

ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA) YAŞAYAN
CARASSIUS GIBELIO (GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞI) TÜRÜNÜN
GONAT GELİŞİMİ İLE İLGİLİ KAS DOKUSU YAĞ ASİT
BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Nilgün TAYKURT DEMİR

Yüksek Lisans Tezi

Biyoloji Anabilim Dalı

Haziran – 2009

ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA) YAŞAYAN *CARASSIUS GIBELIO* (GÜMÜŞİ HAVUZ
BALIĞI) TÜRÜNÜN GONAT GELİŞİMİ İLE İLGİLİ KAS DOKUSU YAĞ ASİT
BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Nilgün TAYKURT DEMİR

Dumlupınar Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Lisans Yönetmeliği Uyarınca
Biyoloji Anabilim Dalında
YÜKSEK LİSANS TEZİ
Olarak Hazırlanmıştır.

Danışman : Yrd. Doç. Dr. Kazim UYSAL

Haziran – 2009

KABUL VE ONAY SAYFASI

Nilgün TAYKURT DEMİR'in YÜKSEK LİSANS tezi olarak hazırladığı ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA) YAŞAYAN *CARASSIUS GIBELIO* (GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞI) TÜRÜNÜN GONAT GELİŞİMİ İLE İLGİLİ KAS DOKUSU YAĞ ASİT BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI başlıklı bu çalışma, jürimizce lisansüstü yönetmeliğin ilgili maddeleri uyarınca değerlendirilerek kabul edilmiştir.

...../...../2009

Üye : Prof. Dr. Kemal SOLAK

Üye : Yrd. Doç. Dr. Kazim UYSAL,

Üye : Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT,

Fen Bilimleri Enstitüsün Yönetim Kurulu'nun/...../..... gün ve sayılı kararıyla onaylanmıştır.

Prof.Dr.Atalay KÜÇÜKBURSA
Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ULUABAT GÖLÜ'NDE (BURSA) YAŞAYAN *CARASSIUS GIBELIO* (GÜMÜŞİ HAVUZ BALIĞI) TÜRÜNÜN GONAT GELİŞİMİ İLE İLGİLİ KAS DOKUSU YAĞ ASİT BİLEŞİMİNİN ARAŞTIRILMASI

Nilgün TAYKURT DEMİR

Biyoloji Bölümü, Yüksek Lisans Tezi, 2009

Tez Danışmanı: Yrd. Doç. Dr. Kazim UYSAL

ÖZET

Bu çalışmada; Uluabat Gölü'nde yaşayan Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) türünün kas dokusu yağ asidi bileşiminin gonat gelişimine bağlı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Araştırmada kullanılan cinsel olgunluğa erişmiş *Carassius gibelio* örnekleri Kasım, Aralık, Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında Bursa ili sınırları içinde bulunan Uluabat Gölü'nden yakalanmıştır. Ayrıca deneylerde kullanılan balıklar halkın gıda olarak tükettiği büyüklüktedirler. Gümüşü Havuz Balığı'nın kas lipitleri metanol ve kloroform ile ekstrakte edilmiştir. Yağ asidi metil esterleri ise gaz kromatografisi metoduyla analiz edilmiştir. Gümüşü Havuz Balığı'nın kas dokusunda en çok bulunan yağ asitleri; doymuş yağ asitleri (DYA) içinde palmitik (C16:0) ve stearik (C18:0) asitler, tek çift bağlı doymamış yağ asitleri (TÇBDmYA) içinde oleik (C18:1n9) ve nervonik (C24:1) asitler, çok çift bağlı doymamış yağ asitleri (ÇÇBDmYA) içinde de linoleik (C18:2n6), eikosapentaenoik (EPA, C20:5n3) ve dokosaheksaenoik (DHA, C22:6n3) asitlerdir. Kas dokununun DYA, TÇBDmYA ve ÇÇBDmYA oranları sırası ile %24.67–30.84; %15.89–30.76 ve %27.64–44.49 arasında değişmiştir. Toplam yağ asitleri içinde bulunan EPA+DHA miktarı ise %8.76 ile %34.64 arasında değiştiği tespit edilmiştir. n3 ÇÇBDmYA'nın n6 ÇÇBDmYA'ya oranı ise %2.67 ile %12.23 arasında değişim göstermiştir. Kış aylarında toplam DYA ve TÇBDmYA oranları kademeli olarak azalmasına rağmen ÇÇBDmYA özellikle de n3 ÇÇBDmYA oranları ise artış göstermiştir. Bu sonuç *Carassius gibelio*'nun kas dokusu yağ asit bileşiminin gonat gelişimi ve çevresel faktörlerden (özellikle su sıcaklığı) önemli derece etkilendiğini göstermektedir. Bu sonuçlar aynı zamanda *Carassius gibelio*'nun gıda değerinin soğuk kış aylarında daha iyi olduğunu da göstermektedir.

Anahtar kelimeler: *Carassius gibelio*, Gonat Gelişimi, Gümüşü Havuz Balığı, Uluabat Gölü, Yağ Asidi Bileşimi.

INVESTIGATION OF MUSCLE FATTY ACID COMPOSITION OF *CARASSIUS GIBELIO* (CRUCIAN CARP) IN ULUABAT LAKE (BURSA) WITH RESPECT TO GONAD MATURATION

Nilgün TAYKURT DEMİR

Department of Biology, M.S. Thesis, 2009

Thesis Supervisor: Assoc. Yrd. Doç. Dr. Kazim UYSAL

SUMMARY

In this study, the aim was to investigate muscle fatty acid composition of Crucian carp (*Carassius gibelio* Bloch, 1782) in Uluabat Lake with respect to gonadal maturation. *Carassius gibelio* which was at its sexual maturation, used in the experiment was caught from Uluabat Lake in Bursa at the months of November, December, February, April and May. The representative fish used in experiment were also in proper sizes for public consuming. Muscle lipid of Crucian carp was extracted with methanol and chloroform. Fatty acid methyl esters were analyzed by gas chromatography method. In the muscle of *Carassius gibelio*, palmitic (C16:0) and stearic (C18:0) acids in saturated fatty acids (SFAs), oleic (C18:1n9) and nervonic (C24:1) acids in monounsaturated fatty acids (MUFAs), linoleic (C18:2n6), eicosapentaenoic (EPA, C20:5n3) and docosahexaenoic (DHA, C22:6n3) acids in polyunsaturated fatty acids (PUFAs) were the most abundant fatty acids. Seasonal ranges of total SFAs, MUFAs and PUFAs ratios of muscle were 24.67-30.84%; 15.89-30.76%; 27.64-44.49%, respectively. The amount of EPA+DHA acids in total fatty acids varied from 18.76% to 34.64%. In the months of winter, while the ratios of total SFAs and MUFAs gradually decreased, the ratios of PUFAs, especially n3 PUFAs increased. The results indicated that muscle fatty acid composition of *Carassius gibelio* was significantly influenced from gonad maturation and environmental condition, especially water temperature. The results also showed that nutritional values of *Carassius gibelio* were higher in the cold months of winter.

Key words: *Carassius gibelio*, Gonad Maturation, Crucian Carp, Uluabat Lake, Fatty Acid Composition.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim süresince yol gösteren, bu çalışmanın tasarlanıp yürütülmesinde ve çalışmalarımın her aşamasında değerli bilgi ve desteğini esirgemeyen danışman hocam sayın Yrd. Doç. Dr. Kazim UYSAL'a, yağ ekstraksiyonu ve yağ asitlerinin analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Afyon Kocatepe Üniversitesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyesi Yrd. Doç. Dr. Sait BULUT'a, numunelerin temin edilmesinde ve yaş tayinlerinin yapılmasında yardımcı olan Osmangazi Üniversitesi Biyoloji Bölümü Arş. Grv. Dr. Özgür EMİROĞLU'na, istatistiki analizlerin yapılmasında yardım, bilgi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü Arş. Grv. Dr. M. Kasım ÇAYCI'ya ve yüksek lisans eğitimim süresince yardımcı olan Dumlupınar Üniversitesi Biyoloji Bölümü Öğretim Üyeleri ve araştırma görevlilerine sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Her koşulda kıymetli ilgi ve desteklerini esirgemeyen eşim Samed DEMİR'e, annem Sema TAYKURT'a ve babam Salim TAYKURT'a en içten sevgi ve saygılarımı sunarım.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
KABUL VE ONAY SAYFASI	iii
ÖZET	iv
SUMMARY	v
TEŞEKKÜR	vi
ŞEKİLLER DİZİNİ	ix
TABLolar DİZİNİ	x
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xi
1. GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Balıklarda Gonat Gelişimi Ve Üreme	3
2.1.1. Gonat gelişimini etkileyen faktörler	6
2.1.1.1. Beslenme	6
2.1.1.2. Sıcaklık	8
2.1.1.3. Fotoperiyot	8
2.1.1.4. Coğrafya	9
2.1.1.5. Yaş	9
2.1.1.6. Endokrin sistem	9
2.1.1.7. Bulanıklık	10
2.1.1.8. Kirlilik	10
2.1.2. Balıklarda üreme zamanı ve beslenme periyotları	10
2.1.2.1. Üreme zamanının tespiti	11
2.1.3. Gonat gelişimi, üreme ve yoğun beslenme periyotlarında balıklarda görülen kimyasal değişimler	11
2.2. Balık Yağının Genel Özelliği	11
2.2.1. Balık yağ asidi bileşiminin sucul ortama adaptasyonda önemi	15
2.2.2. Balık yağ asidi bileşimini etkileyen faktörler	15
2.2.2.1. Tür	15
2.2.2.2. Mevsim	16
2.2.2.3. Üreme	17
2.2.2.4. Coğrafya	18
2.2.2.5. Cinsiyet	18

İÇİNDEKİLER (Devam)

	<u>Sayfa</u>
2.2.2.6. Beslenme ortamı ve besin yapısı	19
2.2.2.7. Yaş	20
2.2.2.8. Su sıcaklığı	20
2.2.2.9. Doku farklılığı	20
2.2.3. Balık yağ asidi bileşiminin insan beslenmesinde önemi	20
2.3. İncelenen Balık Türünün Genel Özellikleri	27
3. MATERYAL VE METOD	29
3.1. Çalışma Alanı Ve Balıkların Temini	29
3.2. Kondisyon Faktörü (K)	31
3.3. Gonadosomatik İndeks (GSİ)	31
3.4. Yağ Ekstraksiyonu	31
3.5. Metilleştirme	31
3.6. Gaz Kromatografisi Özellikleri ve Analizler	32
3.7. İstatistik Analizler	32
4. BULGULAR.....	33
4.1. Çalışılan Aylarda Uluabat Gölü'nün Sıcaklık, pH Ve Çözünmüş Oksijen Değerleri	33
4.2. İncelenen Balıkların Bazı Biyometrik Özellikleri	33
4.3. İncelenen Balıkların Kondisyon Faktörü (K)	34
4.4. İncelenen Balıkların Gonadosomatik İndeks (GSİ) Değerleri	35
4.5. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimi Ve Değişimi	36
4.6. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam DYA ve Toplam DmYA Oranları	37
4.7. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam TÇBDmYA ve Toplam ÇÇBDmYA Oranları	38
4.8. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam n3ÇÇBDmYA, Toplam n6ÇÇBDmYA ve Toplam n9ÇÇBDmYA Oranları	39
4.9. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam EPA + Toplam DHA Oranları	40
4.10. İncelenen Balıkların Toplam n3ÇÇBDmYA / Toplam n6ÇÇBDmYA Oranları	41
5. TARTIŞMA VE SONUÇ	42
KAYNAKLAR DİZİNİ	48

ŞEKİLLER DİZİNİ

<u>Sekil</u>	<u>Sayfa</u>
3.1. Uluabat Gölü Haritası	29
4.1. <i>C. gibelio</i> 'nun Kondisyon Faktörü (K) değerlerinin aylara göre değişimi	34
4.2. <i>C. gibelio</i> 'nun Gonadosomatik İndeks (GSI) değerlerinin aylara göre değişimi	35
4.3. <i>C. gibelio</i> 'nun Toplam DYA ve Toplam DmYA oranlarının aylara göre değişimi ..	37
4.4. <i>C. gibelio</i> 'nun Toplam TÇBDmYA ve Toplam ÇÇBDmYA oranlarının aylara göre değişimi	38
4.5. <i>C. gibelio</i> 'nun kas dokusunda bulunan Toplam n3ÇÇBDmYA, Toplam n6ÇÇBDmYA ve Toplam n9ÇÇBDmYA oranlarının aylara göre değişimi	39
4.6. <i>C. gibelio</i> 'nun kas dokusunda bulunan Toplam EPA + Toplam DHA oranlarının aylara göre değişimi	40
4.7. <i>C. gibelio</i> 'nun kas dokusunda bulunan Toplam n3ÇÇBDmYA/Toplam n6ÇÇBDmYA oranının aylara göre değişimi	41

TABLolar DİZİNİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
4.1. Uluabat Gölü'nün çalışılan aylardaki sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri	33
4.2. İncelenen balıkların bazı biyometrik özellikleri	33
4.3. <i>C. gibelio</i> 'nun kas dokusu yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi	36

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

<u>Simgeler</u>	<u>Açıklama</u>
C	Karbon
cm	Santimetre
g	Gram
l	Litre
mg	Miligram
ml	Mililitre
Σ	Toplam
<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
C8:0	Kaprilik Asit
C10:0	Kaprik Asit
C11:0	Andekanoik Asit
C12:0	Laurik Asit
C13:0	Tridekanoik Asit
C14:0	Miristik Asit
C14:1	Miristoleik Asit
C15:0	Pentadekanoik Asit
C15:1	cis-10-Pentadekanoik Asit
C16:0	Palmitik Asit
C16:1	Palmitoleik Asit
C17:0	Heptadekanoik Asit
C17:1	cis-10-Heptadekanoik Asit
C18:0	Stearik Asit
C18:1n9t	Elaidik Asit
C18:1n9c	Oleik Asit
C18:2n6t	Linolelaidik Asit
C18:2n6c	Linoleik Asit
C18:3n6	γ -Linolenik Asit
C18:3n3	Linolenik Asit
C20:0	Araşidik Asit

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ (Devam)

<u>Kısaltmalar</u>	<u>Açıklama</u>
C20:1	cis-11-Eikosenoik Asit
C20:2	cis-11, 14-Eikosadienoik Asit
C20:3n6	cis-8, 11, 14-Eikosatrienoik Asit
C20:3n3	cis-11, 14, 17-Eikosatrienoik Asit
C20:4n6	Araşidonik Asit
C20:5n3	cis-5, 8, 11, 14, 17-Eikosapentaenoik Asit (EPA)
C21:0	Heneikosanoik Asit
C22:0	Behenik asit
C22:1n9	Erusik Asit
C22:2n3	Dokosadienoik Asit
C22:6n3	cis-4, 7, 10, 13, 16, 19-Dokosaheksaenoik Asit (DHA)
C23:0	Trikosanoik Asit
C24:0	Lignoserik Asit
C24:1	Nervonik Asit
ÇÇBDmYA	Çok Çift Bağlı Doymamış Yağ Asitleri
DYA	Doymuş Yağ Asitleri
DmYA	Doymamış Yağ Asitleri
n3ÇÇBDmYA	Omega3 Grubu Çok Çift Bağlı Doymamış Yağ Asitleri
n6ÇÇBDmYA	Omega6 Grubu Çok Çift Bağlı Doymamış Yağ Asitleri
Ort	Ortalama
SH	Standart Hata
TÇBDmYA	Tek Çift Bağlı Doymamış Yağ Asitleri
TYA	Toplam Yağ Asitleri

1. GİRİŞ

Balıklar, insan beslenmesinde önemli olan proteinleri yüksek oranda içermesinin yanında gerekli olan vitamin ve mineralleri de bünyelerinde bulundururlar. Bununla birlikte balık etinin beslenme açısından önemini artıran en önemli özellik yapısında bulunan n3 grubu çok çift bağlı doymamış yağ asitleridir. Balık yağının trigliserit ve kötü kolesterolü düşürdüğü, iyi kolesterolü yükseltip kan pıhtılaşmasını azaltarak kalp krizinden ölüm oranını düşürdüğü saptanmıştır. Balık yağı beyin ve zekâ gelişimini artırır, depresyon, hafıza kaybı, şizofreni ve alzheimer gibi hastalıklara yakalanma riskini azalttığı gibi iyileşmesi yönünde de etki eder. Balık yağının kanserli hastalarda tümör büyümesini ve immun sisteme bağlı olan hastalıklara yakalanma riskini azalttığı ve hasta olanlarda iyileşmeyi arttırdığı da belirlenmiştir. Ayrıca balık yağının romatizmal hastalıklarda kireçlenmeyi hafiflettiği, esnek, pürüzsüz bir cilt oluşumunu sağlarken deri hastalarında yangı ve kaşıntıyı azalttığı, astım hastalarında nefes alma yeteneğini arttırdığı, obeziteyi azalttığı ve mide-bağırsak bölgesindeki hastalıklara iyi geldiği de saptanmıştır [1].

Lipitler balık vücudunda en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir [2]. Balığın türü, yaşı, cinsiyeti, vücut kısımları, yaşadığı coğrafik bölge, beslenme ortamı ve besin yapısı, suyun sıcaklığı ve kirliliği, mevsim, özellikle üreme mevsimi balığın yağ asidi bileşiminde çok büyük değişikliklere sebep olmaktadır [1-8]. Balık yağ asidindeki en belirgin değişim üreme evresinde görülmektedir. Balıklar üreme evresi öncesinde gonatların gelişimi için büyük miktarda enerjiye ihtiyaç duyarlar ve bu enerjinin önemli bir kısmının da yağlardan sağlandığı yapılan araştırmalar sonucunda tespit edilmiştir [9, 10]. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı yıl boyunca besinin bol bulunduğu zamanlarda balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilirler ve gonatların gelişimi esnasında ihtiyaç duyulan yağ asidi depo lipitlerinden biyosentez yoluyla sentezlenip gonatlara taşınırlar [3, 9, 11, 12, 13]. Ayrıca balıkların ve diğer sucul canlıların yağ asit metabolizmalarını ayarlayarak habitatlarına uyum sağladıkları ve düşük sıcaklıkta uzun zincirli yağ asitlerinin artmasıyla hücre zarı geçirgenliğini ve viskozitesini korumasında kullandıkları yapılan araştırmalar sonucunda saptanmıştır [5, 14, 15].

Bu tezin yapılmasındaki amaç, ülkemizin önemli iç su balıkçılık alanlarından biri olan Uluabat Gölü'nden bolca avlanan Gümüşi Havuz Balığı (*Carassius gibelio*)'nın kas dokusu yağ asidi bileşiminin mevsimsel olarak gonad gelişimi ile ilgili nasıl değişime uğradığının araştırılmasıdır. Böylece balığın hem gonad gelişim dönemindeki yağ asit metabolizmasındaki

değişimler tespit edilecek hem de çalışılan dönemlerde *C. gibelio*'nun n3ÇÇBDmYA'lar ile ilgili olarak besin değeri belirlenmiş olacaktır.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Balıklarda Gonat Gelişimi Ve Üreme

Balıklarda ovaryumlar genellikle bir çift bez halinde olup granüllü bir görünüme sahiptir ve hava kesesi bulunan balıklarda bu keseye yapışık vaziyette yer alırlar. Yumurtlama mevsimi yaklaştığında ovaryumların iriliği giderek artar ve visceral boşluğu doldururlar. Büyüklük ve ağırlıkları türlere göre değişmekle beraber, olgun oldukları zaman balık ağırlığının %25'i kadar olabilirler. Genellikle üreme mevsimi yaklaşmış olan ergin bir balıkta ovaryumlar açık sarı veya kahverengimsi bir renk alır, taneli bir görünüş kazanır ve yüzeyinde bol miktarda kılcıl kan damarları bulunur. Olgunlaşmış olan yumurtalar gözle ayırt edilebilecek kadar belirginleşmiş olurlar. Ovaryumda gelişen yumurtalar genellikle oviduct (yumurta kanalı) denilen bir boru ile vücut dışına atılırlarsa da bazı balıklarda (örneğin, *Anguillidae* ve *Salmonidae* familyalarında ve *Cyclostomata* grubunda) yumurta kanalı tamamen körelmiş olup, yumurtalar ve spermiler sadece kanalsız bir delikten dışarı atılabilirler. Testisler ise, erkek üreme organları olup, genellikle bütün tatlısu balıklarında çifttir. Büyüklükleri üreme mevsimiyle ilgili olarak çok değişir. Ergin haldeki bir balıkta, üreme mevsiminde testislerin rengi beyazımsı olur, granülsüz düz bir görünüm arz eder ve üzerinde kılcıl kan damarları da görülmez. Ağırlıkları ise ovaryumlara nazaran daha az olup, balık ergin halde iken en çok vücut ağırlığının %12'si kadar olabilirler [16].

Tatlısu balıklarının çoğu ovipar (yumurta ile çoğalan) karaktere sahiptir. Ovipar balıklarda döllenme haricidir. Yani dişinin ve erkeğin suya bıraktığı yumurta ve spermiler su içerisinde döllenir, bunun için de böyle formlarda çiftleşme organları gelişmemiştir. Balıklarda spermiler çeşitli şekillerde olabilirlerse de genel yapıları diğer omurgalılarınkine çok benzer. Nadir bir olay olmakla beraber, bir tatlısu balığı olan *Gambusia* cinsinde döllenme dahili olduğundan, özellikle erkek bireylerinde, çiftleşme organı olarak anal yüzgeç modifiye olmuştur ve yüzgecin bir kısmı memelilerdeki gibi penis görevini yapmaktadır. Ancak, *Gambusia*'da görülen bu yarı doğurma hali, hiçbir zaman memelilerdeki doğurmaya benzemez. *Gambusia*'da plasenta mevcut olmayıp iç döllenme ile meydana gelen zigot, yumurtanın vitellüs maddesiyle beslenir. Fakat yumurtanın açılması, anaç balığın vücudu içerisinde olduğu için, yavrular kloak boşluğundan dışarı atılırlar. Bu nedenledir ki, *Gambusia*'da görülen üreme tarzına viviparlık değil, ovoviviparlık denebilir [16].

Döllenmesi harici olan balıklarda, döllenmiş yumurtanın gelişmesi yani kuluçka dönemi su içinde ve bırakıldığı yerde gerçekleşir. Embriyonik gelişim sırasında genellikle şeffaf olan yumurtanın içindeki larvalar, çıplak gözle dışarıdan rahatlıkla izlenebilirler [16].

