8267 \pm 7,54625^a	0,002
Stigmasterol ($\mu\text{g/g}$)	3,4150 \pm 1,2559	10,1042 \pm 3,42681^a	0,005
β -Sitosterol ($\mu\text{g/g}$)	0,1580 \pm 0,06250	0,1317 \pm 0,07834	0,601
Retinol ($\mu\text{g/g}$)	0,0717 \pm 0,02252	0,1195 \pm 0,02348^a	0,001
Retinol ast ($\mu\text{g/g}$)	0,0050 \pm 0,00063	0,0050 \pm 0,00063	0,001

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir $p<0,05$.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir $p<0,05$.

4.6. BEYİN DOKUSUNDAKİ ADEK VİTAMİNLERİ ile KOLESTEROL DÜZEYLERİ

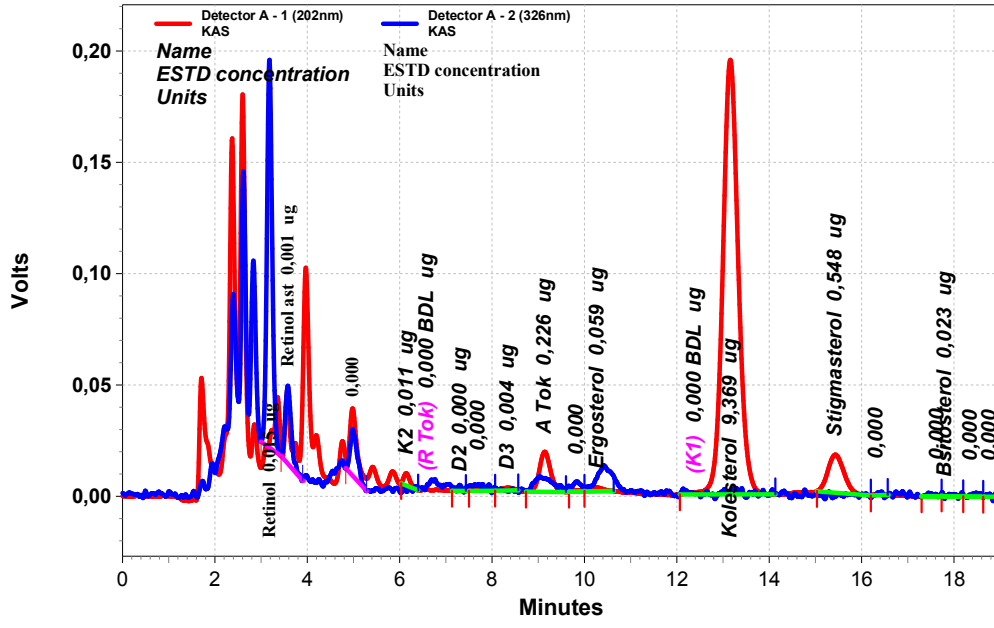
δ -Tokoferol, β -Sitosterol, ergosterol ve retinolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda azaldığı gözlemlendi ($p < 0,05$). D3 ve K1, α -Tokoferol, stigmasterolün kontrol grubuna göre atmosfer grubunda arttığı gözlemlendi ($p < 0,05$). Kolesterol, retinol ast, K2 ve D2 vitaminlerinin kontrol grubuna göre atmosfer grubunda herhangi bir istatistiksel farklılık gözlenmedi ($p > 0,05$).

Tablo 8. Beyin dokusundaki vitamin ve kolesterol miktarlarının değişimi

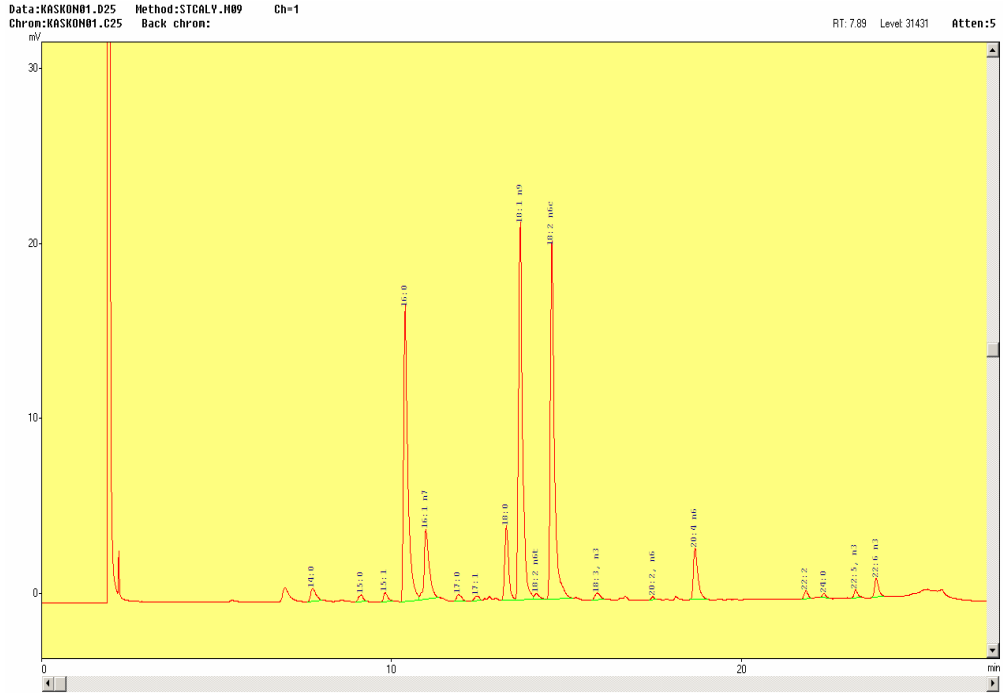
PARAMETRELER ($\mu\text{g/g}$)	KONTROL	ATMOSFER	P Değeri
Vitamin K2 ($\mu\text{g/g}$)	0,028 \pm 0,0018	0,078 \pm 0,08007	0,068
δ -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	0,037 \pm 0,0121	0,005 \pm 0,0001^b	0,043
D2 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,033 \pm 0,0163	0,005 \pm 0,00012	0,054
D3 Vitamini ($\mu\text{g/g}$)	0,004 \pm 0,0126	0,0182 \pm 0,0781^a	0,007
α -Tokoferol ($\mu\text{g/g}$)	1,171 \pm 0,1189	2, 331 \pm 0,2380^a	0,0019
Ergosterol ($\mu\text{g/g}$)	1,160 \pm 0,1081	0,476 \pm 0,1043^b	0,004
Vitamin K1 ($\mu\text{g/g}$)	0,0032 \pm 0,0016	0,2007 \pm 0,2355^a	0,038
Kolesterol ($\mu\text{g/g}$)	109,98 \pm 19,786	95,5233 \pm 1,9556	0,115
Stigmasterol ($\mu\text{g/g}$)	0,335 \pm 0,0219	2,563 \pm 0,2091^a	0,0014
β -Sitosterol ($\mu\text{g/g}$)	0,105 \pm 0,0047	0,026 \pm 0,01038^b	0,0019
Retinol ($\mu\text{g/g}$)	0,317 \pm 0,02317	0,1898 \pm 0,00895^b	0,0047
Retinol ast ($\mu\text{g/g}$)	0,0037 \pm 0,0130	0,004 \pm 0,00109	0,11

a, kontrol grubuna göre istatistiksel artışı ifade etmektedir $p < 0,05$.

b, kontrol grubuna göre istatistiksel azalışı ifade etmektedir $p < 0,05$.