Yumurta sayısı balık türüne göre oldukça değişmektedir. Örneğin, tatlısu formlarından Acı Balık (*Rhodeus*)'ta yumurta sayısı 40–100 arasında iken, bir Mersin balığı olan *Acipenser sturio*'da bir defada 3 milyondan fazla yumurta bırakılmaktadır. Balıkların bu kadar fazla yumurta bırakmaları kendi nesillerinin devamlılığı için gereklidir. Zira dişi balığın bıraktığı yumurtaların büyük bir kısmı diğer karnivor hayvanlar tarafından yenilir, bir kısmı da suların içinde döllenmeyerek çürüyüp kaybolur. Bu sebepten, bırakılan yumurtanın duruma göre %60-70'i telef olur, ancak %30 kadarı açılarak yavruları meydana getirir. Yumurtadan yeni çıkmış larvalar vitellüs keselerini absorbe etmeden önce, oldukça pasif davranışlı ve kendilerini korumaktan aciz olduklarından bu safhada iken de büyük bir kısmı diğer yırtıcılara yem olmaktan kendilerini kurtaramazlar. Ancak %10–20 civarında yeni neslin ebeveynlere ilavesi mümkün olmaktadır. Yukarıda verilen değerlerden de anlaşılacağı gibi, bırakılan her bir yumurtanın yavru verebilmesi, dolayısıyla hayatta kalma oranı oldukça düşüktür. Bu nedenledir ki balıkların yumurta ve sperm verimleri diğer hayvanlara nazaran çok daha fazla olmaktadır. Zira birkaç cins hariç (*Lebistes*, *Gambusia*), balıklarda döllenme haricidir. Bir türün yumurtaları ne kadar çok döllenir ve açılırsa, kuşkusuz o nispette yavru balık gelişir. Bunların da gelişerek ergin boya ulaşabilmeleri için düşmanlarının az ve çevre şartlarının uygun olması söz konusudur [16].

Balıklar, yumurtalarını genellikle ya dişi tarafından hazırlanan bir yuvaya veya sadece çukur bir zemin üzerine, su yosunları ve köklü su bitkileri üzerine ve çıplak taşlar üzerine bırakırlar. Tatlısu balıklarının çoğu, yumurtlamak için daima az derin suları tercih ederler. Yumurtlama yerleri ya hızlı akıntılı taşlık bir zon ya da vejetasyonca zengin durgun bir su ortamı olmaktadır. Tatlısu balıklarında, olgunlaşan yumurtaların tümü bazı türlerde bir defada bırakılırken (*Esox*, *Perca* ve *Rutilus*); çoğunda ise birkaç günlük aralıklar ile 2 veya daha çok defada bırakılmaktadır (*Tinca*, *Cyprinus*, *Alburnus*, *Blicca*, *Leuciscus* vb.) [16].

Genellikle şeffaf ve biraz da viskoz (yapışkan) karakterli olan balık yumurtaları eğer sudan daha ağır iseler, mukus maddesi sayesinde taşlar veya bitkiler üzerine yapıştırılırlar. Bazı formlarda ise (*Alosa* ve *Lota* gibi), tamamen serbest ve hafif olan yumurtalar, açılıncaya kadar su üzerinde yüzerler [16].

Balıkların çoğu yumurtalarını gelişigüzel suyun içine bıraktıkları halde, bazı formlar yumurtalarının başka balıklar ve diğer su hayvanları tarafından yenmelerini önlemek amacıyla, özel olarak yaptıkları yuvalara bırakırlar. Balık yuvaları ya hayvanın tercih ettiği bir barınaktan ibaret olabilir (kaya ve taşlar arasındaki kovuklar ve yarıklar, su bitkileri ve yosunlar arasındaki barınaklar) ya da Dikence balığında (*Gasterosteus aculeatus*) olduğu gibi yosun ve bitki kırıntılarıyla kendilerine özgü yuvalar kurarlar. Hakiki yuva kurma içgüdüğü olan bu balıkların büyük bir gayretle kurdukları bu yuvaya dişi tarafından bırakılan ve döllenmiş olan yumurtalar, erkek balık tarafından yavrular çıkıncaya kadar (yaklaşık olarak 15 gün) dikkatlice korunurlar. Erkek balık bu bekçiliği esnasında yuvanın içindeki suyu sirkülasyon yaptırmak amacıyla yüzgeçlerini de devamlı olarak hareket ettirir. Buna benzer şekilde yumurtaların erkek bireyler tarafından korunma içgüdüğü *Gobiidae* ve *Cichlidae* temsilcilerinde de vardır. Diğer taraftan, Acı balık (*Rhodeus*) cinsinde dişi balık olgunlaşan yumurtalarını uzunca bir ovipozitörü (yumurta bırakma borusu) sayesinde bir tatlısu midyesi olan *Anadonta* ve *Unio*'ların solungaç-manto boşluğu arasına bırakmak suretiyle az sayıda olan yumurtaların açılıncaya kadar emniyet altında bulundurulmaları için tedbir alınmaktadır [16].

Yavru balıklar embriyonik gelişmeleri esnasında vitellüs kesesi içindeki besin maddesiyle beslenirler ve yumurtadan çıktıkları zaman da bu kesenin bir kısmını yine karınlarında taşırlar. Bu kese onlara doğumdan sonra bir müddet daha besleyici besin maddesi temin etme bakımından önemlidir. Belirli bir süre sonra bu kese kendi kendine absorbe edilerek kaybolur gider. Bu absorpsiyon müddeti balıklar için türlere göre değişmekte olup, Sazanlar için 20 gün, Alabalıklar için ise 40–50 gün devam eder, hatta deniz Alası için (*Salmo salar*) bu süre daha da fazla olup, 70–120 gün kadar olmaktadır. Vitellüs kesesinin absorpsiyonu tamamlandıktan sonra küçük yavrular kendi besinlerini kendileri aramaya başlarlar. Bu çağdaki balıklar özellikle su içinde bol miktarda bulunan bitkisel ve hayvansal planktonik organizmalarla beslenmektedir. Yumurtadan yeni çıkmış bir balık larvası aşağı yukarı yumurta çapının üç katı boyundadır ve türe göre değişen pasiflik devresini geçirdikten sonra (şayet hava kesesi bulunan bir balığın yavrusu ise) hava keselerini doldurmak için suyun yüzeyine doğru tırmanırlar [16].

Balıklarda kuluçka süreci, türden türe çok değişik olur. Bu süre genellikle, suyun sıcaklığı ile çok yakından ilgili olup, suyun ısınmasıyla (belli sınırları aşmamak şartıyla) zıt orantılıdır. Bu nedendir ki, suyun ısısını yükseltmek veya düşürmekle, kuluçka müddetini kısaltmak veya uzatmak da mümkündür. Örneğin, *Salmo trutta*'nın kuluçka süresi 5°C de 82 gün iken, 10°C de 41 güne indirilebilmekte olup, döllenmiş olan yumurtaların açılabilmesi,

kuluçka süresince, alacağı toplam ısı miktarına bağlı olduğu anlamına gelmektedir. Bu da derece/gün orantısı olarak ifade edilmektedir. Örneğin, bu diğer Alabalık için 410°C/gün olduğu halde, Sazan balığı için 100°C/gün olarak hesap edilmiştir. Buna göre 20°C de bırakılan Sazan yumurtalarının kuluçka süresi $100/20=5$ gün olacaktır [16].

Yumurtalarını yeni dökmüş olan balıklar, genellikle gıda almak üzere avlanmamakta veya besin almamaktadır. Çünkü yumurtalarını döktükten sonra loğusa balık anlamında halsiz ve bitkin bir duruma düşmektedirler. Hatta bazı türlerde bu haldeki balıklara hasta balık nazarıyla bakılmaktadır [16].

Balık yavruları gelişme esnasında genellikle büyük değişimlere uğramazlar (Yılan balıkları, Dil balıkları ve Lampiriler hariç). Bu nedenle balık yavrularına larva demek pek doğru olmamaktadır. Zira besin keseleri hariç şekil itibarıyla tamamen ebeveynlerine benzemektedirler. Fakat yukarıda da belirttiğimiz gibi, Yılan balıkları (*Anguilla anguilla*) ile Lampri'lerin (*Lampetra fluviatilis*) Leptocephalus adı verilen yavruları aşağı yukarı 3 yaşına kadar ebeveynlerinden çok farklı olan hakiki bir larva safhası geçirirler. Diğer taraftan, bir tatlısu Pisi balığı olan *Pleuronectes flesus* türünde ise yavrular başlangıçta bilateral simetrik iken, uzun bir gelişimden sonra ebeveynlerde görülen asimetric durum ortaya çıkar. Bundan dolayı yumurtadan çıktıktan sonra, belli bir başkalaşma geçirerek ebeveynlerine benzeyen bu balıkların genç formları için larva tabiri kullanmak zorunlu olmaktadır [16].

2.1.1. Gonat gelişimini etkileyen faktörler

Balıklarda gonat gelişimi esnasında fizyolojik dengenin sağlanması için beslenme, sıcaklık, fotoperiyot, bulanıklık, kirlilik, yaş, coğrafik bölge ve endokrin sistem gibi faktörler etki etmektedir [4, 9, 17].

2.1.1.1. Beslenme

Balıkların üreme evresinden önce gonatların gelişimi için büyük miktarda enerjiye ihtiyaçları olduğundan protein, karbonhidrat ve lipide olan gereksinimi oldukça fazla olup bu enerjinin ise yağlardan sağlandığı saptanmıştır. Balıklar yeterli besin bulduklarında üremelerini ve yağ depo etme periyotlarını kontrol edebilmektedirler. Yağ depo etmeleri ortamdaki besin miktarına bağlıdır. Besinin az bulunduğu yerlerde yağ asidi değişimi yıl boyunca az, besinin bol olarak bulunduğu yerlerde ise yıllık değişim daha belirgindir [10]. Eğirdir Gölü'nde yapılan bir çalışmada ekolojik dengenin bozulması ve yem balıklarının yok denecek kadar azalması bunun da sudakların gelişimini olumsuz yönde etkilediği tespit edilmiştir [18].

Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir [11, 13]. Depolanan yağlar yalnızca üreme için kullanılmayıp açlık, göç ve büyüme durumlarında da kullanılırlar. Balıklarda üreme aktivitesi canlının biyokimyasal yapısı üzerinde önemli etkiye sahiptir. Bu süreçte dokulardaki protein ve lipit parçalanır ve gonatlara taşınır. Canlı ağırlıkta düşüş olabilir, fakat özellikle vücuttaki lipit rezervleri azalır. Hatta dişi damızlıklarda protein ve lipit kayıpları ve su muhteviyatındaki artış nedeniyle et kalitesinde önemli oranda düşme olduğu ve balık yaşlandıkça bunun daha da belirgin fark edildiği rapor edilmektedir [11].

Birçok balık türü için, özellikle dişilerde, anadrom balıkların tatlı sulara göçü esnasında besinsiz periyotta gonat olgunlaşması ve gonatların gelişimi büyük çapta lipit rezervlerinin mobilizasyonuna bağlıdır ve bu lipitlerin kaynağı ise balığın tükettiği besinlerdir [3, 12].

Yağlı balıklar lipitleri kas dokuda depo ederken yağsız balıklar lipitlerin çoğunluğunu karaciğer veya karın bölgesinde depo ederler, kas dokusu yağsızdır [4]. Ortamda bulunan besinde bir azalma olduğunda gonatların gelişmesi yavaşlar veya bazı balık türlerinde eşeyssel olgunluğa erişme gecikebilir [9].

Kuru ağırlığında %0.1, %1.5 ve %12.8 n3ÇÇBDmYA içeren yemlerle beslenen *Tisbe holotriane* yetişkinlerinde ve nauplileri üzerine yapılan bir araştırma sonucunda araştırmacılar üreme performanslarını mukayese ettiklerinde yüksek n3ÇÇBDmYA konsantrasyonuna sahip diyetle beslenenlerden daha iyi sonuç alındığını açıklamışlardır [11].

Scallop (*Pecten maximus*)'lar üzerine yapılan bir çalışmada farklı yem kaynaklarının kullanılmasının gonat kompozisyonunu ve üreme performansını etkilediği özellikle 20 ve 22 karbonlu (C22:6n3, C20:4n6, C20:5n3) yağ asitlerinin diyetlerde bulunmasıyla gametogenesis ve embriyogenesisde rol aldıklarını vurgulamışlardır [11]. Yapılan bir çalışmada, izmarit balıklarının dişi ve erkek bireylerinin yumurtlama sonrası dönemde fazla beslenmeleri nedeniyle Mayıs ayından itibaren Haziran'a kadar olan dönemde önemli derecede bir artış gösterdiği belirlenmiştir. Her iki eşey için de Şubat'tan itibaren Mart ayına kadar besinlerin büyük bir çoğunluğunun üreme hücrelerinin yapımında kullanıldığı saptanmıştır. Mart ayında yumurtlama başlayarak, karın boşluğunun boşalması nedeniyle beslenme hızında bir artış gözlenmiştir [19].

2.1.1.2. Sıcaklık

Sıcaklık, suların biyolojik yapısı ve fizikokimyasal değişiminde rol oynayan önemli bir fiziksel faktördür. Göl sularının sıcaklığı mevsimlere, gölün coğrafik konumuna, derinliğine, yüzey alanına, içinde erimiş haldeki madensel tuzlara ve absorbe edilen güneş ışınlarına bağlı olarak değişir [17].

Poikloterm olan balıklar ortam şartlarına göre vücut ısılarını ayarlayarak metabolik faaliyetlerini sürdürmektedirler [5, 14, 15]. Akvatik organizmaların belirli bir sıcaklığa toleransları olsa da her organizmanın kendine özgü gelişiminin en ideal bir tarzda gerçekleştiği bir sıcaklık derecesi mevcuttur. Optimum sıcaklık olarak isimlendirilen bu değer genellikle maksimal sıcaklık değerine daha yakın olarak görülür. Örneğin, sazangillerin ekserisinde maksimal sıcaklık 30°C civarında olduğu halde, optimal sıcaklık da oldukça yüksek olup 20-28°C'ler arasındadır. Görüldüğü üzere en iyi gelişmeyi sağlayan sıcaklık daima yüksek değerlerde bulunmaktadır. Zira metabolik faaliyetler, belli sınırları aşmamak şartı ile sıcaklık arttıkça hızlanırlar. Örneğin, sıcaklık 10°C artar ise, metabolik faaliyetlerin hızı da 2-3 katı artış göstermektedir bu nedenle çevre sıcaklığındaki artış ile balıkların gonat gelişimleri de artış gösterir [5, 14, 15, 17].

2.1.1.3. Fotoperiyot

Işığın canlı organizmalar üzerine olan etkileri oldukça fazladır. Her ekosistem içersinde, canlı elemanlardan ibaret olup üreticiler olarak isimlendirilen klorofilli bitkisel organizmalar genellikle fitoplankton grupları olarak adlandırılırlar ve bu organizmalar gıda zincirinin ilk halkasını teşkil ederler. Genellikle göllerde fotosentezin cereyan ettiği seviyenin 2-30 m arasında olduğu bilinmektedir. Bu da, klorofilli organizmaların ışık sayesinde organik maddelerin sentezini yapmakta olduğu, bu durumun ise canlılığın temeli olan primer produktivitenin esasını teşkil etmekte olduğu anlamına gelmektedir [16].

Besin zincirinin ilk halkasını oluşturan tek hücreli fitoplankton ve deniz alglerinden orijinleşen ve balıklar için esansiyel olan bu asitler, genellikle 5 ve 6 çift bağa sahiptirler. Balık yağlarında bulunan C18:3, C18:4, C20:3, C20:5, C22:5, C22:6 ve C25:6 yağ asitleri n3 grubu ÇÇBDmYA serilerindedir. Bu yağ asitlerinden C20:5, fitoplankton ve deniz bitkilerinde yüksek miktarda bulunur. Fitoplankton ve deniz alglerinin tersine karada yaşayan bitkiler, C20:5 ve C22:6'yı sentezleyemezler. Kara bitkileri de tohumlarında daha çok n6 grubu ÇÇBDmYA'larını sentezleme eğilimindedirler. Yalnız bu kara bitkilerinden *Linium usitatissimum* L., *Brassica spp.* L. ve *Glycina max.* L. türlerinin C18:2'li yağ asidini geniş

oranda sentezledikleri belirtilmiştir [20]. Bu esansiyel yağ asitlerinin yokluğunda balıkların yaşamaları ve üremeleri asla söz konusu değildir [21].

Işığın balıklar üzerine besinsel organizmaların üretimi dışında biyolojik ritimleri üzerine de büyük etkileri vardır. Zira çeşitli balık türlerinin ve hatta tek bir balık türünün bile çeşitli hayat devrelerinde ışığa olan ihtiyaçları çok farklıdır. Bilhassa üreme zamanında bazı organizmalar için fotoperiyodun büyük bir önemi olduğu bilinmektedir [16, 22].

2.1.1.4. Coğrafya

Balık türlerinde gonat gelişimi coğrafik bölgelere göre de değişmektedir. Bunun sebebi balığın yaşadığı coğrafyanın değişmesiyle suyun sıcaklığı, besin kompozisyonu, fotoperiyot, tür içi ve türler arası ilişkiler, turbidite ve kirlilik gibi ekolojik faktörlerin değişmesidir ve ekolojik faktörlerin değişimi gonat gelişimini yakından etkilemektedir [18].

Mugil cephalus balıkları üzerine yapılan bir çalışmada aynı zamanda farklı göllerden avlanılan aynı tür balıkların, lipit içeriğinin coğrafik bölgelere göre değiştiği saptanmıştır [6, 9].

Yapılan bir çalışmada Doğu Karadeniz ile Kuzeydoğu Akdeniz'deki Babadillimanı Koyu'nun ekolojik koşulları göz önüne alındığında, bu iki ortamın abiyotik koşulları itibariyle birbirlerinden tamamen farklı oldukları açıkça ortaya konmuş olup farklı ekolojik ortamlarda bulunan balık popülasyonlarının üreme dönemlerinin de farklı olduğu açığa çıkmış olmaktadır [19].

2.1.1.5. Yaş

Balıkların gonat gelişiminin olması için balığın eşeyssel olgunluk yaşına ulaşmış olması da etki etmektedir. Eşeyssel olgunluğa ulaşmamış bir bireyin gonatlarının gelişmesi beklenilmeyecek bir durumdur. Ancak Eğirdir Gölü'nde yapılan bir çalışmada ekolojik dengenin bozulması sudakların nesillerinin devamını sağlayabilmek için erken yaşlarda eşeyssel olgunluğa ulaşmaya yöneldikleri bildirilmiştir [18].

2.1.1.6. Endokrin sistem

Balığın türüne göre değişmekte olan ekolojik faktörlerin optimum şartları sağlandığında erkek ve dişilik hormonları gonatları oluşturmak ve olgunlaştırmak üzere harekete geçmektedirler [9].

2.1.1.7. Bulanıklık

Doğadaki sular hiçbir zaman tamamıyla saf değildir. Sular içindeki süspansiyon haldeki maddeler ortamın berraklığını kaybettirerek suyu bulanıklaştırır. Bulanıklık organizmaların beslenme ve üreme alanlarının dibe çöken partiküllerle örtülmesi nedeniyle öldürücü de olabilir veya hayatta kalma şansını azaltır. Turbiditenin yüksek oluşu güneş ışınlarının su içinde dağılımını etkiler. Işık şiddetinin azalması veya önlenmesi fotosentez yapan bitkisel organizmaları dolayısıyla diğer organizmaları etkileyerek verimliliği düşürür bu da gonat gelişiminde düşüklüğe sebebiyet verir [17].

2.1.1.8. Kirlilik

Göllerde ve akarsularda belirli oranlarda organik ve inorganik maddeler bulunur. Ancak ortamlara endüstriyel ve evsel kökenli kullanılmış atık suların karışması halinde sulardaki erimiş madde miktarı yükselir, oranı değişir. Bu olaylardan flora ve fauna elemanları bilhassa balıklar zarar görürler. Ölümlerin en önemli nedeni sulardaki toksik maddelerdir. Ayrıca kirli sularda oksijen yetersizliği nedeniyle yaşam sınırlanmıştır. Özellikle tarım ürünleri ve gıda sanayi atıklarında, evsel atık sularda fermantasyon sonucu oksijen sınırlı olduğundan bu sularda yalnızca mavi-yeşil algler ve bakteriler gibi belirli grup organizmalar yaşamaktadır. Kirli suların süspansiyon haline getirdiği katı artıkların zeminde birikmesi sonucu bu tip ortamlarda balıkların gıdasını oluşturan flora ve fauna elemanları gelişmez ve su giderek verimsiz hale dönüşür. Yapılan uzun araştırma ve gözlemler sonucu bazı organizmaların kirli sulara uyum gösterdiği saptanmıştır. Bazen kirli zonlara has canlılar temiz zonlardaki mikrohabitatlarda küçük miktarda rastlanabilir. Aynı şekilde kirlenmeye hassas türler kış ve ilkbahar aylarında (düşük sıcaklık, fazla oksijenin bulunduğu periyotlar) oldukça kirli zonlarda rastlanabilir. Ancak miktarları hiçbir zaman fazla değildir ve üremeleri zayıftır [17].

2.1.2. Balıklarda üreme zamanı ve beslenme periyotları

Gonatların gelişmeye başlamasıyla birlikte kas, karaciğer ve diğer dokulardaki depo lipitler gonatlara mobilize olmakta, gonatların lipit miktarı artarken kas ve karaciğer lipit içeriği de azalmaktadır. Ayrıca balıklar poikloterm canlılar olmaları nedeniyle beslenme olaylarında çevre sıcaklığı önemlidir [7, 10].

Bütün balıklar üreme periyodundan sonra, üreme faaliyetlerinde kaybettikleri kondisyonlarını tamamlamak için yoğun bir beslenme periyoduna girerler. Kışa ve üremeye hazırlık nedeniyle, yaz ve sonbahar aylarında metabolizma olayları daha hızlıdır. Yazın lipitlerin depo edilmeleri kış mevsimine hazırlık ve üreme faaliyetleri için gereklidir [7, 10].

2.1.2.1. Üreme zamanının tespiti

Balığın üreme sezonu gonadosomatik indeks değerinin hesaplanması ile belirlenmektedir. Bu hesaplamada $GSİ=(Gonat\ ağırlığı/Vücut\ ağırlığı) \times 100$ formülü kullanılır. GSİ değerinin en yüksek seviyeye ulaşması ile balık üreme dönemine girer ve üreme safhasının ilerlemesiyle GSİ değeri düşmeye başlar en düşük olduğu dönem üremenin tamamlanıp bittiği dönemdir [19].

2.1.3. Gonat gelişimi, üreme ve yoğun beslenme periyotlarında balıklarda görülen kimyasal değişimler

Mogan Gölü'nde (Ankara) yaşayan *Cyprinus carpio* L. 'nin kas dokusu yağ asitlerinin eşeye ve mevsime bağlı değişimlerinin araştırıldığı bir çalışmada her iki eşeyin kas dokusu yağ asidi bileşiminin kantitatif yönden farklı olmadığı tespit edilmiş olup, en fazla değişime uğrayan yağ asitlerinin uzun zincirli aşırı doymamış yağ asitleri olduğu gözlenmiştir. Bu değişimlerde gonat gelişimi ve üreme periyotlarının doğrudan etkili olduğu sonucuna varılmıştır [3, 9].

Yapılan bir çalışmada Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudak balıklarının kas, karaciğer ve gonatlarını toplam lipit, toplam yağ asidi içeriğinin mevsimsel değişimi araştırılmıştır. Bu çalışmada; kullanılan sudakların, üreme periyodundan sonra su sıcaklığının artmasıyla birlikte besin maddelerinin çoğalmasının ve balığın biyolojik ihtiyaçlarından dolayı yoğun bir beslenme periyoduna girmesi ile ağırlıklarının, toplam lipit ve toplam yağ asidi oranlarının arttığı tespit edilmiştir. Sudakların yağ asidi metabolizmasının çevre sıcaklığı, beslenme, gonat gelişimi ve üremeye bağlı olarak değiştiği bildirilmiştir [4].

2.2. Balık Yağının Genel Özelliği

Hücrelerin sentezlediği ve kullandığı organik bileşiklerin başlıcaları karbonhidratlar, proteinler, lipitler, nükleik asitler ve steroidlerdir. Bunların bazılarını hücrelerin yapısal bütünlüğünü sağladıkları, bazılarını hücrelerin işlev yapabilmesi için gereken enerjiyi sağladıkları, bazılarını ise hücre içinde metabolizmayı regüle etmekte büyük öneme sahip oldukları için gerek duyulmaktadır. Karbonhidratlar ve lipitler her hayat formunda ana enerji kaynaklarıdır ancak lipitler karbonhidrat ve proteinlere göre daha fazla enerji veren maddelerdir. 1 g yağın kalorimetrede yakılmasıyla 9.1–9.3 kcal elde edilirken, aynı miktarda protein ve karbonhidratın yakılmasıyla 4.1–4.3 kcal elde edilir. Lipidler iyi bir metabolik yakıt maddesi olmalarının yanı sıra hayvanlarda metabolik yakıtın taşınmasında da iş görürler. Diğer taraftan lipidler yüksek yapılı hayvanlarda iç dokuların destek maddesi olarak işlev yaptıkları gibi cilt

altında birikerek vücut sıcaklığının ayarlanmasında izolasyon maddesi olarak ve yağda eriyen vitaminlerin emilmesinde de görev alırlar. Lipidler aynı zamanda ökosanoid sentezinde de ön madde olarak fonksiyon göstermektedirler [4]. Lipitlerin canlılarda en önemli işlevlerinden biri ise, zar yapılarının temel bileşeni olmalarıdır [8, 9].

Canlı yapının temel bileşeni olan lipitler, organik moleküllerdir. Yapılarında karbon, hidrojen, oksijen ve nadir olarak da azot, kükürt ve fosfor elementleri bulunur. Karbonhidratlardaki karbon ve hidrojen miktarına oranla daha az oksijen içerirler. Lipitlerin yapısındaki elementler; primer ve sekonder alkol grupları, serbest ve esterleşmiş karboksil grupları, fosfat esterleri, amid ve amin grupları gibi birçok gruplar halinde şekillenmiştir. Lipitler suda çözünmeyip kloroform, eter ve benzen gibi polar olmayan çözücülerde çözünürler ve bu çözücülerin yardımı ile lipitleri dokulardan özütlemek mümkün olmaktadır [8, 9].

Lipitler basit ve bileşik lipitler olmak üzere iki ana gruba ayrılırlar. Basit lipitler hidroliz sonucu bir veya iki, bileşik lipitler ise üç veya daha fazla hidroliz ürünü verirler. Hem basit hem de bileşik lipitlerde hidroliz ürününün esas kısmını yağ asitleri oluşturur [4]. Yağ asitleri; karbon sayıları, yani zincir uzunluğu ve çift bağ sayısına göre birbirinden ayrılırlar. Yağ asitleri, başlıca doğal katı ve sıvı yağlarda esterleri halinde, plazmada ise bir transport şekli olan serbest yağ asidi olarak esterleşmemiş formda bulunurlar. Doğal yağlarda bulunan yağ asitleri genelde düz zincir türevleri olup 2 karbonlu birimlerden sentezlendikleri için çift sayıda karbon atomları taşımaktadırlar. Bu zincir doymuş yağ asidi (DYA), tek çift bağlı doymamış yağ asitleri (TÇBDmYA) ve çok çift bağlı doymamış yağ asitleri (ÇÇBDmYA) olmak üzere 3 ana gruba ayrılırlar. DYA ve TÇBDmYA insan ve hayvan vücudunda sentezlenebilmelerine rağmen bazı ÇÇBDmYA'lar (linoleik asit, α -linolenik asit) hayvan ve insanlardaki enzim eksikliği sebebiyle sentezlenemezler. Bitkilerle karşılaştırıldığında hayvan dokuları yağ asitlerini doymamış hale getirmede kısıtlı yeteneğe sahiptirler. Bu durum bitki kaynağından elde edilen belli ÇÇBDmYA'ların rasyonla alınımını zorunlu kılmaktadır. Söz konusu esansiyel yağ asitleri ökosanoid (C20) yağ asitlerinin oluşumunu başlatır ve ökosanoidler diye bilinen prostoglandinler linoleattan, tromboksanlar arşidonattan ve lökotrienler ise α -linolenattan sentezlenirler [23].

Balık yağlarının yapısına giren başlıca bileşenler, yağ asitleri, trigliseridler, fosfolipitler, waks esterleri, hidrokarbonlar, gliseril esterleri, eter lipitleri, plazmojenler ve vitaminlerdir [23]. Omurgalılar yağ asitlerinde son metil grubu ile dokuzuncu karbon atomu arasında çift bağ oluşturamaz. Sadece doymuş ve oleik asit (C18:1n9) gibi n9 yapısında TÇBDmYA'ları sentezleyebilirler. n3 ve n6 grubu yağ asitlerini sentezleyen ve birbirine dönüştüren enzimleri

bulundurmadığından bu temel yağ asitlerini sentezleyemezler. Ancak molekülün metil ucu değişmeksizin zincir uzaması (Elongation) ve doymamışlık derecesinin arttırılmasıyla (Desaturation) aynı gruba mensup daha uzun zincirli ÇÇBDmYA'ları sentezleyebilirler. Değişim her zaman karboksil ucunda olduğundan, karbon zincirinin metil ucuyla ilgili ilk çift bağ pozisyonu korunur [20, 24, 25].

Doğada doymamış yağ asitleri, n9, n6 ve n3 grubu yağ asitleri şeklinde olup bunlar oleik, linoleik ve linolenik olarak isimlendirilirler. Bütün deniz ürünlerinde bulunan ve diğer besinlerde bulunmayan iki önemli yağ asidi, EPA ve DHA, linolenik serisi n3 grubu yağ asitleridir. Bu iki yağ asidinin vücutta önemli biyokimyasal ve fizyolojik değişikliklere neden olduğu belirtilmektedir. Kara ve deniz canlılarının n3 grubu ÇÇBDmYA arasındaki farklılıklar zincir uzunluğu ve doymamışlık derecesi ile ilgilidir. Balık yağlarının en karakteristik özelliği uzun zincirli ÇÇBDmYA'lara sahip olmalarıdır. Balık yağlarındaki ÇÇBDmYA'ların zincir uzunlukları genelde 18 karbonun üzerindedir. Bitkisel ve hayvansal yağlarda zincir uzunluğu 18 karbonu geçen yağ asitleri miktarı %1–5 arasında iken balık yağında %25–33 arasındadır ve bu oran %50 ye kadar varabilir. Çoğu bitkisel yağlar yüksek miktarda ÇÇBDmYA içermesine rağmen bunların çoğu yalnızca 2 çift bağ içerir ve doymamışlık sınıflandırması bakımından n6 serisidir. Kara hayvanlarının yağları ise 4 çift bağa kadar bazı yağ asitlerini içerebilir, ancak DYA'ları yüksektir. Sadece su ürünleri 5 ya da 6 çift bağa sahip uzun zincirli yağ asitlerine sahiptir [1]. Özellikle n3 serisinden olan EPA (C20:5n3) ve DHA (C22:6n3)'lar balık yağına özgüdür. Balık yağları n6 grubu yağ asitlerinden daha çok n3 yapısındaki yağ asitlerini içerir. Bu özelliği ile balık yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlardan farklı besleme ve klinik özelliklere sahiptir [4].

Deniz ve tatlısu balıkları, yağ asitlerinin dönüşüm, sentez ve depo edilmelerinde aynı biyokimyasal mekanizmaları kullanırlar hatta diğer hayvan gruplarında da aynı şekilde olduğu saptanmıştır. Aynı zamanda bunlar, vücut içindeki öncü maddelerden biyosentez yoluyla veya besinsel kaynaklardan elde ettikleri yağ asitlerini DYA veya ÇÇBDmYA'lara dönüştürebilmektedirler. Balık yağına özgü olan EPA ve DHA'lar yalnızca yeşil yapraklarda ve alglerde sentezlenen ve birbirine dönüştürülebilir ve balığın esansiyel olarak dışarıdan aldığı linoleik (C18:2n6) ve linolenik (C18:3n3) asitlerden biyosentez yoluyla sentezlenebilir yağ asitleridir [9, 20, 24, 25, 26].

Balık larva ve yumurtaları farklı gelişim dönemlerinde yağ asitlerine enerji ve hücre oluşumunda ihtiyaç duymaktadırlar. Bu ihtiyaçta ya besinlerden ya da biyosentez yolu ile karşılanmalıdır [27]. Yapılan bir araştırmaya göre; Yumurtadan serbest yüzen larval döneme

kadar EPA ve DHA 'lar önemli derecede artarken; C16:0, C16:1, C18:0, C18:1, C20:4 yağ asitleri aynı gelişim dönemlerinde azalma göstermiştir. Ayrıca linolenik asit (C18:3n3) n3 gruplarının sentezinde kullanılmasına rağmen linolenik asidin miktarı sürekli bir biyosentezden dolayı düşmemiş, aksine artmıştır. Bu bulgular linolenik asitten EPA ve DHA 'ya bir dönüşümün olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bulgular daha sonraki çalışmalarla da desteklenmiştir [27].

Bugüne değin deniz ve tatlısu balıklarının lipit ve yağ asidi bileşenlerini inceleyen birçok araştırma, bu balıkların lipit ve yağ asitleri bakımından kalitatif olarak benzerlik, kantitatif bakımdan ise bazı farklılıklar gösterdiklerini ortaya çıkarmıştır [9]. Bu araştırmalarda, balıkların biyokimyasal mekanizma yollarının, diğer hayvan gruplarındakiyle benzer olduğu belirtilmiştir. Ancak tatlısu ve deniz balıklarında yağ asit tiplerinde belirgin bir farklılığın olduğu da saptanmıştır [8]. Tatlı su balıklarında 16–18 karbonlu, deniz balıklarında ise 20–22 karbonlu yağ asitleri daha çoktur. Tatlı su balıkları n6 grubu, deniz balıkları ise n3 grubu yağ asitleri bakımından daha zengindir [2].

Lipitler balık vücudunda en fazla değişime uğrayan biyokimyasal bileşiklerdir. Balıklarda yağ oranı %1'i geçtiğinde bir enerji deposu olarak görev yapar. Depolanan lipitlerin bir kısmı açlık, soğuk, hareket, üreme, büyüme ve uyku hali gibi değişik ihtiyaçlara göre gereken yerlere nakledilir [2]. Birçok balık türünde yağ depolarını, diğer omurgalılarıdaki gibi, trigliseridler oluşturur. Lipitlerin bir kısmı hücrenin temel yapısal parçası olarak görev yaparlar. Bu kısım balık dokusunun %1'inden daha azdır. Depo lipitleri olmayan bu kısım fosfolipitlerdir. Fosfolipitler, genellikle enerji rezervi olarak kullanılmaz. Bununla beraber kas dokusunda yağ depo etmeyen morina gibi yağsız balıkların uzun açlık periyotları esnasında fosfolipitlerin bir kısmını kullandıkları bildirilmiştir [4].

Balıklar genellikle kas dokunun yağ miktarına göre %2'den az yağlı olanlar yağsız, %5'ten fazla olanlar ise yağlı balık olarak sınıflandırılırlar. Balık etinde yağın büyük bir kısmı trigliseridler olarak bulunur ki, bu bileşikler 3 molekül yağ asidinin gliserolle yaptığı esterlerdir. Yağ asitleri, yağın doymuşluk derecesini gösteren farklı uzunluktaki karbon zincirlerinden oluşan trigliseridlerdir. Balık etinde yağın büyük bir kısmı trigliseritler olarak bulunur. Balık yağları genelde uzun zincirli ÇÇBDmYA'dan oluştuğundan ve serbest yağ asitlerini çoklukla bulundurduğundan sıvı yağlardır [28].

2.2.1. Balık yağ asidi bileşiminin sucul ortama adaptasyonda önemi

Biyologlar organizmaların çevrelerine karşı adaptasyon yetenekleri üzerine çalışmaya başladıklarında, organizmaların habitatlarına gösterdikleri adaptasyonda, hücre içeriğinde meydana gelen biyokimyasal değişimlerin çok önemli rol oynadıklarını saptamışlardır [8].

Balıklar poikloterm hayvanlardır, yani ortam şartlarına göre vücut ısısı değişen organizmalardır. Onun için tüm metabolik faaliyetlerde çevre sıcaklığının etkisi büyüktür. Yapılan çalışmalara göre, sıcaklığın yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Balıkların değişen sıcaklıkla yağ asit metabolizmasını düzenleyerek çevreye uyum sağladıkları ve bu şekilde yaşamlarını sürdürebildikleri tespit edilmiştir. Balıkların ve diğer sucul canlıların yağ asit metabolizmasını ayarlayarak habitatlarına uyum sağlamaları önemli bir adaptasyon stratejisidir. Bunda enzim sistemlerinin önemli rolü vardır. Ortamın sıcaklığında azalmanın oluşu, uzun zincirli ÇÇBDmYA'nın artmasına, DYA'nın da azalmasına neden olmaktadır. Bu özellik, düşük sıcaklıkta balıkların hücre zarı geçirgenliğini ve vizkozitesini korumasında gereklidir [5, 9, 14, 15]. Lipitler yüksek yapılı hayvanlarda iç dokuların destek maddesi olarak işlev yaptıkları gibi cilt altında birikerek vücut ısısının ayarlanmasında yalıtım maddesi olarak görev yaparlar. Soğuk suda yaşayan yunus balıklarının derilerinin hemen altında kalın bir yağ tabakası bulunur. Alt kütindeki yağ, erkeklerin derisinin sert tutulmasına yardım eder. Enerji kaynağı olarak kullanılabilen lipitler, poikloterm ve sıcakkanlı kara hayvanları ile poikloterm olan balıklarda aynı şekilde depo edilirler. Balıklarda karaciğer ve kas dokusu büyük oranda lipit depo eder. Bu nedenle karaciğer ve kas dokusu balıklarda adipoz doku ödevini de görmektedir. Ayrıca bazı balıklarda, barsak ve iç organlarda lipit depo ederler (Alabalık, Turna, Cod vb.) [8].

2.2.2. Balık yağ asidi bileşimini etkileyen faktörler

Balıklarda lipit ve yağ asidi bileşimi esas olarak türlere, mevsim ve aylara, özellikle üreme mevsimine, yaşa, eşeye, yaşadığı coğrafyaya, beslenme ortamına ve besin yapısına, su sıcaklığı ile vücut kısımlarına göre değişiklik göstermektedir [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8].

2.2.2.1. Tür

Yağ asidi metabolizması için mekanizma yolları aynı olmasına rağmen lipit içeriği ve yağ asidi bileşimi türler arasında farklılık göstermektedir [4, 11]. Denizlerimizde yaşayan ve besin olarak tüketilen 13 balık türünün toplam lipit ve toplam yağ asidi bileşimlerinin araştırıldığı bir çalışmada türler arasında oldukça farklılık olduğu tespit edilmiştir. Bu çalışmada toplam lipit içeriği en fazla sardalya balığında (%16.96), en az kılıç balığında

(%0.54) bulunmuştur. Görüldüğü gibi sardalya balığı kılıç balığından yaklaşık 30 kat daha yağlıdır. Balık dokusunda hiçbir kimyasal bileşik türler arasında bu kadar değişim göstermemektedir. Araştırmacının bulgularına göre; kılıç balığı en çok DYA içeren türdür. Kılıç balığında TYA bileşiminin %56.9'unu DYA oluşturmaktadır. Kas dokuda toplam TÇBDmYA'nın en fazla bulunduğu tür lüfer (%59.5), ÇÇBDmYA'nın en fazla bulunduğu tür ise hamsidir (%36,4) [29].

Yapılan bir çalışmada, Superior Gölü'nde yaşayan *Coragonus zenithicus*, *C. artedi*, *C. clupeaformis*, *Catostomus commersonii*, *Osmerus mordax*, *Lota lota*, *Salvelinus namaycush* ve *S. namaycush siscowet* türlerinin kas dokusu yağ asidi bileşimi incelenmiştir. Araştırmacılar türler arasında ÇÇBDmYA oranının %34.8–54.7, n3 grubu yağ asitleri oranının %24.1–37.6 ve n6 grubu yağ asitleri oranının %10.7–17.1 arasında değişim gösterdiğini bildirmişlerdir [30].

2.2.2.2. Mevsim

Balıkların karaciğer ve diğer organlarda lipit düzeyinde görülen mevsimsel değişimin, balıkların besininde ve su sıcaklığında meydana gelen düzensiz mevsimsel değişimler sonucunda oluştuğu belirtilmiştir [9, 11]. Ancak en belirgin değişimin üreme döneminde olduğu bildirilmiştir. Yapılan araştırmalar; balıklarda en çok mevsimsel değişime uğrayan yağ asitlerinin DmYA olduğunu, DYA'nın yıl boyunca çok değişmediğini göstermiştir [4].

Cyprinion macrostomus'un gonadal toplam lipit ve TYA içeriğinin mevsimsel değişiminin araştırıldığı bir çalışmada; araştırmacı, beslenmenin ve gonat gelişiminin iyi olduğu aylarda, hem toplam lipit hem de TYA oranının arttığını bildirmiştir. Ovaryumlarda toplam lipide göre TYA oranı en yüksek eylülde, en düşük ise mayısta bulunmuştur. Testislerin spermsiz olduğu aylarda toplam lipide göre TYA oranının diğer aylara göre önemli derecede düşük, spermlili olduğu aylarda ise yüksek olduğu tespit edilmiştir [8].

Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusu yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişiminin incelendiği bir çalışmada, araştırmacı genellikle toplam lipit oranının yüksek olduğu aylarda TYA oranının da yüksek olduğunu, dişi bireylerin kas dokusu TÇBDmYA oranının sonbahar ve kış mevsimlerinde ilkbahar ve yaz mevsimlerine oranla önemli derecede yüksek olduğunu saptamıştır. Bunun yanı sıra ÇÇBDmYA ve n3 grubu ÇÇBDmYA oranının ilkbahar mevsiminde maksimum seviyede olduğunu, yaz mevsimi sonunda da belirgin seviyede azaldığını bildirmiştir [23].

Sudak balıklarının erkek ve dişi bireylerinin karaciğer toplam lipit içeriğinin temmuz ayından itibaren kış aylarında düşmeye başladığı ve üremeden sonraya rastlayan mayıs ayında ise en düşük değere ulaştığı tespit edilmiştir [4].

2.2.2.3. Üreme

Balık yağ asidindeki en belirgin değişim üreme evresinde görülmektedir. Gamet oluşumu ve gelişimi için kullanılacak lipidin büyük kısmı üreme evresinden önce balık türüne göre kas, karaciğer ve karın gibi yerlerde depo edilmektedir [3, 13]. Eşey hücrelerinin oluşmasında ÇÇBDmYA'lara büyük gereksinim vardır ve bu yağ asitlerinin yetersiz olması kısırlığa neden olur. Eşeyssel olgunlaşma ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir [2, 7, 31, 32]. Karnivor balıkların besin bileşenlerinden enerji kaynağı olarak yararlanma önceliği yağlar, proteinler ve karbonhidratlar şeklindedir. Omnivor ve herbivor balıklar ise karbonhidrat, protein ve yağları verilen sıraya göre enerji kaynağı olarak etkili bir şekilde kullanılmaktadırlar. Karnivor balıkların protein ve yağları % 98 düzeyinde sindirebildikleri tespit edilmiştir [2, 4, 5, 14, 24, 31, 33, 34, 35].

Bununla beraber üreme için gerekli olan enerji daha çok kas dokusundaki yağlardan sağlanır. Yapılan araştırmalarda gonatların olgunlaşma evresinde et lipitlerinde bir azalma olduğu saptanmıştır [9]. *Mugil cephalus* (has kefal) üzerinde yapılan bir çalışmada lipit içeriğinin, üreme evresinden önce en yüksek düzeye ulaştığı saptanmıştır [6]. *Stizostedion lucioperca* (sudak) balıkları üzerine yapılan bir çalışmada; üreme öncesi dönem olan mart ayı ve üreme sonrası dönem olan temmuz ayında gonatlarda bulunan n3 ve n6 grubu ÇÇBDmYA oranları birbirine eşit oranlarda olduğu tespit edilmiştir. Üreme dönemi olan mayıs ayında ise gonatların n3 ve n6 grubu ÇÇBDmYA'ları çok fazla miktarda bulundurduğu tespit edilmiştir [4].

Gonat gelişimine göre üç tatlısu balığının kas dokusu yağ asidi bileşiminin araştırıldığı bir çalışmada; gonatları gelişim evresinde iken kas dokusu yağ asidi bileşiminin; *Perca fluviatilis*'de %21.9'unu, *Coregonus albula*'da %25.8'ini, *Oncorhynchus mykiss*'de %22.3'ünü DYAsinin oluşturduğunu tespit edilmiştir. Bu çalışmada kas dokusunda DYAs oranını; gonat gelişimini tamamlamış *Perca fluviatilis*'de %22.4, *Coregonus albula*'da %30.7; üremeden sonra gonat gelişimi henüz başlamamış *Perca fluviatilis*'de %24.9, *Coregonus*

albula'da %25.3 ve *Oncorhynchus mykiss*'de %23.7 (g/100 g yağ asidi) olduğu bulunmuştur [7].