Şekil 17. Kas dokusundaki kontrol grubu ADEK vitaminleri ve kolesterole ait HPCL kromatogramı



Şekil 18. Kas dokusundaki yağ asidi metil esterleri karışımına ait GC kromatogramı

5. SONUÇ ve ÖNERİLER

Afrika kedi balığı olarak da adlandırılan *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822), genel olarak tropikal bir balık olup ılık ve düşük oksijen içeren sularda yaşamaktadır (Adamek, 2002). Bu balıkların yılın büyük bir zamanında düşük oksijen kullanırken, yılın belli peryotların da sığ sulara veya karaya çıkarak atmosferik oksijeni kullanarak hayatlarını sürdürebilmeleri, fizyolojik olarak araştırma konusu olmuştur (Appelbaum, S., ve Kamler, E., 2000). Yağ asitleri, hayvan hücrelerinin metabolik sinyallerinde, membran komponentinde ve oksidatif olarak yakıt kullanımında fizyolojik olarak önem arz etmektedir (Magnoni, L., ve ark, 2008, Hulberth, A. J., 2007). Bu yüzden yağ asitlerinin dokulardaki kullanımı ve lipogenez veya lipolizi birçok işlemin gerçekleşmesinde önemlidir (Raclot, T., ve ark., 1999). Balıklarda yağ asit kompozisyonu ve dağılımı genel olarak alınan dietle ilişkili olduğu belirtilmektedir (Turchini, G. M., 2003).

Hemen hemen tüm tatlı su balıkları beslenme yoluyla alınan linoleik asiti (18:2 n6c), 20:4n-6 araşidonik asite (20:4 n6) ve alfa-linolenik asiti (18:3, n3), eikosapentaenoik asite (20:5,n3) ve sonrada dokosaheksaenoik asit (22:6n3)'e dönüştürebilme özelliğine sahiptir (Sargent, J. R., 2002). Balıklarda, yüksek dereceli doymamış yağ asitlerinin (EPA, DHA ve HUFA gibi) metabolizması sırasıyla delta-6 ($\Delta 6D$), delta-5 ($\Delta 5D$) desaturaz enzimi ve yağ asit zincirlerinin uzaması (elongasyonu) ile gerçekleşmektedir (Vagner, M., ve Santigosa, E., 2011, Angerer P ve Von Schacky, C., 2000). Daha önceleri yapılan çalışmalarda alabalık, sazan ve tilapia gibi tatlı su balıklarında $\Delta 6D$ ve $\Delta 5D$ enziminin varlığı gösterilmiştir (Tocher, D. R., ve ark, 2006, Owen, J. M., ve ark., 1975). Glencross, B. D., (2009) ve Tocher, D. R., (2010)'in yaptıkları çalışmalarda, üretimi yapılan veya doğal yaşam ortamında bulunan tatlı su balıklarında yağ asit kompozisyonunun, balık diyetlerindeki yağ asit kompozisyonu ve balık bünyesindeki HUFA biyodönüşüm metabolizması tarafından etkilendiği belirtilmektedir. Kyi, M. M., ve ark., (2011)'de kırmızı tilipia (*Oreochromis hybrid*) ve kedi balığında (*Clarias gariepinus*) $\Delta 6$ desaturaz enzim aktivitesini belirlemek için yaptıkları çalışmada linoleik asit desaturasyon yüzdesi ile $\Delta 6$ desaturaz aktivitesinin anlamlı bir sonuç olmamasına rağmen kırmızı tilipia balığında yüksek olduğunu gözlemlemişlerdir. Deniz

balıklarının aksine, tatlı su balıklarında esansiyel yağ asitlerinde desatüraz ve elongasyon daha geniş miktarlarda gerçekleşmektedir (Kanazawa, A., ve ark., 1979, Yamada, K., ve ark., 1980). Bu çalışma sonucunda herbivor beslenen kırmızı tilipia balığında $\Delta 6$ ve $\Delta 5$ desatüraz aktivitesi görülürken, oysaki omnivor kedi balığında yalnız $\Delta 6$ desatüraze gözlenmiştir. $\Delta 6$ desatüraz kaybı karnivorlarda olmaktadır (Rivers, J. P. W., ve ark., 1975). Esansiyel yağ asit gereksinimlerinin tatlı su ve deniz balıklarında farklı niteliklerde olduğu bilinmektedir. Tatlı su balıkları esansiyel yağ asit isteklerini α -linolenik (18:3, n3) ve linoleik asitten (18:2 n6c) karşılarken, deniz balıkları optimum büyümek için diyetlerinde daha çok yüksek dereceli doymamış yağ asitlerine (EPA, DHA ve HUFA) gereksinim duymaktadırlar (Kanazawa, A., 1985, Kyi, M. M., ve ark., 2011). Yapılan çalışmalarda düşük sıcaklığa bağlı olarak desaturaz ve elongasyon kapasitelerindeki değişimin yağ asitlerinin doymamışlık derecelerini arttırdığı rapor edilmiştir. Sıcaklık artışının tatlı su balıklarında $\Delta 6$ desatüraz aktivitesini azalttığı gözlenmiştir (Vagner, M., ve Santigosa, E., 2011, Ninno, R. E., 1979, Schünke, M., ve Wodtke, E., 1983). 14–15 °C tutulan Catfish (*Pimelodus maculatus*)’da oleik asit, LA, and α -LNA için desatüraz aktivitelerinin mikrozomal karaciğerde yükseldiği görülürken, 29-30 °C de tutulan balıklarda saptanmamıştır (Vagner, M., ve Santigosa, E., 2011, de Torrenge M. P., ve Brenner, R. R., 1976). Yapılan çalışmalar sonunda α -linolenik (18:3, n3) ve linoleik asit (18:2 n6c) miktarının tüm dokularda, oleik asit miktarının ise kas dokusunda arttığı görülmektedir ($p < 0.05$). Bu durum karabalığın diyetinde esansiyel yağ asitlerinden linoleik ve α -linolenik asit gereksinimlerinin büyük miktarda artmış olmasından ve sıcaklığın azalmasına bağlı olarak oleik asit, LA ve α -LNA ‘de desatüraz enzim aktivitelerinin yükselmiş olabileceğinden kaynaklandığı düşünülmektedir.

Buna bağlı olarak tatlı su balıklarında diyet için fazla gereksinim duyulmayan eikosapentaenoik asit (20:5,n3) miktarının tüm dokularda değişmediği, dokosahekzaenoik asit (22:6n3) miktarının ise solungaç dokusunda arttığı, ancak kas ve beyin dokusunda azaldığı görülmektedir ($p < 0,05$). Yapılan çalışmalarda *Clarias gariepinus* popülasyonlarının yumurtlama dönemlerinin yaz aylarında yüksek olduğu gözlemlenmiştir (Yalçın, Ş., ve ark., 2001). Dokosahekzaenoik asit (22:6n3) miktarının kas dokusunda azalmasının ($p < 0,05$) sebebinin bu yağ asidinin eşeysel

olgunluğuna erişen bireylerde kaslardan üreme organlarına aktarılmış olabileceğini düşündürmektedir (Özyurt, G., ve ark, 2006).