2.2.2.4. Coğrafya

Balıkların yağ asidi bileşimi üzerine yaşadığı coğrafya da etki etmektedir. Çünkü balığın yaşadığı coğrafyanın değişmesiyle suyun sıcaklığı, yaşadığı ortamın besin kompozisyonu ve kirliliği de değişmektedir ve bu faktörlerin değişimi yağ asidi bileşimini de değiştirmektedir [4, 9, 11].

Malezya'da yaşayan 22 türün toplam lipit ve yağ asidi bileşiminin araştırıldığı bir çalışmada bu balıkların DYA ve TÇBDmYA'ları yüksek derecede ve değişik oranlarda içerdiklerini tespit etmişlerdir. Bu balıkların lipit içeriği bakımından kuzey yarımkürenin soğuk sularında yaşayan balıklara benzemediği de tespit edilmiştir [4]. *Mugil cephalus* üzerinde yapılan bir çalışmada, farklı göllerden avlanılan aynı tür balıklarda, lipit içeriğinin coğrafik bölgelere göre değiştiği saptanmıştır [6, 9]. Deniz ve tatlısu balıklarının yağ asidi bileşimi de belirgin farklılıklar göstermektedir [2]. Apa ve Selevir Baraj Gölleri'nde yaşayan *Cyprinus carpio* üzerine yapılan bir çalışmada yağ asidi yüzdelerinin baraj gölüne göre değiştiği saptanmıştır [36].

2.2.2.5. Cinsiyet

Balıklarda yağ asidi bileşimini etkileyen bir diğer faktör ise cinsiyettir. Dişi bireylerde ovaryuma transfer edilen yağ oranının yüksek oluşu, lipitlerin yumurtaların embriyonik gelişiminde önemli rol oynamasındandır [11].

Love (1970), *Gobius melanostomus*'ta gonadların lipit miktarının dişilerde erkeklerden 10 kat daha fazla olduğunu ve üreme faaliyetlerinden dişilere göre daha az etkilendiğini bildirmiştir [4]. Yapılan başka bir çalışmada; ortalama araşidonik, EPA ve DHA oranları *Gadus morhua*'nın erkeklerinin kas dokusunda sırasıyla %5.07, %16.65, %32.76; dişilerinin kas dokusunda %4.42, %16.57, %33.12 bulunmuştur [37]. Yapılan bir çalışmaya göre sazan (*Cyprinus carpio*) balıklarının kas ve karaciğer toplam lipit ve TYA oranının mevsimsel değişiminin eşeyler arası farklı olmadığını ve birbirine uygun olarak değişim gösterdiği bildirilmiştir [9].

2.2.2.6. Beslenme ortamı ve besin yapısı

Balığın büyümesi, gelişmesi ve yağ asidi bileşimi üzerine besinin etkisi; kültür balıkçılığı alanında en çok araştırılan konular arasındadır. Besinin, balıktaki toplam DYA oranına organizmanın regüle edebilme yeteneği nedeniyle bir etkisinin olmamasına karşın, besindeki DmYA oranının balık dokusundaki DmYA'lara yansıdığı tespit edilmiştir [11, 13, 38, 39, 40].

Yağ dokuları yalnız açlıkta kullanılan uzun süreli besin maddeleri depoları olmayıp devamlı kullanılmakta ve yeniden yapılmaktadır. Lipitlerin büyük kısmı organizmaya besin yoluyla dışarıdan alınır, bir kısmı ise doğrudan doğruya organizmada yapılırlar. DmYA'lardan sadece TCBDmYA sentezleyebildikleri halde iki veya daha fazla çift bağ içeren temel yağ asitlerini (linoleik asit, linolenik asit ve araşidonik asit) sentezleyemezler. Bazı yağ asitlerinin sentezi ise çok yavaş olmaktadır. Balık, bu yağ asitlerini dışarıdan besinlerle alması gerekir. Aksi takdirde büyüme ve gelişme yavaşlamakta, hatta durmaktadır. Balıklar için, esansiyel yağ asitleri ve miktarı balık türüne göre değişmektedir [8, 9, 39].

Hızlı büyüme ve gelişme için; gökkuşağı alabalıkları için n6 grubu ÇÇBDmYA'lardan ziyade n3 grubu ÇÇBDmYA'ların, kalkan balıkları için n3 grubu ÇÇBDmYA'ların, sazan ve yılan balıkları için hem n3 hem de n6 grubu ÇÇBDmYA'ların, tilapia için ise sadece n6 grubu ÇÇBDmYA'ların esansiyel olduğu tespit edilmiştir [39]. Balık yağları n6 grubu ÇÇBDmYA'lardan daha çok n3 grubu ÇÇBDmYA'ların yapısındaki yağ asitlerini içerir. Bu özelliği ile balık yağı hayvansal ve bitkisel kaynaklı katı ve sıvı yağlardan farklı beslenme ve klinik özelliklere sahiptir [4, 41]. Ovaryumların gelişmesi için daha fazla enerjiye gereksinim duyulduğundan dişiler, erkeklere nazaran daha çok besin tüketirler [9].

Ot sazani ile yapılan bir çalışmada; n3 ÇÇBDmYA'nın öncüsü olan linolenik asidin ot sazani için esansiyel bir yağ asidi olduğu bulunmuştur. Söz konusu türün besinsel linolenik asit kaynağı sınırlı olduğu zaman büyüme ve gelişme için ihtiyacı olan linolenik asit ve türevlerini kas ve özellikle karaciğerdeki depo formlarından karşıladığını, bu da azalınca büyüme oranının düştüğünü tespit etmişler ve linolenik asidin ot sazani için büyüme faktörü olduğunu bildirmişlerdir [42].

Gökkuşağı alabalıklarının ÇÇBDmYA içermeyen rasyonlar ile beslenmeleri sonucunda büyümenin yavaşladığı, linoleik (C18:2n6) yağ asidi içeren rasyonların canlı ağırlığı arttırdığı, linolenik (C18:3n3) yağ asidini içeren rasyonlar ile en yüksek büyüme hızının elde edildiği bildirilmiştir [15, 35].

2.2.2.7. Yaş

Balıkların olgunlaşma yaşı yağ asidi bileşimini etkileyen faktörlerden biridir. Bazı araştırmacılar, hem ergin hem de ergin olmayan balıkların kas ve karaciğer gibi organlarının yağ asidi bileşimlerini incelediklerinde bunların, yağ asidi bileşimlerinin farklı olmadığını, ancak ergin balıklarda özellikle üreme faaliyeti sırasında ÇÇBDmYA yüzdesinde belirgin bir artışın olduğunu göstermişlerdir [9]. Eşeyssel olgunlaşma ile lipit metabolizmasındaki değişimlerin aynı periyoda rastladığı ve depo yağlarının yumurta ve sperm oluşumu için kullanıldığı bildirilmiştir. [2, 7, 31, 32].

2.2.2.8. Su sıcaklığı

Yapılan çalışmalara göre, sıcaklığın yağ asidi metabolizması üzerine doğrudan etkili olduğu saptanmıştır. Balıkların değişen sıcaklıkla yağ asit metabolizmasını düzenleyerek çevreye uyum sağladıkları ve bu şekilde yaşamlarını sürdürebildikleri tespit edilmiştir. Düşük sıcaklıkta yaşayan poikloterm hayvanların sinir ve diğer dokularının hücre zarı fosfolipidleri yüksek sıcaklıkta yaşayan hayvanlara göre daha fazla DmYA içerir [5, 9, 11, 14, 15].

2.2.2.9. Doku farklılığı

Balık yağ asidi bileşimi vücudun değişik dokularında farklılık göstermektedir [11, 14, 23, 43]. Yapılan bir çalışmada; tuna balığının deri, karın ve sırt bölgelerinden alınan dokularda n3 ve n6 grubu ÇÇBDmYA incelenmiştir. Tuna balığının derisinde, n3 ve n6 grubu ÇÇBDmYA karın ve sırt bölgesi dokularından fazla olduğu tespit edilmiştir [38]. *Salmo trutta macrostigma*'nın adipoz, gonat, karaciğer ve kas dokularının yağ asidi bileşiminin incelendiği bir çalışmada; DYA ve ÇÇBDmYA en fazla gonatlarda, TÇBDmYA ise en çok adipoz dokuda, olduğu tespit edilmiştir [4].

2.2.3. Balık yağ asidi bileşiminin insan beslenmesinde önemi

Çeşitli alanlarda yapılan bilimsel çalışmalarla, insanların karşı karşıya kaldıkları bazı hastalıklarda besin maddelerinin ve beslenme alışkanlığının önemli rolü olduğu ortaya çıkmakta ve insanlar daha bilinçli beslenmek zorunluluğunu duymaktadır [1].

Esansiyel besin maddeleri olan linoleik ve linolenik yağ asitlerinden n6 grubu ÇÇBDmYA'nın kanamaları azalttığı ve damar daraltıcı özelliğe sahip olduğu saptanmıştır. n3 grubu ÇÇBDmYA'nın ise yangı giderici, antitrombotik, antitritmik, hipolidemik ve damar genişletici özelliğe sahip olduğu ve bu etkileriyle migren türü baş ağrıları, eklem romatizması, bazı kanser türleri, yetişkinlerde şeker hastalığı, yüksek kolesterol, yüksek tansiyon, kalp damar

hastalıkları ve bazı alerjilere karşı vücudu koruduğu bildirilmektedir. Bunun yanı sıra gut, verem, bronşit, kronik cilt hastalıkları ve raşitizm gibi hastalıkların iyileşmesinde etkili olduğu saptanmıştır. Balık yağının en zengin A ve D vitaminleri kaynağı olduğu anlaşıldıktan sonra bu konuda araştırmalar hızlanmıştır. 1976 yılında Eskimolar üzerinde yapılan bir araştırmada aşırı hayvansal yağla beslendikleri halde Grönland Eskimolarının kanlarındaki kolesterol oranının çok düşük olduğu, koroner kalp hastalıklarının, felç, kanser ve romatoid artrit hastalıklarının oranının diğer toplumlara göre çok az olduğu görülmüş [4, 44, 45]. Bunun üzerine Eskimoların beslenme alışkanlıkları araştırılmış ve günde ortalama 400 gr yağlı balıklar ve deniz ürünleri yedikleri ortaya çıkmıştır. Etkin faktörün bu hayvanlarda bulunan n3 ÇÇBDmYA olduğu anlaşılmıştır. Bu iddialardan bazıları doğrulandığı için çeşitli şirketler bu yağlardan balık yağı hapları üreterek pazarlamaya başlamışlardır [41].

Artan ölümler neticesinde son yüzyılın yarısından itibaren kalp hastalıklarını en aza indirmek amacıyla çok farklı diyet tavsiyeleri yapılmıştır. Öncelikle tüketilen yağ ile koroner kalp hastalıklarından kaynaklanan ölüm vakaları arasındaki ilişkinin ortaya konulmasından sonra yapılan çalışmalarda DYA/DmYA'leri arasındaki oran ve kolesterolün lipit metabolizmasındaki etkisi ve kalp hastalıklarıyla ilişkisi daha net bir şekilde belirlenmiştir [44]. Kandaki toplam kolesterol konsantrasyonundaki veya düşük yoğunluktaki lipoprotein (LDL) miktarındaki artışın kalp hastalıklarına yakalanma riskini artırdığı, yüksek yoğunluktaki lipoprotein (HDL) miktarındaki artışın ise bu riski düşürdüğü belirlenmiştir. n3 grubu ÇÇBDmYA içeren balık yağları, kalp-damar hastalıklarına karşı koruyucu olan yüksek yoğunluklu lipoprotein (HDL) kolesterol düzeyinde artış sağlamıştır [44]. Yüksek miktarda TÇBDmYA içeren yağlı diyetler yağsız diyetlere nazaran daha fazla tavsiye edilebilir niteliktedir. Çünkü yağsız diyetler plazma trigliserol miktarını artırırken, HDL kolesterol konsantrasyonunu düşürmekte ve kalp hastalıkları açısından riskli bir durum oluşturmaktadır. Karbonhidratların ve DYA'nın yerine ikame edilen TÇBDmYA trigliserolü düşürücü etkileri mevcuttur [44]. Akdeniz ülkelerinde TÇBDmYA ağırlıklı beslenme alışkanlığından dolayı kalp hastalıkları oranının düşük olduğu bildirilmiştir [44].

Balık tüketiminin olumlu etkileri üzerine yapılan araştırmalar daha çok, yüksek tüketim oranları ile düşük kalp krizi oranları arasındaki ilişkinin nedenini ortaya çıkarmak üzerine yoğunlaşmaktadır. Bunlardan biri, besinlere balık yağlarındaki yağ asitlerinin ilavesinin pıhtılaşmaya yüz tutmuş kan üzerindeki etkisinin izlenmesine yöneliktir. EPA'nın kanın pıhtılaşmasını önemli derecede azaltıcı bir etkiye sahip olduğu tanımlanmıştır [1].

Esansiyel yağ asitleri vücut tarafından üretilemezler ve dışarıdan besinlerle alınmaları gerekmektedir. Yani vitaminler ve aminoasitler gibi vücut fonksiyonları için esansiyel maddelerdir. Hücre zarının esnekliği, akışkanlığı esansiyel yağ asitlerinin zardaki miktarına bağlıdır [44]. Esansiyel yağ asitleri n6 grubu (Konjuge linoleik asit, gamma linolenik asit, dihomo-gamma linolenik asit, araşidonik asit) ve n3 grubu ÇÇBDmYA'leri EPA ve DHA içermektedir. Esansiyel yağ asitleri biyolojik hücre zarlarının asıl yapısal bileşenleri olup sağlıklı hücre fonksiyonları için hem n6 hem de n3 ÇÇBDmYA'ları dengeli bir şekilde tüketmek gerekmektedir [46].

Yapılan araştırmalar sonucu, linolenik asitin n3ÇÇBDmYA'da vücut için esansiyel olduğu saptanmış ve bugün yapılan birçok araştırma n6/n3 ÇÇBDmYA arasındaki denge normal büyüme ve gelişme ile kalp-damar hastalıkları azaltma ve kronik hastalıkların iyileşmesi için gerekli hale gelmiştir. Günümüzde besin endüstrisi n6 ve n3 grubu ÇÇBDmYA'ların dengeli alınmasının öneminin farkına varılmış ve n3ÇÇBDmYA bakımından zenginleştirilmiş ürünler dengeli n6/n3 grubu ÇÇBDmYA oranı ile piyasalarda baş göstermeye başlamıştır [44]. İnsanlık tarihinin başlangıcından beri esansiyel yağ asitlerinden n6 ve n3 grubu ÇÇBDmYA diyetlerin bir parçası olmuştur ve insanlar tarafından eşit miktarlarda tüketilmiştir. Fakat son 150 yıldır bu denge artan miktardaki ayçiçeği, mısır, soya, pamuk yağlarının kullanımıyla linolenik asit lehine bozulmuş ve günümüzde Avrupa'da n6 / n3 grubu ÇÇBDmYA'nin oranı 20–30/1 olmuştur [44, 46, 47].

n3 ve n6 grubu ÇÇBDmYA vücutta birbirine dönüştürülemezler. Bu gruplar metabolik ve fonksiyonel olarak birbirlerinden farklılık göstermektedir. Bunların vücuttaki dengesi büyüme ve gelişmede önem arz etmektedir. Bu nedenle hem n3, hem de n6 grubu yağ asitlerinin dengeli bir şekilde tüketilmesi sağlık açısından oldukça önemli olup, eksikliğinde bazı aksaklıkların ortaya çıktığı belirtilmektedir. n3 ve n6 grubu yağ asitleri eksikliğinde görülen semptomlar; Kan pıhtılaşma eğiliminde azalma, immun fonksiyonlarında azalma, trigliserit ve kolesterol seviyesinde artma, membran fonksiyonlarında bozukluk, yavrularda ve bebeklerde büyüme geriliği, saç ve kıl dökülmeleri, kan basıncında artma, yara iyileşmelerinde yavaşlama görülmektedir. Ortaya çıkan hastalıklar ise; akne vulgaris, egzama, psöriosis, çeşitli kanser vakaları (meme, akciğer, mide, barsak), multipl skleroz, kalp ve damar hastalıkları, şizofreni, davranış bozuklukları, depresyon ve raynoud fenomeni şeklinde sıralanabilir [44].

Beyin, retina, testis ve spermin yapısal bir bileşiği olan DHA, doku fonksiyonlarının uygun şekilde işlevi ile ilgilidir. Son çalışmalar prematüre bebeklerin dokularındaki DHA düzeyinin, normal sürede doğan bebeklerden daha az olduğunu göstermiştir. Beslenmelerinde

n3 ÇÇBDmYA olmayan bebeklerin görme ve sinir dokularının gelişimi yetersizdir. İnsan sütündeki n3 grubu yağ asidinin, balık tüketen kadınlarda en yüksek, vejetaryenlerde en düşük olduğu belirtilmektedir [1].

Klinik çalışmalarla, balık tüketen insanlarda kalp hastalıklarından ortaya çıkan ölüm oranlarında azalma olduğu kanıtlanmıştır. Haftada en az iki öğün yağlı balık yiyen erkeklerde, hiç yağlı balık yemeyen erkeklere oranla iki yıl sonra ölüm oranında %29 azalma olmuştur. Bu çalışmalara ilaveten balık tüketen insanlarda vücut gelişimi daha iyi olmakta, hiç balık tüketmeyenlere göre daha az kalp hastalığı görülmektedir. n3 grubu ÇÇBDmYA kalp kasları üzerine doğrudan etki yaparak kan akışını artırır, damarlarda iyileşmeler yapar, aritmiyi, enfarktüs olasılığını ve şiddetini, kalp fonksiyonlarında tehlikeli olan kimyasal ve hücrel işlemleri azaltır [1].

ÇÇBDmYA'ların insan vücudunda kan basıncını düzenledikleri, trigliserid ve kolesterol seviyesini düşürdüğü ve dolayısı ile kalp krizi riskini azalttığı ileri sürülmüştür. İnsan vücudunda yağ asitleri bakımından en zengin organ beyindir. ÇÇBDmYA'ların beyin fonksiyonlarında önemli rol oynadıkları bildirilmiştir. Sinir hücrelerinde uyarıların iletilmesinde önemli oldukları, ÇÇBDmYA eksikliğinde öğrenme kabiliyetinde azalma olduğu, yaşlı insanlarda buna bağlı olarak hatırlama güçlükleri olduğu tespit edilmiştir [41].

Son yapılan çalışmalarda yüksek trigliserid seviyesinin damar sertliğini olumsuz olarak etkilediği kaydedilmiştir. 1985 yılında İngiltere'de yapılan bir araştırmaya göre; kalp hastalığına sahip olan kadınların balık tükettikleri zaman hastalıklarının nispeten iyileştiği ortaya konulmuştur. Haftada 3 öğün balık tüketen hastaların ani kalp krizi riskinin %50 azaldığı belirtilmektedir. Amerika'da, haftada bir öğün balık tüketen insanlar üzerinde 6 yıl boyunca yapılan bir çalışmada da benzer sonuçlar bulunmuş ve kalp krizi riskinin önemli ölçüde azaldığı tespit edilmiştir. Diğer bir ifade ile az miktarda (C20-C22) n3 grubu ÇÇBDmYA'nın önemli etkileri vardır [41].

Balık yağlarının kanın pıhtılaşmasına da önemli etkileri vardır. Hayvan ve insan kan hücreleri (trombositler) üzerinde yapılan klinik çalışmalar, n3 grubu yağ asitlerinin pıhtılaşmayan kan hücrelerinde önemli etkisinin olduğunu göstermiştir. n3 grubu yağ asitlerinin trombositleri bir araya getirdiği ve kanın pıhtılaşmasına yardımcı olduğu tespit edilmiştir. Balık yağı ile beslenen hastalarda, kanama olduğu zaman balık yağının etkisi ölçülmüş ve aspirin gibi bir etkiye sahip olduğu anlaşılmıştır. Yüksek kolesterol içeren gıdalar ve balık ile beslenen iki ayrı grup denek üzerinde yapılan çalışmalar, balık yağı ile beslenenlerde kronik damar

tıkanıklığının azaldığını, diğer grupta ise damar tıkanıklığının devam ettiğini göstermiştir. Ayrıca balık yağı ile beslenenlerde serum trombosit seviyesi azalmış, EPA seviyesi ise yükselmiştir. Yapılan başka bir çalışmada; balık yağlarının protein yağları (lipoprotein) seviyesini %14 oranında düşürdüğü tespit edilmiştir. Damar tıkanıklığı sorunu olan 1500 hastadan oluşan 4 farklı grup üzerinde yapılan çalışmada, kanamayı durdurmada 6 faktörünün etkili olduğu bulunmuştur. Bu faktörlerden en önemlisinin de balık yağları olduğu ortaya konmuş, aynı zamanda koroner damar sertliği olan hastalarda da n3 ÇÇBDmYA'nın damar yüzeylerinin esnekliğinin arttığı gözlemlenmiştir [41].

Çoğu kanser vakaları hem genetik faktörlerden hem de çevre faktörlerden kaynaklanmaktadır. Kanser ölümlerinin yaklaşık olarak %35'lik kısmının diyet kaynaklı olduğu yapılan epidemiyolojik çalışmalarda belirlenmiştir. Tüketilen gıdalar ya kanseri önleyici veya kanser oluşumuna sebep olan bileşenleri içerebilir [44]. Balık ve balık yağı tüketiminin kanser hücreleri üzerine etkileri de önemli çalışmalardandır. Balık ve balık yağı ile beslenen farelerde tümör büyümesinin önemli derecede azaldığı ve n3 ÇÇBDmYA'nın göğüs, kalın bağırsak ve prostat kanserlerinde tümör gelişimini önleyici etkide olduğu bildirilmiştir [1].

Romatizmal kireçlenme, felce kadar giden rahatsızlığa sebep olan sancılı bir hastalıktır. Genellikle steroidal olmayan ağrı kesici ilaç (NSAID)'lar ile tedavi edilir. Bu hastalığa neden olan ağrının temelinde kimyasal iki grup (prostaglandinler, lökotrienler) vardır [45]. NSAID ilaçları bu ağrıya sebebiyet veren maddeleri kontrol eden enzimi bloke etmede rol oynar. Bununla birlikte, n3 ÇÇBDmYA'dan EPA aynı zamanda prostaglandinler ve lökotrienlerin oluşumunu azaltır. Son zamanlarda yapılan çalışmalar en azından bazı insanlarda EPA'nın romatizmal kireçlenmeyi hafifletebileceğini göstermektedir [45].

Yapılan çalışmalarda günlük 171 mg EPA ile 114 mg DHA n3 ÇÇBDmYA kapsülü verilen romatizmal kireçlenmesi olan hastaların, 12 ay sonra şikayetlerinin tamamen azaldığını rapor etmişlerdir. Benzer birkaç çalışmada, romatizmal kireçlenme olan insanların n3 grubu yağ asidi kaynakları bakımından zengin balık yağları ile beslenmesi durumunda bu rahatsızlıkların hafiflediği yapılan araştırmalarla belirtilmektedir [45].

ÇÇBDmYA, özellikle n6 grubu yağ asitleri cilt sağlığını korumakta, esnek ve pürüzsüz cilt oluşumunu sağlamaktadır. Böylece deri yaralanmalardan ve enfeksiyonlardan korunmuş olmakta ve vücudun ısı ve su kaybı düzenlenmektedir. Deri hastalıklarında, balık yağları kaşıntı ve deri yangısını azaltmaktadır. Aynı zamanda esansiyel yağ asitlerinin bebek pişiklerinde yangıya karşı etki gösterdikleri belirtilmektedir [45].

ÇÇBDmYA'nın sigara kullananlarda, akciğerleri zorlayan kronik hastalıktan (COPD) koruyabileceği ihtimali araştırılmıştır. Araştırmacılar, n3 ÇÇBDmYA'nın prostaglandin ve lökotrien sentezini azalttığını, hastalık yapıcı nötrofillerin akciğere geçişini yok ettiğini belirtmiştir. Aynı zamanda daha az balık tüketen insanlar arasında akciğer fonksiyonunun daha düşük olduğu ve COPD hastalığına yakalanma riskinin daha yaygın olduğu gözlenmiştir [45].

Astım hastalığı özellikle çocuklarda nefes darlığı şeklinde kendisini gösteren bir hastalıktır. Balık yağları, kan damarlarının yüzeyini genişletip dokulara daha fazla oksijen girişine yardımcı olduğu için astım hastalarına önemli faydaları vardır. Balık tüketiminin çocukların %20-25'inde görülen astım hastalığına etkili olduğu yapılan çalışmalarla da kanıtlanmıştır. Yapılan bir araştırmada astım rahatsızlığı olan ve sigara içmeyen 19-25 yaş grubundaki astımlı hastalar incelenmiş ve günde ortalama 3 g balık yağı tüketenlerin %40'ının nefes alma yeteneği önemli ölçüde gelişmiş ve hastalığa dirençleri artmıştır [41].

Yapılan bir araştırmada da düzenli balık yağı tüketiminin çocuklarda astım gelişimini önemli ölçüde azalttığı bulunmuştur. 8-11 yaşları arasındaki 547 çocuktan balık tüketenlerde nefes alma güçlüğü önemli ölçüde ortadan kalkarken, balık tüketmemekte ısrar edenlerde bu rahatsızlık devam etmiştir. Deneklere yağlı balıklardan atlantik salmону, çelik baş alabalığı ve kefal balığı verilmiştir. Yağsız balık veya konserve balık ile beslenenlerde ise bir düzelmeye rastlanmadığı bildirilmiştir [41].

Crohn's adı verilen sindirim sistemi hastalığı, kronik bir hastalık olup ilerlediğinde mide-bağırsak bölgesinin tahrip olmasına yol açmaktadır. Bazı hastalarda, mide-bağırsak bölgesinde bulunan hastalık etkeni; gözler, eklemler ve deri gibi vücudun diğer bölgelerine yayılarak bu kısımları tahrip etmektedir [44]. Yapılan çalışmalar, n3 ÇÇBDmYA'nın bu hastalıklardaki kötüye gitme olasılığını azaltabileceğini göstermektedir. Crohn's hastalığını tedavi etmede kullanılan ilaçların çoğu toksik olduğundan bunların yerine n3 ÇÇBDmYA kullanmanın daha sağlıklı olduğu bildirilmektedir [45].

Depresyon ve zihinsel hastalıklar; n3 grubu yağ asitlerinden olan DHA, insan beynindeki hücrelerin yenilenmesine yardım eder ve beyin ile retina hücrelerinin çoğalmasını sağlar. Bu hücrelerde DHA seviyesinin düşmesi, depresyon, hafıza kaybı, şizofreni ve görme bozuklukları gibi problemlerin ortaya çıkmasına yol açar. Yetişkin bir insan beyinde 20 g DHA bulunması gerekir. Düşük DHA seviyesi beyin serotonin seviyesinin düşmesine sebep olur ki bu intihar, depresyon ve şiddet eğilimini artırır. Yüksek oranda DHA içeren balıkları tüketen insanlarda zihinsel gelişimin arttığı gözlenmiştir. Araştırmalar, depresyon ve EPA seviyesinin

düşük olması arasında da açık bir ilişkinin olduğunu göstermektedir. EPA'nın beyinin birçok fonksiyonunda etkili olduğu bildirilmiştir [41].

Şizofreni, kan plazması ve kırmızı kan hücrelerde yapısal bozukluk sonucu ortaya çıkan zihinsel bir hastalıktır. Kanda bulunan AA, EPA ve DHA gibi DmYA'larının düşük olması şizofrenik belirtileri artırabilir. Yapılan çalışmalarda yağ asitleri özellikle EPA'nın normal dozda alınması ile bu belirtilerin ortadan kalktığı gözlenmiştir. Halüsinasyon gören ve bundan çok etkilenen insanlara 6 ay boyunca günde 2 g EPA verilmiş ve şizofrenik belirtilerin %85 oranında azaldığı anlaşılmıştır [41].

Alzheimer, beyin iletim sisteminin yapısal olarak bozulması sonucu ortaya çıkan bunama hastalığıdır. Balık yağlarının önemli bileşeni olan DHA retina ve beyin için çok önemlidir ve buradaki sinirlerde bulunan yapısal yağların %30'dan fazlasını oluşturur. Bunun için DHA disleksia ve alzheimer gibi hastalıkların tedavisinde faydalıdır. Ayrıca Maryland Alkolle Mücadele Enstitüsü'nde yapılan bir araştırmada balık tüketimi ile ilgili olarak 9 ülkede depresyon vakaları incelenmiş ve balık tüketimi fazla olan ülkelerde diğer ülkelere göre depresyon olaylarının çok düşük olduğu tespit edilmiştir [41].

EPA ve DHA'nın hamilelikte çok önemli olduğunu göstermektedir. Anne hamilelik döneminde bebek sağlığı için doymamış yağ asitlerini tüketmek zorundadır. DHA, cenin ve bebeğin normal gelişimi için beyin zarının %15–20, retinanın da %30-60'ının oluşmasına yardım eder. n3 ÇÇBDmYA'nın tüketilmesi ile erken doğum, düşük ve zayıf bebek doğma riski önemli ölçüde azaltılabilir. DHA içeren gıdaları almayan bir annede doğum sonrası depresyon vakaları ve yüksek kan basıncı gibi olumsuzluklar görülür. Uzmanlara göre hamile veya emziren kadınların günde 500–600 mg DHA almaları gerekmektedir. Dünya Sağlık Örgütü ise hamile kadınların ilk üç ayda günde 50 mg n3 ÇÇBDmYA almaları, daha sonraki dönemde ise 160 mg'dan daha fazla yağ asidi tüketmeleri gerektiğini tavsiye etmektedir. Hamileliğin özellikle son 3 ayında anneden bebeğe önemli ölçüde n3 ÇÇBDmYA iletilir. Bu dönemde anne adayının bol miktarda balık tüketmesi önerilmektedir. Çünkü çocuk ve yetişkinlerin de günde 800 ile 1100 mg n3 ÇÇBDmYA tüketmeleri gerekmektedir. Son yapılan çalışmalarda kanında n3 ÇÇBDmYA seviyesi düşük olan çocukların büyük ölçüde, davranış bozukluğu, öğrenme güçlüğü ve sağlık problemlerinin olduğu belirtilmiştir. Özellikle yeni doğan bebeklerde ilk üç ay DHA üç kat daha fazla önemlidir. ABD'de yapılan bir çalışmada n3ÇÇBDmYA düzeyi düşük olan mamalarla beslenen çocuklarda n3 ÇÇBDmYA düzeyi yüksek olan mamalarla beslenen çocuklara kıyasla belirgin olarak daha fazla davranış bozuklukları, öğrenme ve uyku problemleri gösterdikleri saptanmıştır [44].

Hiperaktiflik, duygusal dengesizlik, düzenli çalışma bozukluğu, dikkat süresi kısalığı, konsantrasyon zayıflığı, aşırı hareketlilik ve öğrenme güçlüğü olarak tanımlanır. Okul çağındaki çocukların %30-40'ında yaygındır. Hiperaktifliğe meditasyon veya masaj gibi aktiviteler faydalı olabilir fakat balık yağları, vitamin ve mineraller çok daha etkilidir. Okul yaşlarındaki çocukların %3-5'inde davranış bozukluğu olduğu, bunun sebeplerinin biyolojik ve çevresel faktörlerden kaynaklandığı düşünülmektedir. Önceden davranış bozukluğu bulunan 6-12 yaş grubundaki çocuklar arasında yapılan araştırmalarda, n3 ÇÇBDmYA seviyesi düşük olan 53 çocuğun yaklaşık %40'ında hiperaktif düzensizliğe bağlı dikkat eksikliği olduğu tespit edilmiştir [41].

2.3. İncelenen Balık Türünün Genel Özellikleri

Kökeni Asya-Sibirya olan *Carassius gibelio* Cyprinidae familyasına mensup, Avrupa'nın her tarafına geniş bir şekilde yayılmış istilacı bir türdür [33, 48]. Bu türün, Büyükçekmece Baraj Gölü'nde ve Gala Gölü'nde bulunması Türkiye sınırlarında bulunduğu ilk kanıtlarıdır. 1990'ların başlarında Eğirdir Gölü'nde ve Çivril Gölü'nde tespit edilmiştir. Türkiye'ye Yunanistan ve Bulgaristan'dan akarsu sistemi ile doğal olarak veya diğer türlerle birlikte bilinçsizce aşılansmış olabilir [16, 33, 48, 49, 50]. Ülkemizin Trakya ve Kuzeydoğu Anadolu kesimlerinde doğal yayılış gösteren bu tür, günümüzde balıklandırma amacıyla birçok göl, gölet ve barajlarımıza sonradan aşılansmıştır [16].

Vücudu ovalimsi yapıda ve yanlardan biraz yassılaşımsmış olup, iri sikloid pullarla örtülüdür, sırt profili başın gerisinden itibaren yavaşça yükselmekte, ağız küçük ve terminal konumludur [16]. Dorsal ve anal yüzgeçlerin sonuncu basit ışımının arka kenarı testere dişli olması nedeniyle *Cyprinus carpio*'ya benzerlik göstermektedir. Ancak, ağızda bıyık olmaması, farinks dişlerinin tek sıralı olmasıyla sazandan kolayca ayırt edilirler [51]. Morfolojik ve biyo-ekolojik özellikleri bakımından *Carassius carassius* türüne çok benzer. İnsan besini olarak değerlendirilmelerine rağmen çok kılçıklı oldukları için fazla tercih edilmezler. Bu nedenle besin olarak kullanılmaktan ziyade havuz ve akvaryumlarda süs balığı şeklinde değerlendirilmektedirler [16]. Renk sırtta esmer kahverengi, yan taraflar ve karın bölgesinde ise gümüş beyazı veya kirli sarıdır. Bu türün, Çin'de ve Japonya'da, uzun süren seleksiyon geliştirilmiş tül kuyruklu, teleskop gözlü, aslan başlı, alacalı renkli çeşitli formları mevcut olup, bunlar akvaryum süsü olarak piyasada yaygın şekilde kullanılmaktadırlar. Yabani popülasyonlar, vejetasyonca zengin ötrof göllerde doğal olarak yayılış gösterdikleri halde, günümüzde çeşitli amaçlarla birçok göl, gölet ve baraja aşılansmışlardır. Seleksiyonla ıslah edilmiş formlar sarı, kırmızı, pembe ve çeşitli renklerin karışımı olan alacalı görünümde

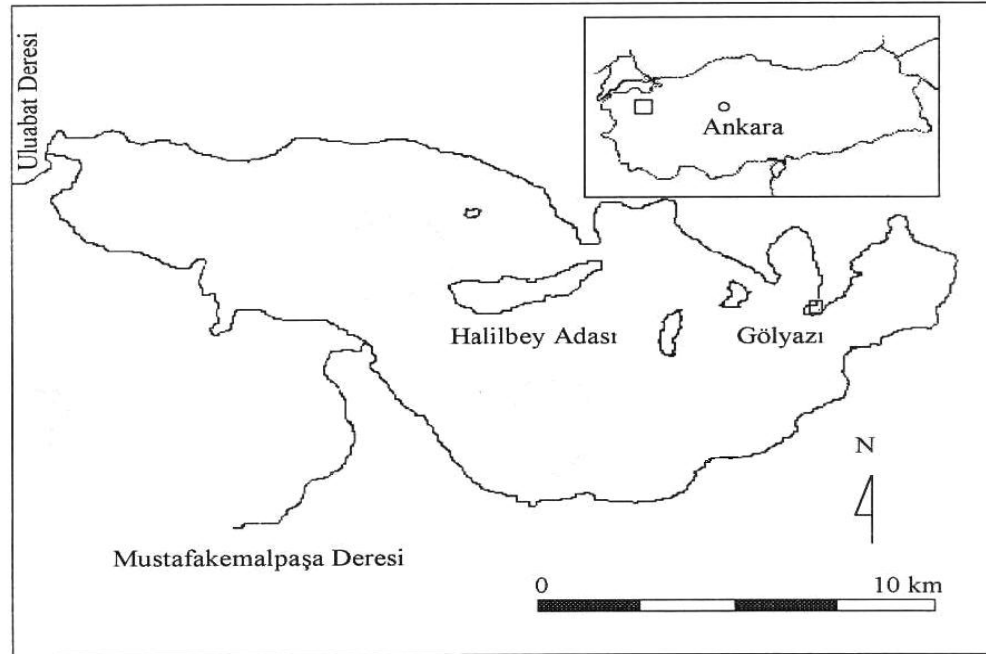
olmalarına rağmen, doğal sulara aşılandıklarında zamanla bu süslü renklerini kaybederler [16]. Cinsel olgunlaşma 1 [50], 2–4 [16] yaşlarında gerçekleşir. Bir dişi balık üreme süresince (ilkbahar-yaz periyodunda nisan-temmuz ayları arasında) 160.000–380.000 arasında yumurta verebilir. Yumurta çapı 1,6 mm. olup yumurta verimliliği 42.000–141.000 arasındadır [16]. Bu tür, cinsel olgunlaşma yaşına kadar çok hızlı büyüyen ve hayatta kalma şansı çok yüksek olan bir özellik taşıdığından, aşılandığı yeni ortamlarda süratle gelişerek ekosistemin dominant (baskın) bir popülasyonu durumuna geçebilmektedir. Bunun nedeni tür bireylerinin planktonik besinler, bentik omurgasızlar, bitkisel materyaller ve detritus (bozunmuş doku artığı) gibi besinlerle beslenen omnivor karakterde geniş bir besin tercihinine sahip olmasıdır. Bununla beraber her türlü ortam faktörlerinin değişimlerine karşı büyük bir dayanıklılık göstermekte olduğundan, diğer türlerle rekabet etme şansı oldukça yüksektir [16, 33, 50]. Popülasyondaki dişi/erkek oranı bazı bölgelerde hemen hemen eşit gibi görülürse de, bazı ekosistemlerde popülasyondaki bireylerin büyük çoğunluğu dişilerden oluşmaktadır. Bu dişilerin yumurtaları ise genetik bakımdan yakınlık arz eden bazı Cyprinidae türlerinin (*Carassius carassius*, *Cyprinus carpio* vb.) erkeklerinden sağlanan spermleerle ginogenesis adı verilen nadir bir üreme şekliyle döllenerek yeni bireyler oluşturabilirler. Ancak, bu şekildeki bir üremeyle meydana gelen bireylerin tamamen dişi fertlerden oluştuğu da bilinen bir gerçektir [16, 33]. Toplam vücut uzunlukları genelde 15–20 cm arasında olmakla beraber bazen doğadaki popülasyonlarda 40 cm [16], 45 cm boya ve 3000 g ağırlığa ulaşan bireylerine rastlanmaktadır [33].

Bentopelajik olarak pH'ın 7.1–7.5 olduğu tatlısu ve hafif tuzlusu (acı su)'larda birbirinden ayrı yaşarlar; kış aylarında düşük oksijenli sudan sakınmak için akarsuya göç ederler. Bu tür için pH'ın 12 olması ölümcüldür [33].

3.MATERYAL VE METOD

3.1. Çalışma Alanı Ve Balıkların Temini

Bu çalışmada; Uluabat Gölü'nde (Bursa) yaşayan Gümüşü Havuz Balığı (*Carassius gibelio* B. 1782) türünün kas dokusu yağ asidi oranlarının gonat gelişimine bağlı değişimi araştırılmıştır. Uluabat Gölü bir diğer adı ile Apolyont; 40° 10' Kuzey ve 28° 35' doğu koordinatlarında bulunmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 Uluabat Gölü Haritası [53].

Bursa ilinin Karacabey ve Mustafa Kemalpaşa ilçeleri içersinde yer almaktadır. Bursa kent merkezine 34 km, Balıkesir iline ise 90 km mesafededir. Ortalama gölalanı 5.700 hektardır. Uluabat Gölü, Marmara Denizi'nin güneyinde, doğu-batı doğrultusunda uzanan tektonik kökenli Yenişehir-Bursa-Gönen çöküntü alanında oluşmuştur. Kuzeyde kalker yapılı iki yarımada (Eski karaağaç ve Gölyazı) bulunmaktadır. Göl suyu koloidal kil ihtiva ettiği için devamlı bulanıktır. Göldeki fitoplanktonların baskınlık durumuna göre göl suyuna bazen

yeşilimsi-sarı, bazen de grimsi-sarı renkler hakim olmaktadır. Gölü besleyen en önemli su kaynağı Mustafa Kemalpaşa Çayı'dır [16, 52].

Uluabat Gölü, biyolojik üretim yönünden ötrofik (bol gıdalı) göllerimizden biridir. Planktonlar ve dip canlıları bakımından zengin oluşu, değişik türden çok miktarda canlının üremesi ve beslenmesi için ideal bir ortam oluşturmuştur. Göldeki yüz binlerce kuşun varlığı bunun en önemli göstergesidir. Gölde 21 değişik balık türü saptanmıştır. Ülkemizdeki diğer göller ile karşılaştırıldığında bu sayı oldukça yüksektir. Bu türler içerisinde ticari amaçlı avlananlar başlıca; turna ve sazandır. Az miktarda da olsa yayın, tatlı su kefali, ringa balığı ve kızkıkanat balıkları da avlanmaktadır. Zengin bir faunaya sahip olan göl çevresinde görülen başlıca memeli türleri; su samuru, çakal, tilki, porsuk ve tavşandır. Uluabat Gölü, sucul bitkiler yönünden ülkemizin en zengin sulak alanlarından biridir. Uluabat Gölü, kuş varlığı yönünden sadece ülkemizin değil, Avrupa ve Ortadoğu'nun da en önemli sulak alanlarından biridir [52, 53].

Numuneler, Uluabat Gölü Gölyazı mevkiindeki, Gölyazı Balıkçılık Kooperatifi imkanları ile 18–40 mm göz açıklığındaki galsama ağları kullanılarak yakalanmıştır. Kasım 2006'dan başlayarak Mayıs 2007'ye kadar belirli aralıklarla toplam 5 ay Kasım, Aralık, Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında örnek alınmıştır. Örneklerin alındığı aylarda Gölün sıcaklığı, pH'ı ve çözülmüş oksijen değerleri ölçülmüştür. Cinsel olgunluğa ulaştığı düşünülen büyüklükteki balıklar aynı gün, içerisinde buz bulunan ısı yalıtımlı bir kap içerisinde Osmangazi Üniversitesi Fen Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarına getirilmiştir. Pullardan yaş tayinleri için her balıktan vücudun muhtelif yerlerinden 30 adet pul alınarak pul zarflarında saklanmıştır. Numunelerin, boyları ölçülmüş, toplam ağırlıkları ve gonat ağırlıkları tartılmıştır. Boy ölçümleri balık tahtası yardımı ile cm olarak, vücut ağırlıkları 0.5 gr hassasiyetteki Ohaus marka hassas terazi ile gonat ağırlıkları ise 0.0001 gr hassasiyetindeki Ohaus marka hassas terazi ile tartılmıştır. Her balığın sağ ve/veya sol yarısından, dorsal yüzgecin başlangıç kısmı hizasına denk gelen bölgeden 20 g kas örneği alınmıştır ve -72 °C'deki derin dondurucuda saklanmıştır. Dondurulan numuneler, daha sonra içerisinde buz bulunan ısı yalıtımlı kap içerisinde Dumlupınar Üniversitesi Fen Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü Laboratuvarı'ndaki derin dondurucuda -82 °C'de yağ asitleri analizi için muhafaza edilmişlerdir.

Pul zarflarında saklanan pullardan preparatlar hazırlanmıştır. Preparasyon için pullar ilk önce % 4'lük NaOH çözeltisinde 15–20 saat bekletildikten süre sonra pulların üzerinde bulunan deri parçaları fırça ile temizlenmiştir. % 70'lik ve % 96'lık alkolden geçirilen pullar ksilol bulunan kaba daldırıp çıkartılarak iki lam arasına yerleştirilerek preparatlar hazırlanmıştır.

Hazırlanan preparatlar alttan aydınlatmalı Olympus marka binoküler mikroskop ve mikroprojeksiyon cihazı ile yaş tayinleri yapılmıştır [54].

3.2. Kondisyon Faktörü (K)

Kondisyon faktörü, $K = (\text{Vücut ağırlığı}) / (\text{Total boy})^3 \times 100$ formülü kullanılarak hesaplanmıştır [55].

3.3. Gonadosomatik İndeks (GSI)

Gonadosomatik indeks, $GSI = [(\text{Gonad ağırlığı}) / (\text{Vücut ağırlığı})] \times 100$ Formülü kullanılarak hesaplanmıştır [55].