Doymamış yağ asitlerinin yapısındaki çift bağların havanın oksijeni ile reaksiyonu sonucu peroksit oksijeni yani aktif oksijen meydana gelmektedir (Kılınççeker, O., ve ark., 2003). Doymamış yağ asitlerinin oksidasyonunda şekillenen ilk ürünler peroksitlerdir. Oksidasyon değişik şekillerde olmakla birlikte, en önemlisi otooksidasyondur. Ancak oksidasyon mekanizması oksijen varlığı, sıcaklık, metaller, enzimler gibi çeşitli faktörlere bağlı olarak değişmektedir (Yapar, A., ve Erdöl, M., 1999). Otooksidasyon, atmosferik oksijenin katalizlediği tipik bir serbest radikal zincir reaksiyonudur (Nawar, W. W., 1996). Otooksidasyon çift bağa en yakın C atomundaki H' ler den birinin ayrılması ile başlar. Isı, ışık ve metaller H'nin ayrılmasını kolaylaştırır ve serbest radikal oluşur. Yağ zincirinden ayrılan H yerine ikinci basamakta moleküler oksijen bağlanır ve aktif peroksitler, hidro peroksitler oluşturur. Peroksitler dengesiz bileşiklerdir ve katalizör gibi etki ederek otooksidasyonun devamını sağlamaktadır. Yağ asitlerindeki çift bağ sayısı arttıka oksidasyon daha fazla görölmektedir (Megep, 2006). Balık yağları PUFA' lar bakımından zengin olduklarından kolayca oksitlenebilmektedirler (Yapar, A., ve Erdöl, M., 1999). Oksijen radikallerinin neden olduğu lipit peroksidasyonu sonucu balıklarda, karaciğer dejenerasyonu, anemi, antioksidan vitaminlerin tükenmesi, iskelet kası miyopatisi gibi semptomlar görölebilmektedir (Mourente, G., ve ark., 2007, Cowey, C. B., ve ark., 1984, Bell, J. G., ve ark., 1985).

Son araştırmalarda, PUFA diyetinin, sıcaklığın ve diğer antioksidanlar ile etkileşiminin tokoferol ile bağlantılı olduğu üzerinde yoğunlaşılmıştır. Bu nedenle balıklarda oksitatif hasar oluşumunu önlemek için diyetlerde tokoferol ilavesi arttırılmıştır ve dokularda PUFA isteğinin ve diyet seviyesinin arttığı gözlemlenmiştir (Watanable, ve ark., 1981, Cowey, C. B., ve ark., 1984). Balıkların beslenmelerinde yetersiz tokoferölü aldıkları zaman karaciğer ve kaslarında hızlı bir tokoferol kaybı olduğu, ancak göz ve beyinin nöral dokularında seçici olarak tutulduğu görölmüştür (Bell, J. G., ve ark., 2000). Tokoferollerin yağ metabolizmasındaki en önemli etkisinden birinin lipit peroksidasyon zincir

reaksiyonunu sonlandırarak PUFA peroksidasyonunu engellemesi olduğu bilinmektedir (Mourente, G., ve ark., 2007). Yaptığımız çalışmalar sonunda çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA)'nin tüm dokularda genel olarak yükseldiği ve değişmediği görülmektedir. Bu sonuca göre atmosfer oksijeni kullanan karabalığın dokularındaki yağ asitlerinin oksitatif strese karşı diyetlerindeki α - tokoferolün artmış olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Alfa tokoferol (vitamin E) hücrelerde bulunan yağda çözünen ana antioksidandır. Ana fonksiyonu membran fosfolipitlerinin peroksidasyonunun ve hücre membranlarının hasar görmesinin önlenmesidir (Çaylak, E., 2011). Yapılan deney sonuçlarında alfa tokoferolün solungaç dokusunda değişmediği ($p>0,05$), kas ve beyin dokusunda arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Alfa tokoferolün hem lipid antioksidanı olarak, hem de diğer antioksidanlarla etkileşime geçerek oksitlenmiş halinden kendi haline yeniden dönüşmesine imkan sağlaması açısından oldukça önemlidir. E vitamini yokluğunda hücrelerde doymamış yağ asitleri azalmaktadır. (Girgin, M., 2008).

Sıcaklık değişimlerine uyum sağlamada çoklu doymamış yağ asitleri (PUFA) önemli rol oynamaktadır. Su sıcaklığının giderek azalmasıyla çoklu doymamış yağ asitlerinin arttığı, sıcaklık arttığında ise daha düşük olduğu belirlenmiştir (Bulut, S., 2010, Farkas, T., 1984). Yaşam alanlarının daralması, sıcaklığın yüksek olması ve oksijen miktarının azalmasının balıklarda oluşturacağı stresin de çoklu doymamış yağ asitlerinin (PUFA) azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir (Bulut, S., 2010). Yapılan analiz sonuçlarına göre *Clarias gariepinus*' un dokularında çoklu doymamış yağ asit (PUFA) miktarında artış olduğu gözlemlenmiştir. Bu artışın karabalığın yaz aylarında özellikle gece saatlerinde atmosferik oksijeni kullanması ve besin miktarındaki artışın etkili olabileceği sonucuna varılmıştır.

Bulgulardan elde edilen sonuçlara göre kolesterol miktarının beyin ve solungaç dokusunda herhangi bir istatistik farklılık gözlenmezken ($p>0,05$), kas dokusunda kolesterol miktarının arttığı görülmektedir ($p<0,05$). Balıklarda yüksek veya düşük kolesterol düzeyleri yağ metabolizmasının bozukluğunu göstermektedir (Prunet, P.,

ve ark., 2008). Balık metabolizmasında kullanılan glikozun yağ asit oksidasyonu ile gerekli enerjinin sağlanması, balıklardaki kolesterol seviyesinin artmasına neden olmaktadır (Kori- Siakpere, D., ve ark., 2007).