3.4. Yağ Ekstraksiyonu

Yağ ekstraksiyonu ve yağ asidi analizleri Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü laboratuvarında yapılmıştır. Toplam yağ ekstraksiyonu için; derin dondurucudan çıkartılan kas dokudan 10 g numune alınmıştır. Alınan örneklerin üzerine 100 ml kloroform+metanol (2:1) karışımı eklenip, dakikada 24000 devir yapabilen ultra turrax T-25 marka homojenizatörle örnekler bulamaç hale gelinceye kadar parçalanmış ve karışım filtre kağıdından süzülmüştür (1.süzme işlemi). Filtre kağıdı üzerindeki kalıntı alınarak 100 ml kloroform+metanol (2:1) karışımı ikinci kez eklenmiş ve homojenize edilmiştir. Bu karışım tekrar filtre kâğıdından süzülmüştür (2. süzme işlemi). Birinci ve ikinci süzme işleminden gelen çözelti 250 ml'lik ayırma hunisine alınarak %0.4'lük CaCl_2 çözeltisinden 20 ml ilave edilmiş ve iyice çalkalanarak fazlar ayrılncaya kadar beklenmiştir. Kloroform (alttaki faz) alınarak 45°C 'de heidolph-2 marka vakumlu döner buharlaştırıcıda uçurulmuştur. Yağda kalan kloroform kuru azot ile uçurularak ham yağ elde edilmiştir [55].

3.5. Metilleştirme

Serbest yağ asitlerinin gaz kromatografik analizlerinin yapılması, yüksek kutuplaşma, düşük uçuculuk ve hidrojen bağı oluşturan serbest yağ asitleri yüzünden zordur. Atmosfer basıncında, yüksek molekül ağırlıklı serbest yağ asitlerinin kaynama noktaları, maddelerin ayırma sıcaklıklarına yakın veya onlardan yüksektir. Bu güçlüklerin üstesinden gelebilmek için uçurulabilen türevler hazırlanabilir. Bununla birlikte, yağ asidi metil esterleri ve diğer türevler, serbest yağ asitlerinin karşılaştırılırken dedektör duyarlılığını arttırmak için kullanılmaktadır. Yağ asitlerinin gaz kromatografisi ile analizi için türevlendirilmesi, hem maddelerin uçuculuklarını arttırmakta ve ayırmayı geliştirmekte, hem de kuyruklanmayı azaltmaktadır.

Bu çalışmada, reaktif olarak yağ asitlerini kısa sürede metilleştiren %14'lük Boron Trifluoride-Metanol (BF₃-Metanol) kullanılmıştır. Ağız sıkıca kapanabilen cam vial içerisine 25mg (± 0.1 mg) yağ örneği alınıp üzerine 1.5 ml 0.5N metanolik NaOH eklenmiştir. Azot gazı doldurularak ağız kapatılmış ve karıştırılmıştır. 95°C'deki su banyosunda 5 dakika ısıtıldıktan sonra soğutulurak üzerine 2 ml BF₃ ilave edilmiştir. Tekrar azot gazı doldurularak ağız sıkıca kapatılmış ve karıştırılmıştır. 95°C'deki su banyosunda 30 dakika ısıtılıp 30-40°C'ye kadar soğutulmuş ve üzerine 1 ml izooktan ilave edilmiştir. 30 saniye kuvvetlice çalkalandıktan sonra bir ayırma hunisine aktarılmıştır. 5 ml doygun NaCl çözeltisi ilave edilerek iyice karıştırılmış ve fazlar ayrılmıştır. Sulu faz alınarak üzerine ikinci kez 1 ml izooktan ilave edilmiştir. Ayırma hunisinde fazlar ayrılmış ve elde edilen 2 ml ekstrakt (izooktan) temiz bir vialde alınarak azot gazı doldurulup ağız sıkıca kapatılmıştır. Bu ekstrakt gaz kromatografisine enjekte edilmiştir.

3.6. Gaz Kromatografisi Özellikleri Ve Analizler

Yağ asidi metil esterlerinin yüzde konsantrasyonları, Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji Bölümü'nde bulunan HP Agilent 7890 A marka gaz kromatografisi ile yapılmıştır. Alev iyonlaştırıcı dedektör (FID) ve 100.0 m uzunluğunda, 0.25 mm I.D. iç çapında ve 0.20 µm film kalınlığında HP 88 marka kolon kullanılmıştır. Taşıyıcı gaz olarak azot (N₂) kullanılmıştır. Gaz akışları; hidrojen=40 ml/dk ve hava gazı=400 ml/dk, azot=50 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Split 50:1, split akış hızı 50,0 ml/dk olarak ayarlanmıştır. Fırın çalışma sıcaklığı; başlangıç 170°C, sıcaklık 1°C/dk arttırılarak 208°C 39 dakika, 2°C/dk arttırılarak 240°C'de 5 dakika bekletilir. Toplam süre 60 dakikadır. Enjektör sıcaklığı 250°C ve dedektör sıcaklığı 250°C olarak ayarlanmıştır. Gaz kromatografisinin otomatik enjektörüyle metillendirilmiş ekstraktan 1µl alınarak kromatografi cihazında pikler saptanmıştır. Örneklerden elde edilen pikler, yağ asitleri standart pikleriyle karşılaştırılarak tanımlanmış ve yağ asitleri yüzde olarak hesaplanmıştır.

Analizler sonucu bazı kromatogramlarda 53 farklı yağ asidi tespit edilmesine rağmen 35 tanesi, yağ asidi metil ester standardı olduğundan, diğerlerinin kalitatif tayinleri yapılamamıştır. Bunlar iz miktarda olup, döneme göre % 10–15 arasında değişmektedir.

3.7. İstatistik Analizler

Çalışmada elde edilen veriler altı tekrarın ortalamasından elde edilen verilerdir. Elde edilen verilerin SPSS 14.0 bilgisayar programı ile istatistik analizi yapılmıştır. Verilere önce ANOVA ve ardından Tukey testi uygulanmıştır. Ayrıca her bir grup için aritmetik ortalama \pm standart hata değerleri verilmiştir.

4. BULGULAR

4.1. Çalışılan Aylarda Uluabat Gölü'nün Sıcaklık, pH Ve Çözünmüş Oksijen Değerleri

Tablo 4.1 Uluabat Gölü'nün çalışılan aylardaki sıcaklık, pH ve çözünmüş oksijen değerleri.

Parametreler	Kasım	Aralık	Şubat	Nisan	Mayıs
Sıcaklık (C°)	12.03	9.37	8.1	19.08	22.5
pH	8.03	8.21	8.12	8.25	8.32
Çözünmüş Oksijen (mg/l)	9.34	8.26	9.54	7.62	7.12

Tablo 4.1'de görüldüğü üzere Uluabat Gölü'nde sıcaklığın Kasım ayından Şubat ayına kadar düşüş gösterdiği ve Nisan ayında ise önemli derecede artığı tespit edilmiştir. pH değerinde ise çalışılan aylar süresince önemli bir değişiklik olmamıştır. Çözünmüş oksijen miktarının kış aylarında yüksek olduğu, ancak ilkbahar mevsiminde suyun ısınması ile birlikte azaldığı görülmüştür.

4.2. İncelenen Balıkların Bazı Biyometrik Özellikleri

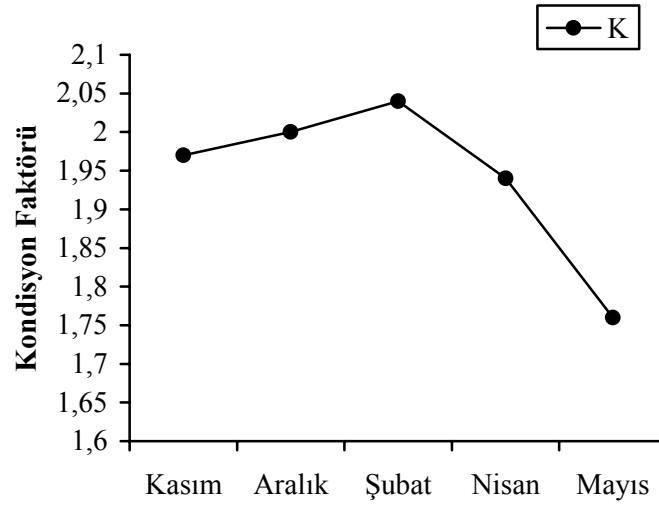
Bu çalışmada cinsel olgunluğa ulaşmış dişi bireyler kullanılmıştır. İncelenen balıkların bazı biyometrik özellikleri Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2 İncelenen balıkların bazı biyometrik özellikleri.

Aylar	n	Yaş Ort±SH	Ağırlık (g) Ort±SH	Total Boy (cm) Ort±SH	Gonad Ağırlığı (g) Ort±SH
Kasım	6	4.3±0.7	607±49.1	31.3±1.6	57±5.2
Aralık	6	4.7±0.9	564±70.3	30.4±1.2	46.7±8.9
Şubat	6	2.7±0.3	329.7±43	25.3±1.1	38±9.3
Nisan	6	2.3±0.3	135±38.6	19.1±1.9	15.7±8.7
Mayıs	6	2.7±0.2	350.1±23.1	27.1±0.7	31.2±4

4.3. İncelenen Balıkların Kondisyon Faktörü (K)

Kasım, Aralık, Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında incelenen türlerin kondisyon faktörleri ile ilgili grafik Şekil 4.1’de verilmiştir.

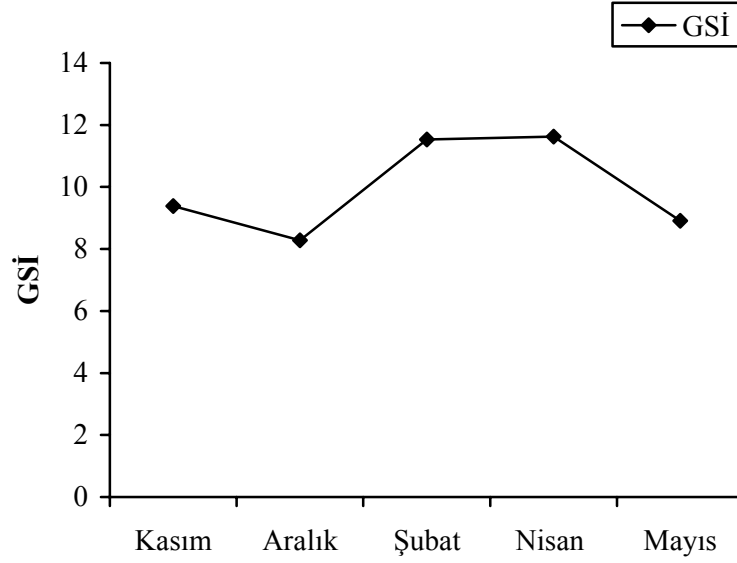


Şekil 4.1 *C. gibelio*'nun Kondisyon Faktörü (K) değerlerinin aylara göre değişimi.

C. gibelio bireylerinin Kondisyon Faktörü (K) değerleri en yüksek Şubat ayında (2.04) en düşük ise Mayıs ayında (1.76) görülmüştür.

4.4. İncelenen Balıkların Gonadosomatik İndeks (GSI) Değerleri

Çalışılan aylarda incelenen dişi bireylere ait GSI değerleri Şekil 4.2’de verilmiştir.



Şekil 4.2 *C. gibelio*'nun Gonadosomatik İndeks (GSI) değerlerinin aylara göre değişimi.

Uluabat Gölü'nde yaşayan *Carassius gibelio*'nun Gonadosomatik indeks değerlerinin kış aylarında arttığı Nisan ayından itibaren ise düştüğü görülmektedir.

4.5. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Yağ Asidi Bileşimi Ve Değişimi

İncelenen balıkların kas dokusu yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi Tablo 4.3’de verilmiştir (n=6).

Tablo 4.3 *C. gibelio*’nun kas dokusu yağ asidi bileşiminin aylara göre değişimi.

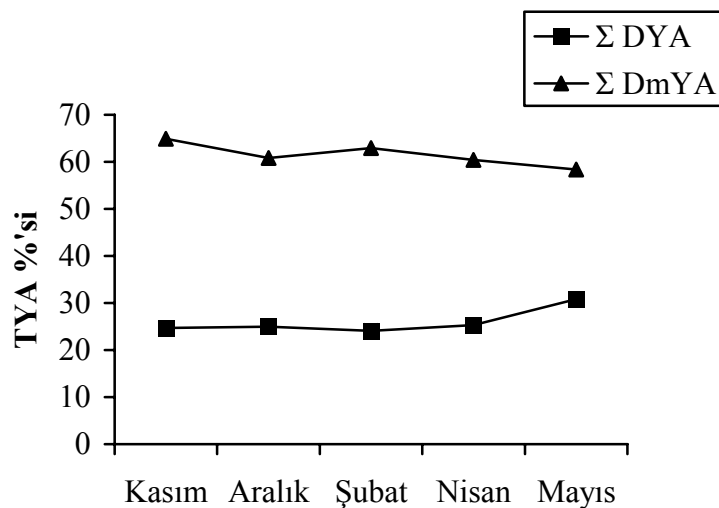
Yağ Asitleri	Kasım	Aralık	Şubat	Nisan	Mayıs
C8:0	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*
C10:0	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*
C11:0	0.01±0	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*
C12:0	0.07±0	0.09±0	0.03±0.0	0.03±0.0	0.02±0.0
C13:0	0.01±0	0.02±0	DLA*	DLA*	DLA*
C14:0	0.84±0.2	1±0.1	0.79±0.1	0.73±0.0	1.42±0.3
C14:1	0.35±0.3	0.06±0	0.02±0.0	0.13±0.1	DLA*
C15:0	0.34±0	0.44±0	0.45±0.0	0.6±0.1	0.62±0.1
C15:1	0.02±0	DLA*	0.07±0.0	0.02±0.0	DLA*
C16:0	15.6±0.5	15.7±0.4	14.8±0.3	14.1±0.3	20.6±1.4
C16:1	4.9±1.5	2.64±0.8	4.43±0.4	3.61±0.1	8.9±0.3
C17:0	0.59±0.1	0.65±0	0.79±0.0	0.85±0.1	0.57±0.2
C17:1	0.33±0.1	0.5±0.1	0.53±0.1	0.37±0.1	0.36±0.1
C18:0	5.41±0.8	5.26±0.2	5.49±0.2	5.94±0.1	8.22±0.6
C18:1n9t	0.15±0.1	0.08±0	0.11±0.0	0.18±0.0	0.05±0.1
C18:1n9c	12.4±2.9	11.1±0.9	6.5±0.5	4.32±0.1	12.9±0.6
C18:2n6t	0.19±0	0.23±0	0.34±0.0	0.37±0.0	DLA*
C18:2n6c	9.41±2.6	6.36±0.5	4.31±0.5	2.12±0.3	4.08±0.9
C18:3n6	0.23±0	0.15±0.1	0.08±0.0	DLA*	DLA*
C18:3n3	0.62±0.2	0.95±0.1	0.89±0.0	0.74±0.1	0.29±0.2
C20:0	0.09±0.1	0.04±0	0.19±0.0	0.26±0.0	0.06±0.1
C20:1	2.57±0.1	2.98±0.3	2.15±0.1	1.24±0.2	3.18±0.7
C20:2	0.78±0.1	0.74±0.1	0.95±0.0	0.74±0.1	0.09±0.1
C20:3n6	0.91±0.2	0.82±0	0.66±0.0	0.45±0.0	0.11±0.1
C20:3n3	3.55±0.3	3.73±0.2	4.32±0.0	4.21±0.5	2.63±0.5
C20:4n6	0.49±0.1	0.73±0.1	0.54±0.0	0.54±0.0	0.1±0.1
C20:5n3	6.84±0.7	6.78±0.3	8.94±0.1	9.57±0.5	11.6±0.7
C21:0	0.33±0.1	0.41±0.1	0.16±0.1	0.2±0.0	0.33±0.2
C22:0	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*
C22:1n9	0.4±0	0.39±0.1	0.49±0.0	0.41±0.1	DLA*
C22:2n3	1.04±0.1	1.17±0.1	1.35±0.1	0.71±0.1	0.11±0.1
C22:6n3	14.9±1.9	16±1.5	19.4±1.0	25.1±0.4	8.51±0.9
C23:0	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*	DLA*
C24:0	1.46±0.3	1.37±0.1	1.94±0.1	2.59±0.2	0.1±0.1
C24:1	4.84±0.5	5.54±0.3	6.36±0.1	5.47±0.1	4.25±0.9
Belirlenemeyenler	10.4±1.6	14.2±2.2	12.9±0.8	14.4±0.9	10.8±0.5

* Dedeksiyon limitinin altında (DLA).

Tablo 4.3’de görüldüğü gibi Gümüşü Havuz Balığı’nın kas dokusunda Kaprilik (C8:0), Kaprik (C10:0), Behenik (C22:0) ve Trikosanoik (C23:0) asitlere rastlanmamıştır. n3ÇÇBDmYA grubundan olan DHA (C22:6n3) %16.78 oranıyla TYA içinde ortalama olarak en çok bulunan yağ asidi olmuştur. Bunu %16.16 ile palmitik asit (C16:0) ve %9.44 ile oleik asit (C18:1n9c) takip etmiştir. TYA içerisinde çok bulunan bir diğer yağ asidi ise EPA (C20:5n3)’dır. TYA bileşiminin %8.75’inin EPA olduğu tespit edilmiştir. TYA bileşimi içinde önemli bir oran teşkil eden bu yağ asitlerinin çalışılan aylarda fazlaca değişken olduğu görülmüştür. DHA (C22:6n3) Mayıs ayında en düşük (%8.51), Nisan ayında en yüksek (%25.1) değerinde olduğu görülmüştür. Palmitik asit (C16:0) Nisan ayında en düşük (%14.1), Mayıs ayında en yüksek (%20.6) değerine ulaştığı saptanmıştır. Oleik asit (C18:1n9c) %4.32 oranıyla Nisan ayında en düşük, %12.9 oranıyla Mayıs ayında en yüksek değerinde olduğu görülmüştür.

4.6. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam DYA Ve Toplam DmYA Oranları

C. gibelio bireylerinin İncelenen aylar süresince toplam DmYA oranının toplam DYA oranından daima yüksek olduğu görülmektedir. Toplam DYA oranı en düşük Şubat ayında (%24.1), en yüksek Mayıs ayında (%30.8) görülmüştür. Toplam DmYA oranı ise en düşük Mayıs ayında (%58.4), en yüksek ise Kasım ayında (%64.9) tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

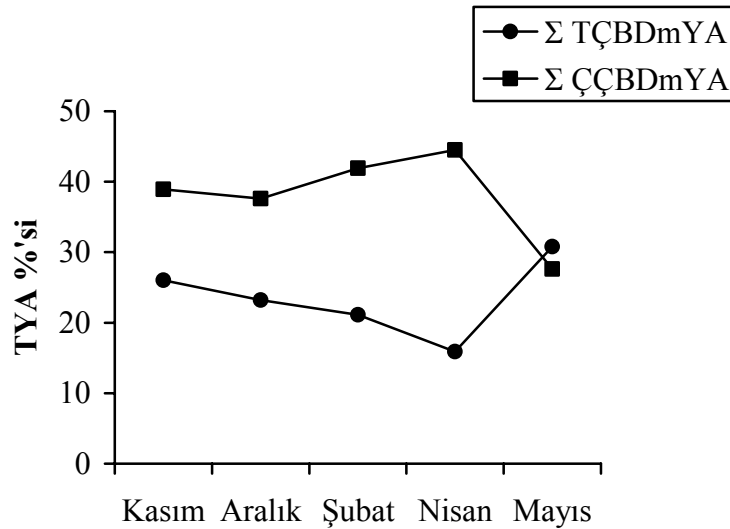


Şekil 4.3 *C. gibelio*'nun Toplam DYA ve Toplam DmYA oranlarının aylara göre değişimi.

4.7. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam TÇBDmYA Ve Toplam ÇÇBDmYA

Oranları

C. gibelio bireylerinin kas dokusunda bulunan TÇBDmYA oranı Kasım ayından Nisan ayına kadar düşüş göstermiştir ve ardından ani bir artış göstererek Mayıs ayında en yüksek değerine ulaşmıştır. ÇÇBDmYA değerleri ise Kasım ayı ile Aralık ayı arasında bir düşüş göstermiş olup Aralık ayından sonra Nisan ayına kadar ani bir yükseliş göstermiş ve Nisan ayında incelenen aylar arasında en yüksek değerine sahip olmuştur. ÇÇBDmYA Nisan ayından itibaren hızlı bir düşüş göstererek Mayıs ayında en düşük değere ulaşmıştır. Göl suyu sıcaklığının yükseldiği, aynı zamanda üreme mevsimi olan Nisan ayında toplam ÇÇBDmYA oranında keskin düşüş olduğu bununla birlikte toplam TÇBDmYA oranında ise belirgin bir artış gerçekleştirdiği tespit edilmiştir.

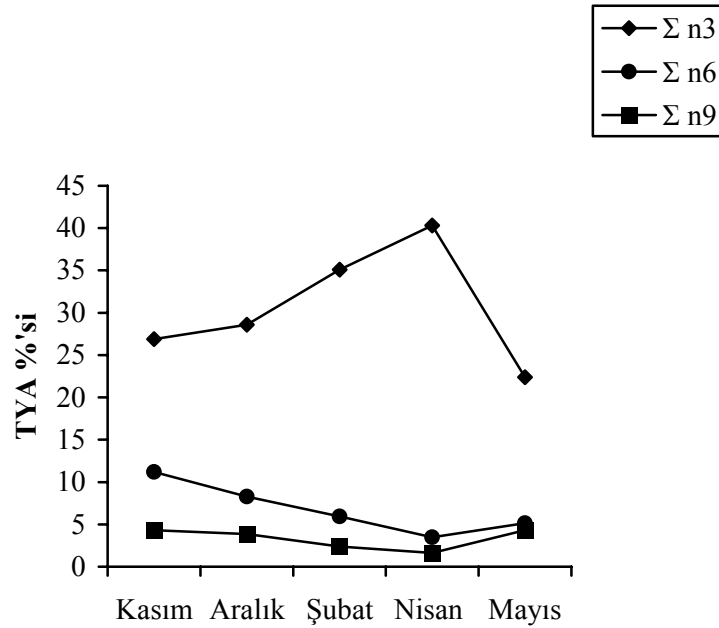


Şekil 4.4 *C. gibelio*'nun Toplam TÇBDmYA ve Toplam ÇÇBDmYA oranlarının aylara göre değişimi.

Toplam TÇBDmYA Mayıs ayında, Aralık, Şubat ve Nisan aylarına göre önemli derecede yüksek, toplam ÇÇBDmYA ise Mayıs ayında diğer aylara göre önemli derecede düşüktür ($p < 0.05$).

4.8. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam n3ÇÇBDmYA, Toplam n6ÇÇBDmYA Ve Toplam n9ÇÇBDmYA Oranları

C. gibelio bireylerinin kas dokusu n3ÇÇBDmYA oranı en yüksek değerine Nisan ayında (%40.3), en düşük değerine ise Mayıs ayında (%22.4) ulaşmıştır. Kas dokusunda bulunan n6ÇÇBDmYA ve n9ÇÇBDmYA oranları ise Nisan ayında en düşük değerlerine (%3.47-%1.67) ulaşmış oldukları görülmektedir. Kas dokusu n6ÇÇBDmYA oranının en yüksek olduğu ay Kasım iken (%11.2) n9ÇÇBDmYA oranının en yüksek olduğu aylar Kasım ve Mayıs aylarıdır (%4.32). İncelenen aylar süresince n3 grubu ÇÇBDmYA oranları, n6 ve n9 grubu ÇÇBDmYA oranlarından daima yüksek bulunmuştur. Kas dokusunun n6ÇÇBDmYA ve n9ÇÇBDmYA oranlarındaki değişim birbirleri ile paralellik gösterirken n3ÇÇBDmYA oranı ise bu yağ asitleri ile ters yönde değişim göstermektedir.

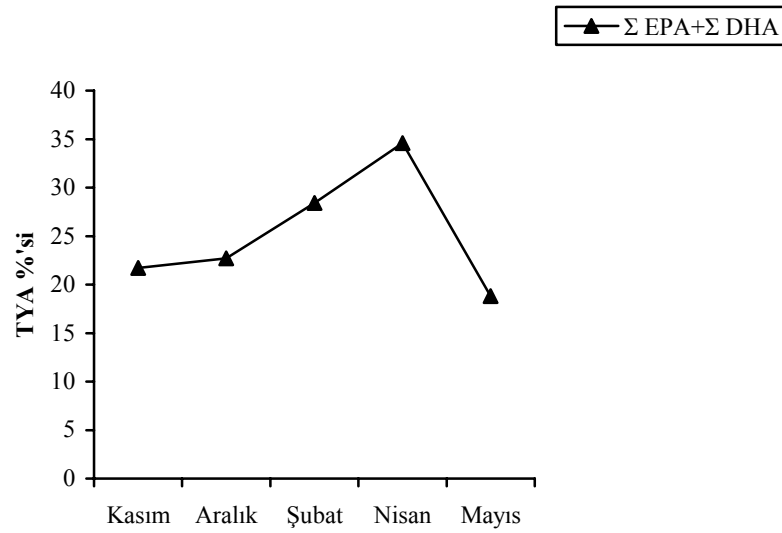


Şekil 4.5 *C. gibelio*'nun kas dokusunda bulunan Toplam n3ÇÇBDmYA, Toplam n6ÇÇBDmYA ve Toplam n9ÇÇBDmYA oranlarının aylara göre değişimi.

n3 grubu ÇÇBDmYA oranı Nisan ayında Kasım, Aralık ve Mayıs ayına göre önemli derecede yüksek, n6 grubu ÇÇBDmYA oranı ise Nisan ayında Kasım ve Aralık ayına göre önemli derecede düşüktür ($p<0.05$).

4.9. İncelenen Balıkların Kas Dokusu Toplam EPA + Toplam DHA Oranları

C. gibelio bireylerinin EPA ve DHA değerlerinin toplamı Nisan ayında en yüksek (%34.6), Mayıs ayında ise en düşük (%18.8) değerine ulaşmıştır (şekil 4.6).



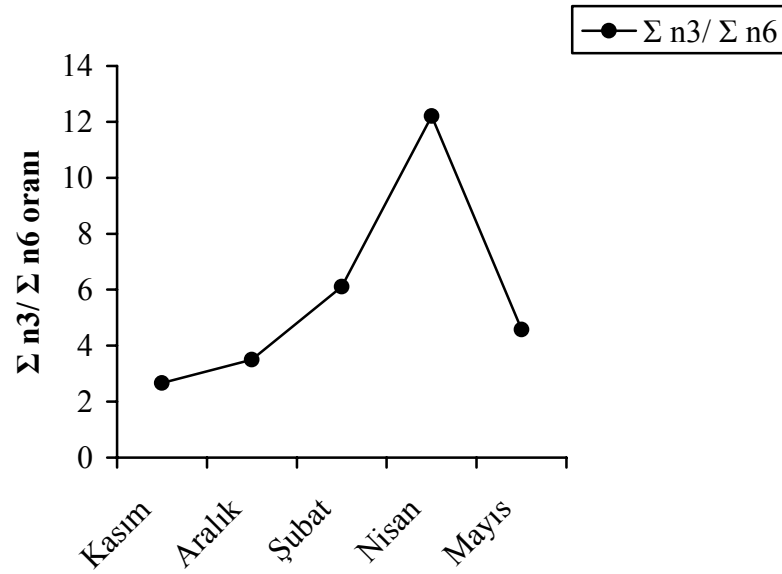
Şekil 4.6 *C. gibelio*'nun kas dokusunda bulunan Toplam EPA + Toplam DHA oranlarının aylara göre değişimi.

Şekil 4.6'da görüldüğü gibi toplam EPA ve toplam DHA oranları toplamının Nisan ayında diğer aylara göre önemli derecede yüksek olduğu bulunmuştur ($p<0.05$).

4.10. İncelenen Balıkların Toplam n3ÇÇBDmYA / Toplam n6ÇÇBDmYA

Oranının Aylara Göre Değişimi

C. gibelio bireylerinin kas dokusu Toplam n3ÇÇBDmYA / Toplam n6ÇÇBDmYA oranı Nisan ayında en yüksek (%12.2), Kasım ayında ise en düşük (%2.67) değerinde olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.7). Bu oranın kış aylarında sürekli arttığı ve Nisan ayından sonra ani düştüğü saptanmıştır.



Şekil 4.7 *C. gibelio*'nun kas dokusunda bulunan Toplam n3ÇÇBDmYA/Toplam n6ÇÇBDmYA oranının aylara göre değişimi.

Şekil 4.7'de görüldüğü üzere Toplam n3ÇÇBDmYA / Toplam n6ÇÇBDmYA oranı Nisan ayında diğer aylara göre önemli derecede yüksektir ($p < 0.05$).

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Uluabat Gölü'nde yaşayan *Carassius gibelio* (Gümüşi Havuz Balığı) türünün gonat gelişimi ile ilgili kas dokusu yağ asit bileşiminin araştırılmasını amaçladığımız bu çalışmada, aylara göre yağ asit bileşim ve değişimlerinin analiz edilmesinin yanında, Kondisyon faktörü ve Gonadosomatik indeks değerleri de hesaplanmıştır. Kasım 2006-Mayıs 2007 tarihleri arasında belirli zamanlarda Kasım, Aralık, Şubat, Nisan ve Mayıs aylarında toplam 30 adet balık örneği incelenmiştir.

İncelenen örneklerin kondisyon faktörü değerleri 1.76 (Mayıs ayı) ile 2.04 (Şubat ayı) arasında değişmiştir. Kondisyon faktörü Kasım ayından Şubat ayına kadar artmış ve Şubat ayından itibaren de kademeli olarak düşmeye başlamıştır. Bu kademeli düşüşün Şubat ayında başlamasının sebebi; Mart ayında değil de Nisan ayında numune alındığından kaynaklanıyor olabilir. *C. gibelio* su sıcaklığına bağlı olarak genelde Nisan ayında üremeye başlamaktadır. Bu çalışmada elde edilen GSİ değerleri de bu tezi doğrulamaktadır. İlkbahar yaz döneminde üreyen balık türlerinin kondisyon faktörünün bu dönemde en düşük değerlerini aldığı bildirilmiştir. Özcan ve Balık (2007)'ın Kemer Baraj Gölü'ndeki *C. carpio* türü üzerine yaptığı araştırmada Mayıs-Haziran ayları arasında üreyen bu türün kondisyon faktörü değerinin en düşük ilkbahar-yaz döneminde olduğu saptanmıştır [16, 56]. Kondisyon faktöründeki Kasım ayından Şubat ayına kadar olan yükselmenin sebebi; bu dönemde gonatların gelişmesi ile vücut ağırlığındaki artış olabilir. İncelediğimiz balıkların hepsi 2 yaş ve üzerinde olup cinsel olgunluğa ulaşmış olduklarından kondisyon faktörünün gonat gelişimi ile doğrudan ilişkili olması beklenen bir sonuçtur. Çünkü kondisyon faktörü değeri hesaplamalarında gonatlı balık ağırlığı esas alınmıştır. Üreme dönemi Nisan-Temmuz ayları arası olan *C. gibelio*'nun kondisyon faktöründeki Şubat ayından itibaren gerçekleşen düşüş; Mart ayında numune alınamaması sonucu kondisyon faktörünün hesaplanamamış olmasından kaynaklanabilir. Bu dönemde kondisyon faktöründe görülen düşüş *C. gibelio*'nun Nisan ayında yumurtalarını dökmeye başlamasıyla gerçekleşen vücut ağırlığındaki azalmadan kaynaklanmaktadır. Özcan ve Balık (2007)'ın Kemer Baraj Gölü'ndeki *C. carpio* bireyleri ile yaptığı bir çalışmada, Kondisyon faktörünün en yüksek kış mevsiminde (1.491), en düşük ise ilkbahar mevsiminde (1.273) olduğunu saptamışlardır [56]. Mater ve ark.(2003) İzmir Körfezi'ndeki *Sardinella aurita* balıkları üzerine yaptığı bir araştırmada tüm bireyler için minimum ve maksimum kondisyon faktörü değerinin sırasıyla 0.726 ile 1.712 arasında olduğu ve yaş gruplarına göre ortalama kondisyon faktörü değerinin I yaşında olan grubun 1.069, II yaşında olan grubun 1.242 ve III yaşında olan grubun 1.516 olduğu saptanmıştır. Dolayısıyla yaş ile birlikte kondisyon

faktöründe bir artış gözlenmiştir. Erkek bireylerde tespit edilen ortalama kondisyon faktörü değerleri I yaşında olan grubun 0.929, II yaşında olan grubun 1.350 ve III yaşında olan grubun 1.466 iken dişi bireylerde I yaşında olan grubun 1.162, II yaşında olan grubun 1.165 ve III yaşında olan grubun 1.432 olduğu tespit edilmiştir. Yaş grupları dikkate alınmaksızın sadece eşeylere göre hesaplanan ortalama kondisyon faktörü değerinin dişi bireylerde (1.390) erkek bireylere (1.330) göre biraz yüksek olduğu bulunmuştur. Çünkü kondisyon faktörü değeri hesaplamalarında gonatlı balık ağırlığı esas alınmıştır ve ovaryumların testislere göre daha ağır olduğu bilinen bir gerçektir [16, 55]. Hoşsucu (2001)'nin Güllük Lagünü'nde kefal türleri ile yaptığı çalışmasında sadece has kefalde kondisyon faktörü değerlerini üreme zamanıyla ilişkilendirmiş ve üreme zamanı olan Eylül ayında kondisyon faktörünün düşük olduğunu tespit etmiştir. Diğer kefal türlerinde üreme zamanlarıyla kondisyon faktörü arasında bir ilişki saptanamamıştır [57]. Bulgularımız Özcan ve Balık (2007)'in yaptığı çalışmalarda elde ettikleri bulgulardan oldukça yüksek çıkmıştır. Mater ve ark. (2003)'ün ve Hoşsucu (2001)'nin has kefal türü ile yaptığı çalışmada elde edilen bulgular ile çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular paralellik göstermektedir.

Yaptığımız araştırmada elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda GSİ değerleri 8.28 (Aralık ayı) ile 11.63 (Nisan ayı) arasında değişmiştir. Kasım ayında GSİ 9.39 değerindedir ve Aralık ayında düşmüş ve Aralık ayından Nisan ayına kadar kademeli olarak artmıştır bunun nedeni gonatların olgunlaşma sürecinin üremenin başladığı Nisan ayına kadar devam etmiş olmasıdır diyebiliriz. *C. gibelio*'nun Nisan ayından itibaren yumurtalarını dökmeye başlaması GSİ'deki Nisan-Mayıs aylarındaki düşüşün sebebi olabilir. Özcan ve Balık (2007)'in Kemer Baraj Gölü'ndeki *C. carpio* bireyleri ile yaptığı bir çalışmada, GSİ değerleri 0.25 ile 4.37 arasında değişmiştir. Bu araştırmacılar *C. carpio* bireylerinin mevsimlere göre GSİ değerlerinin en düşük sonbahar mevsiminde, en yüksek ise ilkbahar mevsiminde olduğunu bildirmişlerdir [56]. Yeldan ve ark.(2003)'ün Babadillimanı Koyu'ndaki *Spicara simaris* balıkları üzerinde yaptığı çalışmada gerek dişi ve gerekse erkeklerin GSİ değerlerinin yaklaşık aynı düzeyde dalgalanma gösterdikleri, eşeylere ait GSİ değerlerinin, Mayıs-Temmuz döneminde düşük olduğu; Ocak'tan itibaren artış göstererek, Mart ayında maksimuma eriştikten sonra Nisan'da azalmaya başladığı belirlenmiştir. Bu durumun, İzmarit balığının Ocak ayında eşeyssel yönden olgunlaşmaya başladığını ve Mart-Nisan aylarında ise yumurta bırakmasından kaynaklandığı bildirilmiştir [19]. Karataş (2000)'ün Kazova Kaz Gölü'nde *C. carpio* balıkları ile yapmış olduğu çalışmasında, GSİ değerlerinin 1.40 ile 8.26 arasında değiştiği ve ilkbahar mevsimde en yüksek seviyeye ulaştığı tespit edilmiştir [58]. Özyurt ve Avşar (2001)'in Seyhan Baraj Gölü'ndeki *C. carpio* bireyleri ile yapmış olduğu çalışmalarında ise GSİ değerleri 0.22 ile 1.19

arasında değişmektedir [59]. Özcan ve Balık (2007)'ın yaptığı çalışmada elde ettikleri GSI değerleri bizim çalışmalarımızda elde ettiğimiz değerlerden oldukça düşük çıkmıştır. Özcan ve Balık, Yeldan ve ark., Karataş ile Özyurt ve Avşar'ın yapmış olduğu çalışmalarda elde etmiş oldukları bulgular ise bizim bulgularımızla genelde uyum içinde olduğu söylenebilir. Literatürde verilen araştırma sonuçlarında balıklar arasında kondisyon faktörü ve GSI değerlerinin birbirlerinden oldukça farklı olması son derece normaldir. Çünkü bu değerler türler arasında değiştiği gibi mevsimsel olarak da oldukça değişkenlik göstermektedir.

Bu çalışmada incelenen *Carassius gibelio* bireylerinin kas dokusu TYA bileşiminin ortalama %25.98'ini DYA'nin oluşturduğu saptanmıştır. DYA oranı aylar arasında %24.1 (Şubat ayı) ile %30.8 (Mayıs ayı) arasında değişmiştir. İncelediğimiz balıkların kas dokusu TYA içinde DYA'lerinden palmitik asit (%16.16) ve stearik asit (%6.06) en çok bulunan yağ asitleridir. Kara (2001), Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *Chondrostoma regium* bireylerinin üreme öncesi ve sonrası kas dokusu yağ asidi bileşimi ile ilgili yaptığı çalışmada; doymuş yağ asidi oranlarının %18.64 ile %39.2 arasında değiştiğini saptamıştır. Araştırmacı bu türün kas dokusunda en fazla bulunan doymuş yağ asitlerinin palmitik ve stearik asitler olduğunu tespit etmiştir [60]. Akpınar (1985)'ın *C. carpio* bireyleri üzerine yapmış olduğu çalışmada sonbahardan başlayarak kış sonuna doğru artış kaydedilen DYA'lardan palmitik asit ve stearik asit, üreme mevsimi sonunda istatistiki olarak önemli bir azalma göstermiştir. Araştırmacı, palmitik asidin %19.68–29.5 ve stearik asidin ise %5.06–8.05 arasında değiştiğini saptamıştır. Yaz aylarında artış kaydedilen araşidik ve behenik asilerinde yumurtlama periyodunda azaldığı da saptanmıştır [9]. Uysal (2003), Eğirdir Gölü'nde yaşayan sudak balığının kas dokusu doymuş yağ asitlerinin %60–70'ini palmitik asidin oluşturduğunu saptamıştır [47]. Kara, Akpınar ve Uysal'ın yapmış olduğu çalışmalarda elde ettikleri bulgularla bizim bulgularımız karşılaştırıldığında TYA içinde bulunan DYA oranları bakımından birbirlerine paralel sonuçlar elde edilmiştir. Balıkların TYA bileşiminin önemli bir kısmını palmitik asidin oluşturduğu ve palmitik asidin, balık metabolizmasında anahtar rol oynadığı bildirilmiştir. Bu çalışmada, *C. gibelio*'nun kas dokusunda da incelenen aylarda palmitik asit en çok bulunan yağ asididir. Kara, Akpınar ve Uysal'ın da belirttiği gibi, *C. gibelio* yağ asit metabolizmasında palmitik asidin anahtar rol oynadığı söylenebilir.

Uluabat Gölü'nde yaptığımız bu çalışmada *Carassius gibelio* bireylerinin kas dokusu TYA bileşiminin %58.4–64.9'unu DmYA'nin oluşturduğu saptanmıştır. İncelenen türlerin kas dokusu TYA içindeki TÇBDMYA oranları Nisan ayında %15.9, Mayıs ayında ise %30.8 oranlarında bulunmuştur. Çalışılan aylarda %4.32–12.9 arasında değişen oleik asidin TYA

içinde en çok bulunan TÇBDmYA olduğu saptanmıştır. Yılmaz (1995), Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* üzerine yaptığı çalışmada; TÇBDmYA'dan en fazla bulunan yağ asitlerinin oleik ve palmitoleik asitler olduğunu tespit etmiştir [23]. Akpınar (1986)'ın *C. carpio* balıkları ile yaptığı çalışmada, TÇBDmYA'dan en fazla bulunan yağ asidinin (%16.96 ile %21.17 arasında değişen) oleik asit olduğunu bildirilmiştir [61]. Gürsu (1999), Keban Baraj Gölü'nde *C. trutta* ve *B. rajonarum mystaceus* türleri ile yaptığı çalışmada ise; TÇBDmYA oranının ortalama %20.1 olduğu bildirilmiştir. Aynı çalışmada en çok bulunan TÇBDmYA'ların ise oleik ve palmitoleik asitler olduğu tespit edilmiştir [62]. Sağlık (1994), denizlerimizde yaşayan levrek, sinarit, mercan, karagöz, tekir, uskumru, dil, çinekop, lüfer ve sardalya balıkları üzerine yapmış olduğu çalışmada TÇBDmYA oranlarının %18.3 ile %59 arasında değiştiğini bulmuştur [29]. Bulgularımızı diğer araştırmacıların bulguları ile karşılaştırdığımızda; ilgili bulgularımızın genelde uyum içinde olduğu görülmüştür. İncelenen türlerin kas dokularındaki TÇBDmYA ve oleik asit oranlarında görülen farklılıkların ise tür ve habitat farklılığından kaynaklanabileceği söylenebilir. Çünkü balık yağ asidi bileşiminin türler arasında değişim gösterdiği ve habitat farklılıklarının balıkların yağ asit bileşimine yansıdığı belirtilmiştir [23, 29, 47].

Yapmış olduğumuz çalışmada *C. gibelio* türünün kas dokusu ÇÇBDmYA oranı en çok Nisan ayında (%44.5), en az ise Mayıs ayında (%27.6) görülmüştür. Şekil 4.5'de de görüldüğü üzere TYA içinde ÇÇBDmYA oranı TÇBDmYA oranına göre daha yüksek bulunmaktadır ve TÇBDmYA ile ÇÇBDmYA oranının aylar arasında birbiriyle zıt bir ilişkiye sahiptirler. Yani bir grup artarken diğer grup azalmaktadır. Çevre şartları (özellikle su sıcaklığındaki değişim ve besin durumu) ve fizyolojik durum balık yağ asidi bileşiminde önemli etkiye sahiptir. Literatür bilgilerine göre üremenin başlamış olduğu Nisan ayında ÇÇBDmYA'nın artıp TÇBDmYA'nın azalması ÇÇBDmYA'nın üreme ve soğuk kış şartlarına adaptasyon için gerekli olan yağ asitleri grubu olduğunun göstergesi olarak kabul edilebilir. Uysal (2000)'ın Eğirdir Gölü'ndeki sudak balıkları üzerine yapmış olduğu çalışmada, gonatların olgunlaşması için ÇÇBDmYA'nın özellikle n3ÇÇBDmYA'nın diğer yağ asitlerinden daha önemli olduğunu ifade etmiştir [4]. Gallagher (1991), atlantik kurbağa balığı ve deniz kefali üzerine yaptığı çalışmada; ÇÇBDmYA oranının mevsimsel olarak %2.70–17.32 arasında değişim gösterdiğini bildirmiştir [63]. Kara (2001), *C. regium*'un dişi ve erkek bireylerde üreme öncesi ve sonrası kas dokusu yağ asidi bileşimi ile ilgili yaptığı çalışmada; erkek bireylerde ÇÇBDmYA oranı üreme öncesi dönemde %15.83, üreme sonrası dönemde ise %8.66 olduğunu tespit etmiştir. Aynı çalışmada; dişi bireylerin ÇÇBDmYA oranı üreme öncesi dönemde %23.42, üreme sonrası dönemde ise %9.06 olarak tespit edilmiştir [60]. Gürsu ve ark. (1999)'nın, Elazığ Keban Baraj Gölü'nde yaptığı

araştırmada ÇÇBDmYA oranlarını *C.trutta*'nın dişi ve erkek bireylerinde %41.02–53.13 arasında, *B.rajonarum mysteaceus*'un dişi ve erkek bireylerinde ise %44.31–56.90 arasında olduğunu saptamıştır [62]. Özyurt ve ark. (2001), ince dudaklı kefalın kas dokusunda ÇÇBDmYA oranını %33.86 ile %39.93 arasında olduğunu saptamışlardır [59]. Oranlarda farklılıklar olsa da bulgularımızın yukarıdaki araştırmacıların bulguları ile uyum içinde olduğu söylenebilir. Göl suyu sıcaklığının düştüğü kış aylarında ÇÇBDmYA oranı artmakta, sıcaklığın arttığı Nisan ayından sonra ise azalmaktadır. Yapılan çalışmalarda balıkların soğuk sulara adaptasyonunda ÇÇBDmYA'nın önemli rol oynadığı bildirilmiştir. Bu yağ asitleri hücre zarı fosfolipit yapısına katılmakta ve yapısı gereği hücre zarını soğuk ortamlarda daha fonksiyonel yapmaktadır. Yapılan birçok araştırmada soğuk sulara yaşayan aynı tür balıkların ılık sulara yaşayan hemcinslerinden daha yüksek oranda ÇÇBDmYA oranına sahip oldukları belirtilmiştir [64]. Literatür verileri, bizim tespit ettiğimiz göl su sıcaklığı ile yağ asit metabolizmasındaki değişimlerle ilgili verileri desteklemektedir.