Sonuç olarak; yapılan bu tezde elde edilen bilgilere göre, *Clarias gariepinus* türünün atmosferik ortamda canlılık göstermesi esnasında solungaç, kas ve beyin dokularında bulunan doymamış yağ asitlerinde azalma gözlenirken, özellikle çoklu doymamış yağ asit değerlerinin arttığı tespit edildi. Burada, hesaplanan değerlere göre doymamış yağ asit değerlerinin azalmasının oksijen ve ortam sıcaklığının farklılığından kaynaklandığı ve dolayısıyla bu yağ asitlerinin enerji metabolizmasında kullanıldığı düşünülmektedir. Atmosferik ortamda yaşatılan hayvanların dokularındaki çoklu doymamış yağ asit değerlerinin artmasının ise, yüksek oksijen miktarından dolayı desatürasyon sisteminde görevli enzimlerin fonksiyonlarının değişmesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Atmosferik ortamda bulunan hayvanlara ait dokulardaki yağda eriyen vitamin değerlerinde bazı değişimler hesaplandı. Bu durumun ise, hayvanın doğal yaşam ortamı dışında görülen beslenme bozukluğunun neden olduğu sanılmaktadır. Ayrıca; hayvanın doğal yaşam ortamı dışında bulunmasının, oksidatif stres oluşturduğu ve dolayısıyla da antioksidan enzim sisteminde anormalliklerin oluştuğu düşünülmektedir. Sonuçta, doğal yaşam ortamı ılık tatlı su balığı olan *Clarias gariepinus* türünün üreme periyodu esnasında oksijeni kullanmasında özellikle solungaçlarında bulunan yağ asit değerlerindeki değişim ile tolere ettiği ve biyokimyasal değişimler ile ortama geçişi olarak uyum sağladığı düşünülmektedir.

6. KAYNAKLAR

ADAM, B., 2000. Temel Biyokimya. ISBN: 975-591-128-6. Nobel Yayınları. Ankara.

ADAMEK, J., 2002. Effects of rearing of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) larvae at different stocking densities. *Komun. Ryb.* (5), 16-19.

ALPTEKİN, E., 2008. Atık Ağartma Toprağı Yağının Enzimatik Hidrolizi. İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

ALTAN, N., 2000. Biyokimya. ISBN: 975-7477-67-2. Palme Yay. Ankara.

ALTINIŞIK, M., 2006. Lipitlerin Yapısal ve İşlevsel Özellikleri. ADÜT Biyokimya AD.

ANGERER, P., VON SCHACKY, C., 2000. n-3 polyunsaturated fatty acids and the cardiovascular system. *Curr Opin Lipidol.* Feb;11(1):57-63.

APPELBAUM, S., KAMLER, E., 2000. Survival, growth, metabolism and behaviour of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) early stages under different light conditions. *Aquacultural Engineering* 22, 269-287.

ARIKAN, Ş., MUĞLALI, Ö. K., 1999. Bazı Çiftlik Hayvanlarının Üreme Fonksiyonları Üzerine β - karotenin Etkisi. Kırıkkale Üniversitesi Veteriner Fakültesi Kırıkkale. *Lalahan Hay. Araşt. Enst. Derg.*, 39 (2) 85-94.

ARTIK, N., POYRAZOĞLU, E. S., KONAR, N., HAKMAN, A. K., 2011. Gıda Bilimi ve Teknolojisi. Anadolu Üniversitesi. Web- Ofset tesisleri. Ekim, syf. 12.

ASI, T., 1999. Tablolarla Biyokimya cilt II lipid metabolizması sayfa 182. Ankara.

ASSULAPIA, 11. 10. 2012. Yağ Asidi ve Trigliserid Metabolizması.

Erişim: <http://www.assulapia.com/tus/tus27.pdf>.

ATAŞ, A., ÇAKMAK, A., SORAN, M., 2008. D Vitamin Metabolizması ve Rikets Hastalığı. Harran Üniversitesi Tıp Fakültesi, Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları, Pediatrik Endokrinoloji BD Şanlı Urfa. *Bakırköy Tıp Dergisi*;4:1-7.

AYDİLEK, N., 2002. Testeron ve E vitaminin tavşanlarda bazı pıhtılaşma faktörleri lipit peroksidasyonu ve lipit değerleri üzerine etkileri. Fırat Üniversitesi Veteriner Fakültesi Fizyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Elazığ.

BARNET, R., CHO, C. Y., SLİNGER, S. J., 1979. The requirement for vitamin D3 and relative biopotency of dietary vitamins D2 and D3 in rainbow trout. *J. Nutr.*, 109: xxiii.

BAŞARAN, A., GÜNEŞ, H. V., SOLAK, M., BAŞARAN, N., GÜLER, A. D. 2006. Tıbbi Biyoloji ve Genetik. Anadolu Üniversitesi. Web Ofset basılmış. S. 23.

BAYRAM, Y., TÜRKAY, C., 2009. Hepatik Osteodistrofi. Fatih Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Gastroenteroloji Bilim Dalı, Ankara. *Güncel gastroenteroloji* 13/3.

BAYŞU, N., 1979. Temel Biyokimya. F.Ü. Veteriner Fakültesi Yayınları. Elazığ.

BELL, J. G., COWEY, C. B., ADRON, J. W., SHANKS, A. M., 1985. Some effects of vitamin E and selenium deprivation on tissue enzyme levels and indices of tissue peroxidation in rainbow trout (*Salmo gairdnei*). *Br J Nutr* 53:149–157.

BELL, J. G., MCEVOY, J., TOCHER, D. R., SARGENT, J. R., 2000. Depletion of a-tocopherol and astaxanthin in Atlantic salmon (*Salmo salar*) affects autoxidative defense and fatty acid metabolism. *J Nutr* 130:1800–1808.

BEVAN, D. J., KRAMER, D. L., 1987. The respiratory behaviour of an air-breathing catfish, *Clarias macrocephalus* (Clariidae) *Canadian Journal of Zoology*, 1987, 65(2): 348-353, 10.1139/z87-054.

BİLGİN, Ş., ÜNLÜSAYIN, M. ve GÜLYAVUZ, H., 2001. Utilization of *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) according to different processing methods and determination of chemical components (in Turkish), *Turk. J. Vet. Anim. Sci.*, 25: 309- 312.

BİNGÖL, G., 1976. Lipidler. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayını No: 41.

BİNGÖL, G., 1977. Vitaminler ve Enzimler. Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Yayınları. No: 46.

BORTOLOTTI, G. R., NEGRO, J. J. SURAI, P. F., and PRIETO, P., 2003. Carotenoids in eggs and plasma of red-legged partridges: Effects of diet and reproductive output. *Physiological and Biochemical Zoology*. 76(3): 367-374.

BAYDAR, H., 2000. Bitkilerde Yağ Sentezi, Kalitesi ve Kaliteyi Arttırmada Islahın Önemi. *Ekin Dergisi*, 11: 50–57.

BROWN, D., 1988. Vitamin D requirement of juvenile channel catfish reared in calciumfree water. Diss. Abstr. Int. PT. B-Sci. & Eng., 48 (12).

BULUT, S., 2010. Seyitler Baraj Gölü'nde (Afyonkarahisar) Yaşayan *Carassius gibelio*'nun Kas Dokusundaki Yağ Asidi Kompozisyonunun Değişimi. Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü” *Gıda Teknolojileri Elektronik Dergisi*, 2010, 5(2) 69-75.

CHAMPE, P. C., HARVEY, R. A., 1997. Biyokimya. Nobel Tıp Kitapevleri ltd. şti. 2; 340.

CHAMPE, P. C., HARVEY, R. A., 2005. Yağ Asidi ve Triasilgliserol Metabolizması. Lippincott Williams & Wilkins, Baltimore, MD. 16, 179- 198.

CLAY, D., 1979. Sexual maturity and stream of the African catfish (*Clarias gariepinus*) with an observation on the spawning behaviour of the Nile catfish (*Clarias lazera*). *Zoological Journal of the Linnean Society*: 65 (4): 351-365.

CHRİSTİE, W. W., 1992, Reprinted. gas chroma-tography and lipids, a practical guide. The Oily Pres. Ayr, Scotland. 370.

COŞKUN, T., ÖZALP, İ., YURDAKÖK, M., 1999. İmmunonutrisyon. Coşkun T (editörler). *Pediatric Gelişmeler*. Ankara: 319-39.

COWEY, C. B., DEGENER, E., TACON, A. G. J., YOUNGSON, A., BELL, J. G., 1984. The effect of vitamin E and oxidized fish oil on the nutrition of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) grown at natural, varying water temperatures. *Br J Nutr* 51:443–451.

ÇAYLAK, E., 2011. Hayvan ve bitkilerde oksidatif stres ile antioksidanlar. *Tıp Araştırmaları Dergisi* : 9 (1) : 73-83. Sağlık Yüksekokulu, Biyokimya AD, Çankırı Karatekin Üniversitesi 18200, Çankırı/ Türkiye.

ÇELİK, E. Ş., BİLGİN, S., 2007. Bazı Balık Türleri İçin Kan Protein ve Lipidlerinin Standardizasyonu. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 23 (1-2) 215-229.

ÇELİK GÜZEL, E., 2007. Hipertiroidili Kadın Hastalarda Vitamin E Düzeyleri. Taksim Eğitim ve Araştırma Hastanesi. Aile Hekimliği Uzmanlık Tezi.

ÇELİKKALE, M. S., 1988. İçsu Balıkları ve Yetiştiriciliği. I. K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri ve Teknolojisi Yüksekokulu, Cilt: 1, Yayın no: 124, K.T.Ü. Basımevi, 419s., Trabzon.

ÇELİKKALE, M. S., 1994. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği. Cilt 1., K.T.Ü. Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Basımevi, Genel Yayın No: 124, 420 s., Trabzon. Sci., 1(6): 335 – 331.

DEMİRSOY, A., 1993. Yaşamın Temel Kuralları: Omurgalılar. Cilt III/ Kısım I, 2. Baskı, Hacettepe Üniversitesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Biyoloji Bölümü, Meteksan yayınları, 684 s., Ankara.

DE TORRENTO, M. P., BRENNER, R. R., 1976. Influence of environmental temperature on the fatty acid desaturation and elongation activity of fish (*Pimelodus maculatus*) liver microsomes. Biochim. Biophys. Acta 424, 36–44.

DERVİŞ, E., 2011. Oral Antioksidanlar. SB. Haseki Eğitim Hastanesi, *Dermatoloji Kliniği* ; 2(1) : 263-267.

DRİEDZİC, W. R., PHELGER, C. F., FIELDS, J. H. A., ve FRENCH, C., 1978. Alteration in energy metabolism associated with the transition from water to breathing in fish. *Can. J. Zool.*, 56, 730-735.

DİNÇ, M., 2001. Lathyrus Boisseri Sirj ve Lathyrus Laxiflorus Subsp Laxiflorus (Desf) O. Kuntz'un Yag Asidi Bilesenleri Bakımından Karşılaştırılması. Y.L.T. F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Elazığ.

DURMAZ BEKMEZCİ, H., 2010. Aşağı Seyhan Ovası Drenaj Sistemlerindeki Kirlilik Etmenlerinin *Clarias gariepinus*'da Toksik Etkileri. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Adana.

DJATMIKO, W. A., 18. 06. 2012. *Clarias gariepinus*.

Erişim: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Clarias_garie_080516_9146_tdp.jpg..

ERGENE, S., PORTAKAL, E., KARAHAN, A., 1999. Karyological Analysis and Body Proportion of Catfish (Clariidae, *Clarias lazera*, Valenciennes, 1840) in the

Göksu Delta, Turkey. Mersin University, Science and Art Faculty, Biology Department Çiftlik, Mersin-TURKEY. *Tr. J. of Zoology* 23, 423–426.

EKMEKÇİ, A., 2011. Lipoprotein Metabolizması. *Türkiye Klinikleri J Cardiol-Special Topics*; 4(1):1-7.

ERDEN, F., TANYERİ, P., 2004. Ülkemizde Vitamin ve Mineral Eklentilerin Akılcı Kullanımı. Kocaeli Ü. Tıp Fak. Farmakoloji AD, Kocaeli, cilt 13, sayı 11, 411.

ESEN, M., 24.09.2012. Lipit Metabolizması.

Erişim: <http://www.kimyam.net/2012/03/lipid-metabolizmasi.html>.

FARKAS, T., 1984, Adaptation of Fatty Acid Composition to Temperature-A Study on Carp (*Cyprinus carpio L.*) Liver Slices. *Comp. Biochem. Physiol.*, 79 B, 4, 531-535.

FİDANCI, U. R., 10.07.2012. Lipidler.

Erişim: <http://veterinary.ankara.edu.tr/~fidanci>.

GENÇ, M. A., YILMAZ, E., GENÇ, E., 2006. Yeme Eklenen Mannan-Oligosakkarit'in Karabalıkların (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) Gelişimine, Barsak ve Karaciğer Histolojisine Etkileri. Mustafa Kemal Üniversitesi, Su Ürünleri Fakültesi. *E.Ü. Su Ürünleri Dergisi*, 23, 37- 41.

GLENCROSS, B. D., 2009. Exploring the nutritional demand for essential fatty acids by aquaculture species. *Rev. Aquacult.* 1, 71–124.

GELDİAY, R., ve BALIK, S.,1996. Türkiye Tatlı su Balıkları. Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları No: 46, Ders Kitabı Dizini No: 16, 532 s.

GUPTA, B. B., PREMABATİ, Y., 2002. Differential effects of melatonin on plasma levels of thyroxine and triiodothyronine levels in the air-breathing fish, *Clarias*

gariepinus, during breeding and quiescent periods. North-Eastern Hill University, Shillong 793 022, India. *Gen Comp Endocrinol.* Dec;129(3):146-51.

GÜVENÇ, M., 2008. Resveratrol, Lipoik Asit ve Vitamin C'nin Tip-1 Diyabetli Sıçanların Karaciğer, Böbrek ve Eritrositlerinde Lipofilik Vitaminler, Kolesterol ve Yağ Asidi Bileşimi Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.

GÖZÜKARA, E. M., 1997. Biyokimya, Nobel Tıp Kitabevleri, 253-254.

GÜRBİLEK, M., 2011. Yağlar ve Gıda Katkı Maddeleri. Selçuk Üniversitesi, Meram Tıp Fakültesi, Tıbbi Biyokimya Anabilim Dalı, Konya. Ankara Sözlü Bildirimler.

GÜRCAN, Ü., 2001. Yağ Rafinasyonunda Oluşan Trans Yağ Asitlerinin incelenmesi.Y.L.T. S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Konya.

GÖKHAN, A., 1999. Vitaminler. Sürekli Tıp Eğitimi Etkinlikleri, Akılcı İlaç Kullanımı Sempozyumu, İstanbul, s: 45- 57, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi.