Yapmış olduğumuz çalışmada elde ettiğimiz bulgular doğrultusunda EPA+DHA'nın en yüksek oranda bulunduğu ay Nisan (%34.6), en düşük bulunduğu ay ise Mayıs (%18.8) ayıdır. Bulut (2004)'un, yapmış olduğu bir çalışmada; çipura ve levrek balıklarının döllenmiş yumurtalarında ÇÇBDmYA oranları sırasıyla %24.68 ve %31.36 bulunmuştur. Bu balıkların yumurtalarında en çok bulunan ÇÇBDmYA'nın ise DHA olduğu bildirilmiştir [65]. Yaptığımız araştırmada elde ettiğimiz EPA+DHA oranında Nisan-Mayıs ayları arasında gerçekleşen bu ani düşüşün sebebi ÇÇBDmYA oranında olduğu gibi bu aylarda su sıcaklığındaki ani yükselişten kaynaklanıyor olabilir.

Bulgularımıza göre; kas dokularında n3 grubu ÇÇBDmYA'nın %22.4 (Kasım ayı) ile %40.3 (Nisan ayı) değerleri arasında, n6 grubu ÇÇBDmYA'nın ise %3.47 (Nisan ayı) ile %11.2 (Kasım ayı) arasında olduğu görülmüştür. n3 grubu ÇÇBDmYA'nın n6 grubu ÇÇBDmYA'ya oranları en düşük değeri Kasım ayında (%2.67), en yüksek değeri ise Nisan ayında (%12.2) tespit edilmiştir, n6 ve n9 ÇÇBDmYA değişiminin birbirine paralel olarak seyrettiği n3 grubu ÇÇBDmYA değişiminin ise n6 ve n9 grubu ÇÇBDmYA'nın aksine hareket ettiği görülmüştür (Şekil 4.5). n3 grubu ÇÇBDmYA oranı üreme döneminin başladığı Nisan ayına kadar yükselmesi bu aydan sonra düşmesi gonat gelişimi ve su sıcaklığı değişimi ile paralellik göstermektedir. Uysal (2000)'ın Eğirdir Gölü'ndeki sudak balıkları üzerinde yapmış olduğu çalışmadan elde edilen veriler ile bulgularımız uyum içindedir. Kara (2001)'nin Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *Chondrostoma regium* balıkları üzerine yapmış olduğu çalışmasında erkek bireylerde ÇÇBDmYA'nın üreme öncesi dönemde %15.83, üreme sonrası dönemde ise %8.66,

dişi bireylerin ÇÇBDmYA oranı üreme öncesi dönemde %23.42, üreme sonrası dönemde ise %9.06'ya düştüğünü tespit etmiştir [60]. Haliloğlu (2002)'nin damızlık Gökkuşacağı alabalıklarıyla yapmış olduğu bir çalışmada ise yumurta ve spermde bulunan n3 grubu ÇÇBDmYA'nın, n6 grubu ÇÇBDmYA'dan fazla olduğu saptanmıştır [66]. Yılmaz (1996), Hazar Gölü'nde bulunan *Capoeta capoeta umbla*'nın kas dokusu yağ asit bileşimini incelemiş ve n3 grubu ÇÇBDmYA'nın n6 grubu ÇÇBDmYA'dan fazla olduğunu saptamıştır. Aynı zamanda n3 grubu ÇÇBDmYA'dan EPA ile DHA değerlerinin diğer ÇÇBDmYA'dan fazla olduğunu bulmuştur [67]. Kara (2001)'nin Sır Baraj Gölü'nde yaşayan *Chondrostoma regium* balık türü üzerine yapmış olduğu çalışmada n3 grubu ÇÇBDmYA'nın n6 grubu ÇÇBDmYA'dan fazla olduğu belirtilmiştir [60]. Uysal (2003)'in Sudak balıkları üzerine yapmış olduğu çalışmada, balıkların kas ve karaciğerlerindeki n3 grubu ÇÇBDmYA oranlarının yıl içinde %6-29, n6 grubu ÇÇBDmYA oranlarının %5-14 arasında değiştiği saptanmıştır [47]. Gürsu (1999), Fırat Nehrindeki *C. trutta* ve *B. rajonarum mystaceus* türlerinde n3 grubu ÇÇBDmYA oranlarının n6 grubu ÇÇBDmYA oranlarından fazla olduğunu bildirmiştir [62]. Yapmış olduğumuz çalışmada elde etmiş olduğumuz n3ÇÇBDmYA değerlerinin kış aylarında ve bundan sonra üremenin başladığı Nisan ayına kadar yüksek, üremenin ilerlediği, aynı zamanda sıcaklığın arttığı Mayıs ayında ise en düşük seviyelere inmesi bu yağ asidi grubunun su sıcaklığı, üreme ve yumurtlama faaliyetlerinden önemli derecede etkilendiğini göstermektedir.

Bulgularımız sonucunda genel olarak, tüm yağ asidi gruplarının gonat gelişimi ve çevresel faktörlerden önemli derecede etkilendiği tespit edilmiştir. *C. gibelio* oldukça kılçıklı bir türdür. Bundan dolayı da gıda değeri düşüktür. Ancak yerel halk tarafından çoklukla tüketilmektedir. Yerel halkın önemli bir protein kaynağı olan *C. gibelio*'nun kas dokusu n3ÇÇBDmYA oranı ise diğer birçok ekonomik tatlısu balıkları ile aynı oranda veya daha yüksektir. Bundan dolayı Gümüşü Havuz Balığı'nın özellikle yerel halk için önemli bir n3ÇÇBDmYA kaynağı olduğu söylenebilir.

KAYNAKLAR DİZİNİ

- [1] Turan, H., Kaya, Y. ve Sönmez, G., Balık etinin besin değeri ve insan sağlığındaki yeri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 23, Ek (1/3): 505-508 s., 2006.
- [2] Ackman, R.G., Characteristics of the fatty acid composition and biochemistry of some freshwater fish oils and lipids in comparison with marine oils and lipids, Comp. Biochem. Physiol., 22, 907-922 s., 1967.
- [3] Saka, H., Beslenen ve aç bırakılan *Salmo gairdnerii* R. (Osteichthyes: Salmonidae)' nin karaciğer ve kas dokusu total lipid ve total yağ asidi içeriğinin araştırılması, T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 63 s., 1996.
- [4] Uysal, K., Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin. 1758) balıklarının total lipid, total yağ asidi ve yağ asidi bileşiminin mevsimsel incelenmesi, Doktora tezi, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, 76 s., 2000.
- [5] Cai, Z. ve Curtis, L.R., Effects of diet and temperature on food consumption, growth rate and tissue fatty acid composition of Triploid Grass Carp. Aquaculture, 88, 313-327 s., 1990.
- [6] Deng, J.C., Orthefer, F.T., Dennison, R.L. ve Watson, M., Lipids and fatty acids in Mullet (*Mugil cephalus*), seasonal and locational variations, Jour. Of Food Science, 4, 1479-1483 s., 1976.
- [7] Agren, J., Muje, P., Hanninen, O., Herranen, J. ve Penttula, I., Seasonal variations of lipid fatty acids of Boreal freshwater fish species, Comp. Biochem. Physiol., 88, 905-909 s., 1987.
- [8] Metin, K., Topardıç Deresindeki (Kangal-Sivas) *Cyprinion macrostomus* Heckel, 1843 (Osteichthyes: Cyprinidae)' ların gonadal total lipid, total yağ asidi ve glikojen içeriğinin mevsimsel değişimi, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 75s., 1992.
- [9] Akpınar, M.A., *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes: Cyprinidae)' nin ergin olmayan ve ergin bireylerinde gonatların total lipid ve yağ asidi bileşimleri, T.C. Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora tezi, 70 s., 1985.
- [10] Yıldırım, İ., Çipura balığı, *Sparus aurata* L. 1758 (Osteichthyes: Sparidae)'nin total yağ asidi bileşiminin mevsimsel değişimi, T.C. Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 35 s., 2006.
- [11] Haliloğlu, H.İ., Farklı işletmelerde yetiştirilen Gökkuşluğu alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*)' nin kas ve adipoz dokuları ile karaciğer ve gonadlarındaki yağ asidi profillerinin belirlenmesi, Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Anabilim Dalı, Doktora tezi, 113 s., 2001.
- [12] Love, M., The chemical biology of fishes, Academic Press, 547 p., 1970.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [13] Kiessling, A., Johansson, L. ve Storebakken, T., Effects of reduced feed ration levels on fat content and fatty acid composition in white and red muscle from Rainbow Trout. *Aquaculture*, 79, 169–175 s., 1989.
- [14] Farkas, T., Adaptation of fatty acid composition to temperature- A study on Carp (*Cyprinus carpio* L.) Liver Slices. *Comp. Biochem. Physiol.*, 79, 531-535 s., 1984.
- [15] Dutta, H., Das, A. and Farkas, T., The role of environmental temperature in seasonal changes of fatty acid composition of hepatic lipid in an Air-Breathing Indian Teleost (*Channa punctatus*), *Comp. Biochem. Physiol.*, 81, 341-347 s., 1985.
- [16] Geldiay, R. ve Balık, S., Türkiye Tatlısu Balıkları, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, 46, 644 s., 2007.
- [17] Cirik, S. ve Cirik, Ş., *Limnoloji*, Ege Üniversitesi Basımevi, 123 s., 1991.
- [18] Becer, Z.A., Eğirdir Gölü Sudak (*Stizostedion lucioperca* Lin., 1758) populasyonunun yapısı ve gelişmesi üzerine bir araştırma, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Yüksek lisans tezi, 63 s., 1995.
- [19] Yeldan, H., Avşar, D., Özütok, M. ve Çiçek E., Babadillimanı Koyu'ndaki (Silifke-İçel) İzmarit balıklarının (*Spicara smarıs* L., 1758) büyüme ve üreme özellikleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 20, Sayı (1-2): 35-42 s., 2003.
- [20] Kinsella, J.E., α -Linolenic acid: functions and effects on Linoleic acids metabolism and Eicosanoid-mediated reactions, *Advantures in food and nutrition research*, 35, 2-160 s., 1991.
- [21] Kandemir, Ş., Derbent Baraj Gölü'nde kültürü yapılan Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss* W., 1792)'nin total lipid ve yağ asidi ile yağ asidi cins ve miktarlarının aylara ve mevsimlere göre değişimi, Ondokuz Mayıs Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora tezi, 164 s., 1999.
- [22] Kurtoğlu, Z., Okumuş, İ. ve Çelikkale, M.S., Doğu Karadeniz Bölgesi'nde ticari bir işletmedeki Gökkuşuğu Alabalığı (*Oncorhynchus mykiss*) anaçlarının döl verim özellikleri ve yavrularının büyüme performansının belirlenmesi, *Tr. J. Of Veterinary and Animal Sciences* 22, 489–496 s., 1998.
- [23] Yılmaz, Ö., Elazığ Hazar Gölü'nde yaşayan *Capoeta capoeta umbla* (Heckel., 1843)'nin total yağ asidi miktarı ve yağ asitleri cinslerinin mevsimlere göre değişimi, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Biyoloji Anabilim Dalı, Doktora tezi, 133 s., 1995.
- [24] Namara, D.J., Dietary fatty acid, lipoproteins and cardiovascular disease. *Adventures In Food And Nutrition Research*, 36, 254–334 s., 1992.
- [25] Hsich, R.J., ve Kinsella, J.E., Oxidation of polyunsaturated fatty acids: Mechanisms Products And İnhibition Research, 33, 234–320 s., 1989.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [26] Reiser, R., Stevenson, B., Kayama, M., Choudhury, R.B.R. ve Hood, D.W., The influence of dietary fatty acids and enviromental temperature on the fatty acid composition of Teleost Fish. Jour. American Oil Chem. Soc. 40, 507–513 s., 1963.
- [27] Yılmaz, E., Naz, M., Akyurt, İ. ve Türkmen, M., Karabalıklarda (*Clarias gariepinus*, Burchell, 1822) Üreme periyodu ve larvaların gelişim dönemlerine ait kimyasal kompozisyonlarının tespiti üzerine bir araştırma, Türk Sucul Dergisi., 2007.
- [28] Young, V., The usage of fish oils in food, Lipid Technology, 2, 7-10 s., 1990.
- [29] Sağlık, S., Bazı balık, midye ve karides türlerinin yağ asidi kompozisyonları ve kolesterol içeriklerinin gaz kromatografik incelenmesi, İstanbul Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Analitik Kimya Anabilim Dalı, Doktora tezi, 68 s., 1994.
- [30] Wang, Y.J., Miller, L.A., Peren, M. ve Addis, P.B., Omega3 fatty acids in Lake Superior Fish. Jour. Of Food Science, 55, 72–73 s., 1990.
- [31] Love, R.M. Basic facts about fish, In A. Aitken, I.M. Mackie, J.H. Merritt & M.L. Windsor (Eds.), Fish handling and Processing, Chap 2. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food, Torry Research Station 2-19 s., 1982.
- [32] Soivio, A., Niemistö, M., Backström, M., Fatty acid composition of *Coregonus muksun* Pallas: changes during incubation, Hatching, Feding and Starvation. Aquaculture, 79, 163–168 s., 1989.
- [33] <http://www.fishbase.org>
- [34] Kandars, B. ve Kowalchuk, M., Omega3 fatty acids and cancer metostasis in humans, World Review of Nutrition and Dietetics, 66, 477-487 s., 1990.
- [35] Demir, O., Lipid kaynakları ve lipid düzeyleri farklı rasyonların Gökkuşığı Alabalığı (*Onchorhynchus mykiss*)' nin büyüme-gelişme ve yağ asidi bileşimine etkileri, Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Su Ürünleri Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora tezi, 82 s., 1997.
- [36] Bulut, S., Farklı alanlarda [Apa (Konya) ve Selevir Baraj Gölü (Afyon)] yaşayan *Cyprinus carpio* L. (Osteichthyes, Cyprinidae)'nun kas dokusu yağ asitleri ve kolesterol seviyelerinin incelenmesi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 128 s., 2002.
- [37] Jangaard, P.M., Brockerhoff, H., Burger, R.D. ve Hoyle, R.J., Seasonal changes in general condition and lipid content of Cod from Inshore Waters. Jour. Fisheries Research Board of Canada, 24, 607-612 s., 1967.
- [38] Bishop, D.G., James, D.G. ve Olley, J., Lipid composition of Slender Tuna (*Allosthunnus falloi*) as related to lipid composition of their feed (*Nyctiphanes australis*), Jour. Fishes Research Board of Canada, 33, 1156–1161 s., 1976.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [39] Satoh, S., Poe, W.E. ve Wilson, R.P., Studies on the essential fatty acid requirement of channel Catfish, *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 79, 121–128 s., 1989.
- [40] Bergeström, E., Effect of natural and artificial diets on seasonal changes in fatty acid composition and total body lipid content of wild and hatchery reared Atlantic Solmon (*Salmo salar* L.) parr-smolt, *Aquaculture*, 82, 205-217 s., 1989.
- [41] Kaya, Y., Duyar, H.A. ve Erdem, M.E., Balık yağ asitlerinin insan sağlığı için önemi, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 21, Sayı(3-4): 365-370 s., 2004.
- [42] Cai Z., Curtis, L.R., Effects of diet on consumption, growth and fatty acid composition in Young Grass Carp, *Aquaculture*, 81, 47–60s., 1989.
- [43] Suzuki, H., Influence of commercial dietary fatty acids on polyunsaturated fatty acids of cultured freshwater fish and comparison with those of wild fish of the same species, *Jour. Agric. Food Chem.*, 34, 58-60 s., 1986.
- [44] Çelik, S. ve Demirel, M., İnsan ve hayvan sağlığı bakımından omega yağ asitleri ve konjuge linoleik asidin önemi, Yüzüncü Yıl Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi Cilt 9, Sayı: 1, 25-35 s., 2004.
- [45] Karabulut, H.A. ve Yandı, İ., E. Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt 23, Ek (1/3): 339-342 s., 2006.
- [46] Yılmaz, H., Beymelek Lagünü'ne giren bazı migratör balıkların yağ asidi bileşiminin araştırılması, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek lisans tezi, 48 s., 2008.
- [47] Uysal, K. ve Aksoylar, M.Y., Eğirdir Gölü'nde yaşayan Sudak Balıklarının n-3 yağ asitleri oranı ve sağlık üzerine etkisinin değerlendirilmesi, Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 5, 61-46 s., 2003.
- [48] Emiroğlu, Ö., Şahin, Y. ve Sarı, H.M., Zararlı ve istilacı bir tür olan *Carassius gibelio*'nun Uluabat Gölü balıkçılığı üzerine verdiği zararlar, Türkiye Sulakalanlar Kongresi, Bildiriler Kitabı, 201-209 s., 2009.
- [49] Sarı, H., Balık, S., Ustaoglu, R. ve İlhan, A., Population structure, growth and mortality of *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) in Buldan Dam Lake, *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 8: 25-29 s., 2008.
- [50] Kırankaya, Ş.G. ve Ekmekçi, F.G., Türkiye'de yayılış alanı genişleyen yabancı bir balık türü olan *Carassius gibelio* (Bloch,1782)'nin Gelingüllü Baraj Gölü (Yozgat) populasyonunun büyüme, üreme ve beslenme özellikleri, III. Ulusal Limnoloji Sempozyumu İzmir., 2008.
- [51] Yılmaz, M., Bostancı, D., Yılmaz, S. ve Polat, N., Eğirdir Gölü (Isparta)'nda yaşayan Havuz Balığı (*Carassius gibelio* Bloch, 1782)'nin beslenme rejimi, Türk Sucul Yaşam Dergisi, Yıl 3-5, Sayı 5-8, 230-239 s., 2007.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [52] <http://www.cevreorman.gov.tr>
- [53] Koyuncu, V., Şahin, Y. ve Emiroğlu, Ö., Uluabat Gölünde (Bursa) yaşayan *Scardinius erythrophthalmus* L., 1758 (Kızılkanat Balığı) populasyonunun büyüme parametrelerinin araştırılması, Ulusal Su Günleri, Antalya, Türk Sucul Dergisi 288-296 s., 2007.
- [54] Lagler, K.F., Freshwater Fishery Biology, W.M.C. Brown Company Publishers, 421 p., 1956.
- [55] Mater, S., Bayhan, B. ve Sever, T.M., İzmir Körfezi'nde (Ege Denizi) dağılım gösteren büyük Sardalya (*Sardinella aurita* Valenciennes, 1847)'nin büyüme özellikleri ile kondisyon faktörü üzerine araştırmalar, E. Ü. Su Ürünleri Dergisi, Cilt 20, Sayı(1-2): 111-119 s., 2003.
- [56] Özcan, G. ve Balık, S., Kemer Baraj Gölü'ndeki Sazan (*Cyprinus carpio*)'ın Gonadosomatik İndeks değerleri ve et verimi, Türk Sucul Dergisi, 176-180 s., 2007.
- [57] Hoşsucu, B., Güllük Lagünü (Ege Denizi) kefal türlerinin (*Mugil spp.*) bazı büyüme özellikleri, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Dergisi, Cilt 18, Sayı (3/4): 421-435 s., 2001.
- [58] Karataş, M., Kazova (Tokat) Kaz Gölü Sazan (*Cyprinus carpio* L., 1758) populasyonu'nun üreme özelliklerinin incelenmesi, Turk J. Vet. Anim. Sci., 24, 2000, 261-265 s., 2000.
- [59] Özyurt, C. E. ve Avşar, D., Seyhan Baraj Gölü Sazan (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758)'ların bazı biyolojik özelliklerinin belirlenmesi, E. Ü. Su Ürünleri Dergisi Cilt:18, Sayı:3-4, 333-342 s., 2001.
- [60] Kara, C., Sır Baraj Gölü (Kahramanmaraş)'nda yaşayan *Chondrostoma regium* (Heckel, 1843)'un dişi ve erkek bireylerinin kas dokusu yağ asitlerinin değişimi ; Fen ve Mühendislik Dergisi. Cilt 4, sayı, 1, 74-78 s., 2001.
- [61] Akpınar, M.A., *Cyprinus carpio* L.(Osteichthyes: Cyprinidae)' nun kas dokusu yağ asitlerinin mevsimsel değişimi. Doğa Türk Biyo. D. 11 (1), 1-9 s., 1986.
- [62] Gürsu, F., Konar.V., Canpolat.A., Yılmaz.Ö., *Capoeta trutta* ve *Barbus rajanorum mystaceus*'un kas dokularındaki total lipit ve yağ asidi miktar ve bileşimlerinin üreme periyodu süresince değişimi, Tr. J. of Biology. 23, 319-330 s., 1999.
- [63] Gallagher, M.L., Harell, M., Rulfson, R.A., Variation in lipid and fatty acid contents of Atlantic Croakers, Striped Mullet and Summer Flounder, Transactions of The Am. Fisheries Soci. 120, 614-61 s., 1991.
- [64] Uysal, K., Yerlikaya, A., Aksoylar, M.Y., Yöntem, M. ve Ulupınar, M., Variation in fatty acids composition of pikeperch (*Sander lucioperca*) liver with respect to gonad maturation, Ecology of Freshwater Fish, 15: 441-445 s., 2006.

KAYNAKLAR DİZİNİ (Devam)

- [65] Bulut, M., Levrek (*Dicentrarchus labrax* L., 1758)ve Çipura (*Sparus aurata* L., 1758) yumurtalarının biyokimyasal kompozisyonu. E.Ü. Su Ürünleri. Cilt 21, Sayı 1–2, 129-132 s., 2004.
- [66] Haliloğlu, H.Ü., Aras, N.M. ve Yetim, H., Comparison of muscle fatty acids of three trout species (*Salvelinus alpinus*, *Salmo trutta fario*, *Oncorhynchus mykiss*) raised under the same conditions. Turk. J.Vet. Anim. Sci. 26, 1097–1102 s., 2002.
- [67] Yılmaz, Ö., Konar, V. ve Çelik, S., Elazığ Hazar Gölü'ndeki *Capoeta capoeta umbla* (Heckel, 1843)'nın total lipid ve yağ asidi miktarlarının aylara ve mevsimlere göre değişimi, Tr.J. of Biology, 20, 245-257 s., 1996.