GÜNGÖR, K., 2003. Vitamin ve Minerallerin Diş Hekimliğindeki Önemi. G.Ü. Dişhekimliği fakültesi oral diaagnoz ve radyoloji bilim dalı, G.Ü. *Dişhekimliği fak. Derg.* 20(1): 51-56.

GİRGİN, M., 02.11. 2012. E vitamini.

Erişim: <http://www.bekircol.com/vitbiyokimya/powerpoint/mervee.pdf> .

HARA, R. A. and RADİN, N. S., 1978. Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent, *Analitical Biochemistry*, 90, 420-426.

HALLİWELL, B., CHİRİCO, S., 1993. Lipid peroxidation: its mechanism, measurement, and significance. *Am. J. Clin. Nutr.*, 57 [Supply], 715-25.

HECHT, T., WILSON, D., SOGELOOS, P., DE SOETE, G., 1996. Advances African Catfish Culture Technologies.

HEMRE, G. I., MANGOR-JENSEN, A., LIE, O., 1994, Broodstock nutrition in turbot (*Scophthalmus maximus*) effect of dietary vitamin E. *Fiskeridir. Skr., Ser. Ernaer.* 8, 21-29.

HULBERT, A. J., PAMPLONA, R., BUFFENSTEIN, R., ve BUTTEMER, W. A., 2007. Life and Death: Metabolic Rate, Membrane Composition, and Life Span of Animals. *Physiol. Rev.* 87, 1175–1213.

HUNT, A., ÖZKAN, F., ALTUN, T., 2004. Balıkların Üreme Performansı Üzerine Anaç Besinlerinin Etkisi, Ulusal Su Günleri. İzmir. *Türk Sucul Yaşam Dergisi.* Yıl:2, Sayı: 2, s: 525–531.

IP, Y. K., LAU, I. Y., WRONG, W.P., LEE, S. L., CHEW, S. F., 2005. The African sharptooth catfish *Clarias gariepinus* can tolerate high levels of ammonia in its tissues and organs during four days of aerial exposure. National University of Singapore, Kent Ridge, Singapore 117543, Republic of Singapore. *Physiol Biochem Zool,* Jul-Aug;78(4):630-40.

İMİK, H., COŞKUN, B., FİDANCI, H., AYTAÇ, M., 2000. Strese Maruz Bırakılan Ankara Keçisi Oğlaklarında E ve C Vitaminlerini Büyüme ve Immünite Üzerine Etkileri. *Turk J Vet Anim Sci,* 24, 51–58.

İŞBİLİR, S., 1997. Trigliserid'den Zengin Lipoproteinlerin Postprandial Klirensi ve Ateroskleroz ile İlişkisinin Değerlendirilmesi. Gülhane Askeri Tıp Akademisi. Uzmanlık Tezi.

JUREK, L., 12. 08. 2012. *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822).

Erişim: <http://www.biolib.cz/en/taxonomie/id154579/?taxonid=15726>.

KANTARCIOĞLU, A. S., YÜCEL, A., 2003. Terbinafin ile Flukonazol Kombinasyonunun *Candida Albicans* Köklerine Karşı İn Vitro Etkisi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Tıp Fakültesi, Mikrobiyoloji ve Klinik Mikrobiyoloji Anabilim Dalı, İstanbul. *Ünfeksiyon Dergisi (Turkish Journal of Infection)*; 17 (1): 71-75

KAYA, Y., DUYAR, H. A., ERDEM, M. E., 2004. Balık Yağ Asitlerinin İnsan Sağlığı için Önemi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi. Sinop Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Teknolojisi Bölümü, Sinop. E.U. *Su Ürünleri Dergisi*. Cilt/Volume 21, Sayı/Issue (3-4): 365-370.

KARACA, E., AYTAÇ, S., 2007. Yağ bitkilerinde yağ asitleri kompozisyonu üzerine etki eden faktörler, *OMÜ Zir. Fak. Dergisi*, 22(1): 123–31.

KALAYCIOĞLU, L., SERPEK., B., NİZAMLIOĞLU, M., BAŞPINAR, N., TİFTİK, A. M., 2006. Biyokimya. Ankara. Nobel Yayın Dağıtım.

KALAYCIOĞLU, L., SERPEK, B., NİZAMLIOĞLU, M., BAŞPINAR, N., TİFTİK, A. M., 1998. Biyokimya. ISBN: 975–0448–01–3500. S.Ü. Vet. Fak. Yayınevi Ünitesi. Konya.

KANAZAWA, A., TESHİMA, S. I., ONO, K., 1979. Relationship between essential fatty acid requirements of aquatic animals and the capacity for bioconversion of linolenic acid to highly unsaturated fatty acids. *Comp Biochem Physiol*; 63B:295-298.

KANAZAWA, A., 1985. Essential Fatty Acid and Lipid Requirement of Fish, in *Nutrition and Feeding of Fish* eds. C.B. Cowey, A.M. Mackie and J.G. Bell, pp: 281-298, London: Academic Pres.

KAYAHAN, M., 2003. Yağ Kimyası, ODTÜ Yayıncılık, Ankara.

KARA, Y., 2007. (*Salvia sclareae* L.) Misk Adaçayının Yağ Asitleri Kompozisyonları Üzerine Morfogenetik Değişimlerin İncelenmesi. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi Kimya Anabilim Dalı.

KILINÇÇEKER, O., KÜÇÜKÖNER, E., 2003. Tuzlanmış İnci Kefali (*Chalcalburnus tarichi*) Balığında Fiziksel, Kimyasal ve Biyokimyasal Değişimlerin Saptanması. Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, *Tarım Bilimleri Dergisi*, 13(1): 55-59.

KOLANCI, Ç., 2004. Temel ve Klinik Biyokimya. İstanbul. 192-193.

KORKUT, A. Y., HOŞSU, B., GÜLTEPE, N., 2002. Balıklarda Beslenmeye Bağlı Hastalıklar. E.U. *Journal of Fisheries & Aquatic Sciences*, Cilt; 19, Sayı; (3-4): 555–564.

KOMSUOĞLU, B., 1992. Hipertrigliseridemilerin Riski ve Tedavisi. KTÜ Tıp Fakültesi Kardiyoloji Ana Bilim Dalı, Trabzon. *Türk Kardiyol Dern. Arş.* 20: 264-272.

KORİ-SİAKPERE, D., ADAMU, K. M., MADUKELUM, I. T., 2007. Acute Haematological effect of Sub lethal levels of Paraquat on the African Catfish, *Clarias gariepinus* (Osteichthyes: Claridae). *J. Res. Environ.*

KÖKSAL, G., ŞEBER, N. G., TUTAR, S., 2007. Vitaminler ve Bağışıklık Sistemi Üzerine Olan Etkileri. *Clinic Pharmacy*.

KÜMELİ, 21.01 2012. Yağlar. Erişim: www.taylankumeli.com.

KYİ, M. M., RAJION, M. A., MENG, G. Y., DAUD, H. J. M., MUSTAPHA, N. M., 2011. Desaturase Enzyme Activity in the Red Tilapia (*Oreochromis hybrid*) and Catfish (*Clarias gariepinus*) *KKU Vet J Vol. 21 No. 2 July – December*.

LEHANE, A. M., MARCHETTÌ, R. V., SPRY, C., SCHALKWYK, D. A., TENG, R., KIRK, K., SALIBA, K. J., 2007. Feedback of pantothenate kinase regulates pantothenol uptake by the malaria parasite. *The Journal of Biological Chemistry*, 282(35): 25395–25405.

MORAES, G.; OLIVEIRA, M. A., ve RANTIN, F. T., (1996), The metabolic pattern changes of *Hoplias malabaricus* from normoxia to hypoxia conditions. *Rev. Brasil. de Biol.*, 56 : (2), 191-196.

MURRAY, R. K., 1990. Harper'in Biyokimyası. Barış Kitabevi. İstanbul.

MAGNONI, L., VAILLANCOURT, E., WEBER, J. M., 2008. High resting triacylglycerol turnover of rainbow trout exceeds the energy requirements of endurance swimming. *Am. J. Physiol. Regul. Integr. Comp. Physiol.* (in press).

MAYES, P. A., MURRAY, R. K., GRANNER, D. K., RODWELL, V. W., 1996. Harper'in Biyokimyası. Yağda çözünen vitaminlerin çatı ve işlevi. 24. Baskı. İstanbul: Barış kitabevi: 652-663.

MCCORKLE, F., TAYLOR, R., STINSON, R., DAY, J. E., ve GLICK, B., 1980. Effects of A Megalevel of Vitamin C on The Immune Response of the Chicken. *Poult. Sci.* 59, 1324-1327.

MEGEP, 2006. Lipitler. 01.11.2012.

Erişim: http://megep.meb.gov.tr/mte_program_modul/modul_pdf/541GI0007.pdf.

MONTGOMERY, R., CONWAY, T. W., SPECTOR, A. A., ve CHAPPELL, D., 2000. Biyokimya, Olgu Sunumlu Yaklaşım. Çeviri Edt. Altan, N., Palme Yayıncılık, Ankara.

MOURENTE, G., BELL, J. G., TOCHER, D. R., 2007. Does dietary tocopherol level affect fatty acid metabolism in fish? *Fish Physiol Biochem*, 33:269–280.

MUT, K., 2008. Saça Uygulanan Kozmetik Ürünlerde Sıvı Kristal Kullanarak Etkinliğin Artırılmasına Yönelik Çalışma. Mersin Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Farmasötik Teknoloji Anabilim Dalı. Yüksek Lisans Tezi. Mersin.

NARİN, G., 2003. Gölbaşı Gölü'nde (Hatay) bulunan (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) (Karabalık)'ın Büyüme ve Üreme Özellikleri. Mustafa Kemal Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü. Yüksek Lisans Tezi.

NAS, S., GÖKALP, Y. H., ÜNSAL, M., 2001. Bitkisel Yağ Teknolojisi. Pamukkale Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Matbaası, 322.

NAWAR, W. W., 1996. Lipids. In "Food Chemistry", O.R. Fennema (Ed), pp: 225-319. Marcel Dekker, New York.

NİNNO, R. E., DE TORRENTO, M. A. P., CASTUMA, J. R., BRENNER, R. R., 1979. Specificity of 5- and 6-fatty acid desaturases in rat and fish. *Biochim. Biophys. Acta*, 360, 124–133.

OLLILAİNEN, V., FİNGLAS, P. M., VANDEN, BERG, H., DE FRAİNDMONT GORTZ, I., 2001. Certification of B- grup vitamins (B1, B2, B6, B12)'in four food reference material. *J. Agric Food Chem*, 49:315-321.

ONAT, T., EMERK, K., 2002. Temel biyokimya 1. cilt. 409-496.

ONBAŞI, O., ONBAŞI, K., 2006. Suda Çözünen Vitaminler. *Türkiye Klinikleri J Int Med Sci* , 2(35): 24- 9.

OWEN, J. M., ADRON, J. W., MIDDLETON, C., COWEY, C. B., 1975. Elongation and desaturation of dietary fatty acids in turbot (*Scophthalmus maximus L.*), and rainbow trout (*Salmo gairdnerii Rich.*). *Lipids* 10 (9), 528–531.

ÖZYURT, G., POLAT, A., 2006. Amino acid and fatty acid composition of wild sea bass (*Dicentrarchus labrax*): a seasonal differentiation. *European Food Research and Technology*, 222, 316-320.

PRUNET, P., CAIRNS, M. T., WINBERG, S., ve POTTINGER, G. T., 2008. Functional genomics of stress responses in fish, *Fisheries Science*, 16(S1): 157-166.

RACLOT, T., ve OUDART, H., 1999. Selectivity of fatty acids on lipid metabolism and gene expression. *Proc. Nutr. Soc.* 58, 633-646.

RIVERS, J. P. W., SINCLAIR, A. J., CRAWFORD, M. A. 1975. Inability of the cat to desaturate essential fatty acids. *Nature (London)* ; 258:171-173.

SAATÇI, E., 24.09.2012. Lipit Biyosentezi (lipojenez).

Erişim: http://www.cilginbiyologlar.com/depo/sunular/lipojenez_ders.pdf..

SARIHAN, E., ve CENGİZLER, İ., 1997. Balık Anatomisi. Ç.Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Ders Kitabı, Adana. 126s.

SARGENT, J. R., TOCHER, D. R., BELL, J. G., 2002. The Lipids. İn: Halver, J.E., Hardy, R.W.,(eds) *Fish nutrition*, 3rd edn. Academic, San Diego, USA, pp. 182-257.

SAMUR, G., 2008. Vitaminler Mineraller ve Sağlığımız. Hacettepe Üniversitesi - Sağlık Bilimleri Fakültesi Beslenme ve Diyetetik Bölümü. Klasmat Matbaacılık.

SCHÜNKE, M., WODTKE, E., 1983. Cold-induced increase of Δ^9 - and Δ^6 -desaturase activities in endoplasmic membranes of carp liver. *Biochim. Biophys. Acta.*, 734, 70-75.

SNOW, C. F., 1999. Laboratory diagnosis of vitamin B12 and folate deficiency. *Arch Intern Med* ;159:1289-1298.

SPATARU, P., VİVEEN, W. J. A. R., ve M. GOPHEN 1987. Food composition of *Clarias gariepinus* (= *C. lazera*) (Cypriniformes, Clariidae) in Lake Kinneret (Israel), *Hydrobiologia*, 144, 77-82.

STETUSKOP, 09. 10. 2012. Lipitler, Yağ Asitleri, Trigliseritler, Keton Cisimleri, Fosfolipitler, Sfingolipidozlar, Kolesterol, Lipitlerin Taşınması. (Biyokimya-Yestus).

Erişim:<http://tr.scribd.com/doc/31849035/Lipitler-Ya%C4%9F-Asitleri-Trigliseritler-Keton-Cisimleri-Fosfolipitler-Sfingolipidozlar-Kolesterol-Lipitlerin-Ta%C5%9F%C4%B1nmas%C4%B1-Biyokimya-Yestus>.

ŞAMLI, H. E., ŞENKÖYLÜ, N., AKYÜREK, H., AĞMA, A., 2005. Doğal Pigmentlerin Yaşlı Tavuklarda Yumurta Sarısına Etkileri. Trakya Üniversitesi Tekirdağ Ziraat Fakültesi Zootekni Bölümü, *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*; 2 (3): 282.

ŞEKER, M. E., 2006. Türkiye de bulunan bazı üzüm türlerinin çekirdeklerindeki e-vitamini miktarının HPLC ile tayini. Celal Bayar Üniversitesi Yüksek Lisans Tezi.

ŞİMŞEK, A., KIRMIZI, S., MANAŞIRLI, M., ÖZYURT, G., 2009. Keserbaş (*Mullus barbatus*) ve Çizgili Barbun (*Upeneus moluccensis*)'un Mineral ve Vitamin İçerikleri. Çukurova Ü. Su Ürünleri Fakültesi, Avlama ve İşleme Bölümü, Adana.

TEKELİOĞLU, N., 1980. Çukurova Bölgesindeki Tatlı Su Kaynaklarında Bulunan Karabalıkların Doğal Koşullarındaki Bazı Vücut Özellikleri ve Yumurta Verimliliği ile Ç.Ü. Ziraat Fakültesi Balık Üretim Tesislerinde Yetiştirme Olanakları Üzerine Bir Araştırma. Ç.Ü. Zootekni ABD Doktora Tezi, Adana.

TEUGELS, G.,1986. A systematic revision of the African species of the genus *Clarias* (Pisces: Clariidae). *Annales Musee Royal de l'Afrique Centrale*, 247: 1- 199.

TEKELİOĞLU, N., 1996. İç Su Balıkları Yetiştiriciliği, Çukurova Üniversitesi, Su Ürünleri Yüksekokulu, 339-354.

TÜZÜN, C., 1997. Biyokimya, Palme Yayınları Mühendislik Serisi 126 Ekim. Ankara.

TAMER, İ., DABAK, R., TAMER, G., ORBAY, E., SARGIN, M., 2011. Hiperlipidemi. *Aile Hekimliği Dergisi*. Cilt 2 sayı 3.

TAMSER, M., 2006. Ovariectomize ve Diabetik Ratlarda E Vitamini ve 17- β Estradiolün Lipit Peroksidasyon Seviyesi ile Hematolojik ve Plazma Lipit Değerleri Üzerine Etkileri. Fırat Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Fizyoloji Anabilim Dalı. Doktora Tezi. Elazığ.

TOCHER, D., ZHENG, X., SCHLECHTRIEM, C., HASTINGS, N., DICK, J., TEALE, A., 2006. Highly unsaturated fatty acid synthesis in marine fish: cloning, functional characterization, and nutritional regulation of fatty acyl Δ 6 desaturase of Atlantic cod (*Gadus morhua* L.). *Lipids* 41 (11), 1003–1016.

TOCHER, D. R., 2010. Fatty acid requirements in ontogeny of marine and freshwater fish. *Aquac. Res.* 41, 717–732

TUFAN, G., 2006. Vitamin B12 Eksikliği ve Otonomik Disfonksiyon. Afyon Kocatepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı. Uzmanlık Tezi.

TUEKAM, T.D., MİLES, R. D., BUTCHER, G.D., 1994. Performance and Humoral Immunity Response in Heat-Stressed Broilers Fed an Ascorbic Acid Supplemented Diet. *J. of Applied Animal Research* : 6 (2): 121-130.

TURCHİNİ, G. M., GUNASEKERA, R. M., DE SİLVA, S. S., 2003. Effect of crude oil extracts from trout offal as a replacement for fish oil in the diets of the Australian native fish Murray cod (*Maccullochella peelii peelii*). *Aquac. Res.* 34, 697–708.

UYSAL, K., 2004. Gonad Olgunlaşması Esnasında Sudak (*Sander Lucioperca*) Balığının Ovaryum Ve Testislerinin Yağ Asidi Bileşimindeki Değişimler, *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7, 91-101.

ÜNLÜ, E., ERDEM, C., 2010. Deri Yaşlanmasında Korunma ve Tedavi Yöntemleri. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi, Dermatoloji Anabilimdalı, Ankara Dermatolozi ; 1(1) : 23 – 31.

VARLIK, C., 2004. Su Ürünleri İşleme Teknolojisi, İstanbul Üniversitesi Yayın No: 4465 Su Ürünleri Fak. No:7 ISBN: 975-404-715-4, 491 sayfa, İstanbul.

VAN HEESWIJK, J. C. F., VAN PELT, J., VAN DEN THILLART, 2005. Free Fatty Acid Metabolism in the Air-breathing African Catfish (*Clarias gariepinus*) during Asphyxia. Accepted for publication by *Comparative Biochemistry Physiology* 141A:15-21.

VAGNER, M., SANTIĞOSA, E., 2011. Characterization and modulation of gene expression and enzymatic activity of delta-6 desaturase in teleosts: A review. *Aquaculture* 315; 131–143.

YALÇIN, Ş., SOLAK, K., AKYURT, İ., 2001. Certain Reproductive Characteristic of the Catfish (*Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)) Living in the River Asi, Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, TUBITAK, 25:453-460.

YAPAR, A., ERDÖL, M., 1999. Buzdolabında Muhafaza Edilen Mezgıt (*Merlangius merlangus euxinus* Nord., 1840) Karaciğer Yağının Bazı Özelliklerinde Meydana Gelen Değişmeler. *Tr. J. of Veterinary and Animal Sciences*, 23; 333-336.

YAMADA, K., KOBAYASHI, K., YONE, Y., 1980. Conversion of linolenic acid to ω 3 highly unsaturated fatty acids in marine fish and rainbow trout. *Bull Jap Soc Sci Fish.*; 46:1231-1233.

YILMAZ İKİZOĞLU, Ö., KIRMAZ, C., KASIRGA, E., YÜKSEL, H., 2005. Pediatrie İmmünnütrisyon. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi, Pediatrik Gastroenteroloji Bilim Dalı, Manisa. *Astım Alerji İmmünoloji* ;3(3):148-157.

YURDAKUL, A., ATAV, R., 2007. Lipozomların Yapısı ve Sınıflandırılması. Tekstil ve konfeksiyon 4.

WATANABLE, T., 1990. Effect of broodstock diets on reproduction in fish. *Actes Colloq.-Ifremer*; 9, 542- 543.

WATANABLE, T., TAKEUCHİ, T., WADA, M., UCHARA, R., 1981. The relationship between dietary lipid levels and a-tocopherol requirement of rainbow trout. *Bull Jap Sci Fish* 47: 1463–1471.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, Adı : AKYILDIZ, Gülender

Doğum Tarihi ve Yeri : 10. 08. 1986, Mazgirt

e-mail : gulender_akyildiz@hotmail.com

Eğitim Derece Eğitim Birimi Mezuniyet tarihi

Lise Etimesgut Lisesi 2003

Lisans Ahi Evran Üniversitesi 2010

Fen- Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü

Yabancı Dil

İngilizce